



## รายงานความก้าวหน้างานวิจัย (ต่อเนื่อง 4 ปี ปีนี้เป็นปีที่ 1)

การเพิ่มศักยภาพการผลิตและแปรรูปมะพร้าวตลอดห่วงโซ่อุปทาน  
Potential In of Coconuts Production throughout  
the Supply Chain

ร่วมจิตร นกเขา  
นารี พันธุ์จินดาวรรณ  
ศิริศักดิ์ แสนสุขกะโต  
ปุษยวีร์ จามจรีกุลกาญจน์  
ณกัญภัทร จินดา  
ปัญญา แดงวิไลลักษณ์  
ธนวรรษมลวรรณ พลมัน  
ธนากร เหมาะเสถล  
สุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560  
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) :** การเพิ่มศักยภาพการผลิตและแปรรูปมะพร้าวตลอดห่วงโซ่อุปทาน

**แหล่งเงิน :** งบประมาณแผ่นดิน

**ประจำปีงบประมาณ :** 2560 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน :** 7,566,600 บาท

**ระยะเวลาทำการวิจัย :** 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2559 ถึง 30 กันยายน 2560

**หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย :** ร่วมจิตร นกเขา นารี พันธุ์จินดาวรรณ

ศิริศักดิ์ แสนสุขกะโต ปุณยวีร์ จามจรีกุลกาญจน์ ฌักญภัทร จินดา ปัญญา แดงวิไลลักษณ์  
ธนรรชมลวรรณ พลมัน ธานีกร เหมาะสกล และ สุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย

**หน่วยงานต้นสังกัด** ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร และภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

### บทคัดย่อ

การเพิ่มศักยภาพการผลิตและแปรรูปมะพร้าวตลอดห่วงโซ่อุปทาน มีวัตถุประสงค์  
1) เพื่อรวบรวมข้อมูลตลอดห่วงโซ่ของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน 2) เพื่อลดต้นทุนการผลิต  
ทางด้านแรงงานในการจัดการการผลิตแบบครบวงจร 3) เพื่อพัฒนาระบบการผลิต การจัดการธาตุ  
อาหาร การเก็บเกี่ยว กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวการเก็บรักษาผลมะพร้าว 4) เพื่อสร้างระบบควบคุม  
และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จัดทำเครือข่ายเซนเซอร์ ติดตั้งและใช้งาน 5) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จาก  
มะพร้าวเพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่อุตสาหกรรมและเกษตรกร 6) เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลและเป็นศูนย์  
ต้นแบบขยายผลและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านมะพร้าวตลอดห่วงโซ่แก่กลุ่มเกษตรกรและผู้สนใจ ทำการ  
ทดลองที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์  
จังหวัดชุมพร และแปลงของเกษตรกรในจังหวัดชุมพร ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2559 ถึง กันยายน  
2560 พบว่า จากการสำรวจข้อมูลการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน 4  
จังหวัด ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และระนอง โดยการสัมภาษณ์ และใช้  
แบบสอบถาม จำนวน 584 ราย พบว่า เกษตรกรที่ทำสวนมะพร้าวทั้ง 4 จังหวัด มีอายุมากกว่า 51 ปี  
จำนวน 409 ราย 70.04 เปอร์เซ็นต์ อายุ 20-50 ปี จำนวน 175 ราย 29.96 เปอร์เซ็นต์ มีระดับ  
การศึกษาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ลงไป จำนวน 360 ราย 61.64 เปอร์เซ็นต์ มีประสบการณ์การ  
ทำสวนมะพร้าวมากกว่า 26 ปีขึ้นไป จำนวน 307 ราย 52.57 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรทั้ง 4 จังหวัด เริ่ม  
ปลูกมะพร้าว ก่อนปี พ.ศ. 2580 ถึงปัจจุบัน เกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ปลูกมะพร้าวมากที่สุด  
ปี พ.ศ. 2501-2520 จังหวัดชุมพรเกษตรกรปลูกมะพร้าวมากที่สุด ปี พ.ศ. 2541 ถึงปัจจุบัน จังหวัด  
สุราษฎร์ธานีเกษตรกรปลูกมะพร้าวมากที่สุด ปี พ.ศ. 2480-2500 และจังหวัดระนอง เกษตรกรปลูก  
มะพร้าวมากที่สุด ปี พ.ศ. 2520-2540 อายุของต้นมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี และ  
ระนองอยู่ในช่วง 41-60 ปี ส่วนจังหวัดชุมพร ต้นมะพร้าวมีอายุน้อยกว่า 40 ปี เกษตรกรมีเป้าหมาย  
โค่นทิ้ง 92 ราย 15.75 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรมีการวิเคราะห์ดินและใบมะพร้าวเพียง 61 ราย 10.45  
เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรเป็นเจ้าของสวนโดยทำสวนมะพร้าวอย่างเดียว จำนวน 578 ราย 98.97  
เปอร์เซ็นต์ เป็นผู้ประกอบการมะพร้าว จำนวน 6 ราย 1.03 เปอร์เซ็นต์ เป็นโรงงานแปรรูปมะพร้าว  
จำนวน 3 ราย 0.51 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรมีการจดบันทึกข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าว จำนวน 141  
ราย 24.14 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำข้อมูลมาใช้เปรียบเทียบราคาผลผลิต วางแผนการจำหน่ายผลผลิต วาง  
แผนการใส่ปุ๋ย และต้นทุนการผลิต พันธุ์มะพร้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกเป็นพันธุ์พื้นเมือง จำนวน 563 ราย  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96.40 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ลูกผสมชุมพร 2 และ สวี 1 จำนวน 12 ราย 2.06 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะการปลูก มะพร้าวปลูกแบบเชิงเดี่ยว จำนวน 306 ราย 52.39 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูก 20-30 ต้น ต่อไร่ จำนวน 455 ราย 77.91 เปอร์เซ็นต์ ปลูกน้อยกว่า 20 ต้นต่อไร่ จำนวน 129 ราย 22.09 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะห่างระหว่างต้น 6-10 เมตร จำนวน 516 ราย 88.36 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรผู้ทำสวน มะพร้าวมีการใส่ปุ๋ย จำนวน 562 ราย 96.23 เปอร์เซ็นต์ แปลงมะพร้าวพบแมลงทำลาย จำนวน 407 ราย 69.69 เปอร์เซ็นต์ วิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตของเกษตรกรใช้คนสอย ใช้ลิงกัง เหมาะสวน และ จ้าง รายเดือน การจำหน่ายผลผลิต จำหน่ายให้พ่อค้าที่มารับซื้อถึงสวน จำนวน 568 ราย 97.26 เปอร์เซ็นต์ จำหน่ายให้โรงงานแปรรูป ทำมะพร้าวขาวมะพร้าวแห้ง และแปรรูปเป็นน้ำมันสกัดเย็น ราคาเก็บเกี่ยว ผลมะพร้าวราคาผลละ 1-2 บาท ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผลทั้งปี 11-20 บาท จากการสำรวจ ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี จำนวน 577 ราย พบว่า เกษตรกรมีความพึงพอใจในการประกอบอาชีพทำสวน มะพร้าว และตลาดของมะพร้าวด้านราคา รวมทั้งความพึงพอใจการส่งเสริมการปลูกมะพร้าวจาก หน่วยงานภาครัฐในภาพรวม อยู่ในช่วง 3.6-4.6 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากถึงมากที่สุด ส่วนจังหวัดระนองเกษตรกรมีความพึงพอใจปานกลาง 2.7 คะแนน

การศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว โดยใช้มะพร้าวพื้นเมือง 3 พันธุ์ ได้แก่ ผลสีเขียวผลกลม ผลสีส้มอ่อนผลรีก้นนูน ผลสีเขียวผลรีก้นนูน ทำการตัดป้ายที่ทะลายมะพร้าวที่ดอก เริ่มบาน เพื่อกำหนดการพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าวที่อายุ 1 ถึง 14 เดือน บันทึกการหลุดร่วงของผล ขนาดของผล ความหนาของเปลือก ความหนาของเนื้อ ปริมาณน้ำมะพร้าว ความหนา กะลา น้ำหนักกะลา น้ำหนักสดของเนื้อ และน้ำหนักแห้งของเนื้อ พบว่า มะพร้าวทั้ง 3 พันธุ์ที่อายุผล 1 เดือนหลังดอกบาน มีจำนวนผลต่อทะลาย 16-8 และ 15 ผล ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่ออายุผล 2 เดือนหลังดอกบาน มะพร้าวทั้ง 3 พันธุ์มีจำนวนผล 9-5 และ 7 ผลต่อทะลาย ตามลำดับ สาเหตุเกิด การหลุดร่วงของผล และมะพร้าวที่อายุ 3-13 เดือน มีการหลุดร่วงของผลลดลงอย่างต่อเนื่อง และ หยุดการหลุดร่วงของผลเมื่อมีอายุ 7-6 และ 5 เดือนหลังดอกบาน ตามลำดับ จากนั้นเข้าสู่ระยะการ พัฒนาการสุกแก่ของผล ทุกพันธุ์มีการพัฒนาของผลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมะพร้าวผลสีเขียวผล กลม ผลสีส้มอ่อน และผลสีเขียวก้นนูน หยุดการพัฒนาขนาดความกว้างและความยาวของผลที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน

การเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น เพื่อเป็นศูนย์ต้นแบบขยาย ผลและถ่ายทอดเทคโนโลยี ให้เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว โดยวิธีการที่ 1 มะพร้าวอย่างเดียว 1 ไร่ วิธีการ ที่ 2 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และผักเหลียง 350 ต้น วิธีการที่ 3 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับ ปลูกพริกไทย 100 ต้น และข้าวไร่พื้นที่ 144 ตารางเมตร วิธีการที่ 4 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และหญ้าเนเปียร์พื้นที่ 144 ตารางเมตร ทุกวิธีการใช้สวนมะพร้าวอายุ 28 ปี บันทึกข้อมูล การ เจริญเติบโต ผลผลิต ต้นทุน และผลตอบแทน ที่ได้จากการปลูกพืชร่วมในสวนมะพร้าว พบว่า วิธีการที่ 1 ให้ผลผลิตมะพร้าว 1,100 ผลต่อไร่ต่อ 9 เดือน จำหน่ายในราคาเฉลี่ยทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็น รายได้ 18,623.40 บาท มีต้นทุนรวมต่อปี 10,106.00 บาท วิธีการที่ 2 ให้ผลผลิตมะพร้าว 1,000 ผล ต่อไร่ต่อ 9 เดือน จำหน่ายในราคาเฉลี่ยทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็นรายได้ 16,992.00 บาท ส่วน พริกไทยและผักเหลียงยังไม่มีรายได้ มีต้นทุนรวมต่อปี 61,374.10 บาท วิธีการที่ 3 ให้ผลผลิตมะพร้าว 960 ผลต่อไร่ต่อ 9 เดือน จำหน่ายในราคาเฉลี่ยทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็นรายได้ 16,056.20 บาท เมื่อรวมกับราคาข้าวไร่ที่ขายเป็นข้าวกล้องจากการปลูกในพื้นที่ขนาด 144 ตารางเมตร จำหน่ายใน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวนวโศภการใชงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการคา ไม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราคากิโลกรัมละ 60 บาท มีรายได้ 2,238.90 บาท รวมเป็นเงิน 18295.10 บาท ส่วนพริกไทยยังไม่มียาขาย มีต้นทุนรวมต่อปี 48,129.10 บาท วิธีการที่ 4 ให้ผลผลิต 1,240 ผลต่อไร่ต่อ 9 เดือน จำหน่ายในราคาเฉลี่ยทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็นรายได้ 20,848.20 บาท ส่วนพริกไทยและพริกไทยเนเปี่ยยังไม่มียาขาย มีต้นทุนรวมต่อปี 48,450.10 บาท

ศึกษาสมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และผลผลิตมะพร้าวจากพื้นที่ต่าง ๆ ในจังหวัดชุมพร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินและใบมะพร้าวจากบริเวณอำเภอเมือง อำเภอสวี และอำเภอปะทิว แต่ละอำเภอเก็บจากสวนที่มีระยะห่างจากชายฝั่งทะเล 1, 2 และ 3 กิโลเมตร ระยะละ 3 สวนๆ ละ 5 ต้น ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. เก็บตัวอย่างใบจากแผ่นใบของใบย่อยที่อยู่ประมาณกลางทางใบของใบสมบูรณ์ที่  $14 \pm 1$  จากยอดลงมา พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ในช่วง 5.65-6.82 มีค่าการสะสมของเกลือในดินตั้งแต่  $163-1,169 \mu\text{S cm}^{-1}$  ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน 1.91-2.34% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในช่วง  $31.5-75.5 \text{ mg kg}^{-1}$  ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้  $43.7-51.7, 875-1,505, 88.9-130 \text{ mg kg}^{-1}$  ตามลำดับ ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้  $68.0-208, 8.94-33.2, 1.83-4.13$  และ  $1.50-7.78 \text{ mg kg}^{-1}$  ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมะพร้าวมีความเข้มข้นของไนโตรเจนมีค่า 1.83-1.92% ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 0.15-0.16% ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในช่วง 0.20-0.78%, 0.37-0.57% และ 0.22-0.29% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี มีค่าในช่วง  $47.0-187 \text{ mg kg}^{-1}, 81.1-99.6 \text{ mg kg}^{-1}, 2.57-3.42 \text{ mg kg}^{-1}$  และ  $10.9-17.6 \text{ mg kg}^{-1}$  ตามลำดับ ผลมะพร้าวของบริเวณอำเภอเมืองและอำเภอสวีขายได้ในราคาที่สูงกว่าบริเวณอำเภอปะทิว ปริมาณผลมะพร้าวเฉลี่ยที่เก็บในแต่ละต้นต่อรอบของแต่ละอำเภอและแต่ละระยะห่างจากชายฝั่งทะเลไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ระยะห่างจากชายฝั่งทะเลไม่มีผลต่อราคาและปริมาณผลผลิตที่เก็บได้ แต่อาจมีผลกับสมบัติดินที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน แต่ก็ทำให้ทราบถึงสถานะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมต่อไป

การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของการนำทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูปสำหรับต้นหน้าวัว เริ่มต้นจากการลดขนาดของวัตถุดิบด้วยเครื่องสับย่อย และเครื่องตีป่น เพื่อให้วัสดุมีขนาดเล็กและขนาดสม่ำเสมอ แล้วจึงผสมด้วยกาวที่ได้จากแป้งมันสำปะหลัง หลังจากการผสมวัสดุในอัตราส่วนต่าง ๆ 6 แบบ แล้วกดอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดระบบไฮดรอลิกส์เป็นรูปกระถาง ด้วยความดัน 10.34 MPa และใช้เวลา 10 วินาที ทำการศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปกระถาง และการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกล ผลการวิจัย พบว่า วัสดุทั้ง 3 ชนิด มีความหนาแน่น ความพรุน ความชื้นสัมบูรณ์ อัตราการดูดซึมน้ำ และขนาดของวัสดุที่แตกต่างกัน สัดส่วนในการผสมที่เหมาะสมจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการอัดขึ้นรูปกระถาง และการคงสภาพของกระถางหลังจากการอัด ได้แก่ สูตรที่ 2 (ส่วนผสมระหว่างทางมะพร้าว : กาบมะพร้าว : ถ่านกะลามะพร้าว เท่ากับ 1:2:2 ) มีค่าการนำไฟฟ้า  $0.26 \text{ mS/cm}$ , pH เท่ากับ 7.11 ทนแรงกดที่ 533.32 นิวตัน มีเวลาเฉลี่ย น้ำหนักกระถาง และจำนวนกระถางที่อัดขึ้นรูปได้ที่ 495.3 วินาที 498.4 กรัม และ 2.6 ใบต่อการอัด 1 รอบ มีความชื้นสัมพัทธ์ มีการดูดซึมน้ำ การพองตัว การย่อยสลาย เฉลี่ยที่ 12.84%, 113%, 9.7%, และ 14.27% ตามลำดับ มีค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นในแนวตั้งของกระถางสูงสุด เท่ากับ 469.0 kPa แต่มีค่ามอดูลัสของความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยึดหยุ่นในแนวด้านข้างของกระถาง เท่ากับ 90.65 kPa ค่าความต้านทานแรงกดสูงสุด เท่ากับ 105.22 kPa และมีค่าความต้านทานแรงกดที่จุดแตกหัก เท่ากับ 105.22 kPa

เครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดและผลมะพร้าว โครงการวิจัยนี้สร้างเครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปลูกหน่อมะพร้าวและมะพร้าว รวมไปถึงเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตผลมะพร้าวออกสู่ตลาด โดยโครงการวิจัยที่นำเสนอจะจัดทำ 4 ปี เป้าหมายที่ต้องการทำให้ได้สำเร็จในปีแรกคือ ออกแบบและสร้างวงจรวัดความเค็มและวงจรวัดปริมาณแร่ธาตุ ออกแบบและสร้างวงจรรและอุปกรณ์เพื่อวัดปริมาณน้ำฝน รวมถึงเก็บสถิติปริมาณน้ำฝน ปริมาณการใส่ปุ๋ยและแร่ธาตุต่าง ๆ ชนิดและปริมาณของแมลง ผลการทำงานของเครื่องที่สร้างขึ้นนี้สามารถทำงานตามขอบเขตที่กำหนดไว้ได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม เครื่องวัดปริมาณแร่ธาตุอาจจะต้องนำมาทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลดินเพิ่มเติมเพื่อให้ค่า NPK ที่อ่านได้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

โครงการวิจัยนี้สร้างเครื่องวัดและอตัววัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมด้วยแขนกลและเครื่องชั่งน้ำหนัก เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว โดยโครงการวิจัยที่นำเสนอจะสร้างเครื่องวัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (อาทิเช่น ทางมะพร้าว กะลา ใบไม้ กิ่งไม้ และทางปาล์ม) แขนกล (จับกลุ่มของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรขึ้นมาซึ่งน้ำหนักและบด) เครื่องชั่งดิจิทัล (บอกน้ำหนักบนจอ LCD) รวมถึงระบบกลไกในการอัดบล็อกและจัดเก็บบล็อก นอกจากนี้ ระบบควบคุมและวงจรรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน แสดงสถานะการทำงาน และแสดงผลค่าข้อมูลต่าง ๆ และเทคนิคในการจับตัวกันของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ถูกบดแล้วแต่ละประเภทที่นำเสนอในโครงการวิจัยนี้ด้วย ในที่นี้ บล็อก หมายถึง ก้อนที่ขึ้นรูปของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ถูกบดแล้วเพื่อประหยัดพื้นที่ของรถขนส่ง

การสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤตเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดด้วยการเหวี่ยงแยกروبดำแบบควบคุมอุณหภูมิ การแยกน้ำมันมะพร้าวออกจากกะทิที่แช่แข็งและกะทิไม่แช่แข็ง พบว่า การแช่แข็งกะทีก่อนช่วยให้ไขมันในกะทิรวมตัวได้ดีกว่า เมื่อนำไปเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที นาน 50 นาที จะให้น้ำมันมะพร้าวมากที่สุดคือ 30.47 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การแยกน้ำมันจากกะทิไม่แช่แข็ง โดยการปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที เวลานาน 120 นาที ให้น้ำมันมะพร้าวมากที่สุด 33.96 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความชื้นในกากมะพร้าวที่เหลือในกากมะพร้าว 55.80 และ 43.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการศึกษาผลของสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ต่อครีมโปรตีนต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของสบู่โดยการแปรผันปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ต่อครีมโปรตีน (โดยน้ำหนัก) เป็น 5 ระดับได้แก่ S1(100:0) (ชุดควบคุม) S2(75:25) S3(50:50) S4(25:75) และ S5(0:100) พบว่าการเพิ่มสัดส่วนของครีมโปรตีนส่งผลต่อ ลักษณะทางกายภาพของสบู่คือความแข็งตัวของสบู่ลดลง สบู่มีสีน้ำตาลและมีกลิ่นเหม็นหืนเพิ่มขึ้น รวมทั้งปริมาณฟองหลังเขย่าทันทีและความคงทนของฟองเพิ่มขึ้น สบู่สูตร S4(25:75) และ S5(0:100) มีค่าสารที่ไม่ละลายในเอทานอลประมาณ 1.53 และ 1.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสูตร S3(50:50), S4(25:75) และ S5(0:100) มีปริมาณไขมันทั้งหมดประมาณ 65.9, 59.8 และ 52.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่อยู่ในช่วงที่มาตรฐานสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) และมาตรฐานมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์-ธนาครเพื่อการเกษตรและเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สหกรณ์การเกษตร (มก.-ธ.ก.ส.) กำหนด ส่วนค่า pH ของสบู่ทั้ง 5 สูตร อยู่ในช่วง 9.4-9.8 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ จากผลการศึกษาพบว่า สบู่สูตร S2 มีลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ใกล้เคียงกับสบู่ชุดควบคุมมากที่สุดและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่สมอ.และมก.-ธ.ก.ส. กำหนด

การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับกลุ่มเกษตรกร โดยนำเนื้อมะพร้าวมาหีบให้เป็นน้ำกะทิ จากนั้นนำไปเหวี่ยงแยกครีมกะทิออกจากน้ำกะทิด้วยเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลางยี่ห้อ Alfa - lava รุ่น Mopx 205 ที่ความเร็วรอบ 7,250 รอบต่อนาที ครีมกะทิถูกแบ่งเป็น 5 ส่วน เพื่อสกัดให้เป็นน้ำมันมะพร้าวด้วยการสกัดร้อนที่อุณหภูมิ 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส และสกัดเย็นโดยนำครีมกะทิไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาละลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าเนื้อมะพร้าว 40 กิโลกรัมจะได้ปริมาณครีมกะทิ 8.92 กิโลกรัม คิดเป็น 22.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เมื่อนำไปสกัดที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 258.12 161.54 369.23 225.64 และ 251.28 มิลลิลิตร ตามลำดับ คิดเป็น 25.8 16.15 36.9 22.5 และ 25.1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ ยังได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันของน้ำมันมะพร้าว ผลการทดลองพบว่ากรดไขมันมีค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ดังนั้นการสกัดร้อนด้วยอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจึงเป็นสภาวะเหมาะแก่การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เนื่องจากได้ปริมาณผลิตภัณฑ์มากที่สุดและมีกรดไขมันที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์ สำหรับเป็นองค์ประกอบในสูตรอาหารสุกรขุนระดับต่าง ๆ 5 ระดับ คือ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของสุกร ใช้สุกรลูกผสมสามสายเลือด (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดุริออค) น้ำหนักเฉลี่ย 28 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว ก่อนการศึกษาทำการชั่งน้ำหนักสุกร โดยแบ่งสุกรออกเป็น 5 กลุ่มตามน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน แต่ละกลุ่มมีสุกร 4 ตัว ตลอดการทดลองสุกรถูกเลี้ยงแบบขังคอกละ 2 ตัวในคอกพื้นปูนซีเมนต์ สุกรแต่ละกลุ่มได้รับอาหารสูตรอาหาร (โปรตีน 18%) ที่แตกต่างกันตามระดับกากมะพร้าว 5 ระดับ อย่างเต็มที่ (ad libitum) และมีน้ำให้กินตลอดเวลา เลี้ยงเป็นเวลา 4 เดือน สุกรแต่ละกลุ่มจะถูกสุ่มเพื่อทำการศึกษาคูณภาพซาก บันทึกข้อมูลน้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเครื่องใน ค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำกายหลังการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำกายหลังการทำให้สุก ค่าสี และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ CRD (Completely randomized design) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple rang test (DMRT) ผลการศึกษาด้านสมรรถนะการเจริญเติบโต พบว่า น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้ายและประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) แต่พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีกากมะพร้าวที่ระดับ 20 และ 30% มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันสูงที่สุด (0.61 กก./ตัว/วัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แต่ไม่ต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารกากมะพร้าว 20% ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารกากมะพร้าว 40% มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำที่สุด ในด้านผลของการใช้กากมะพร้าวในสูตรอาหารที่ระดับต่าง ๆ ต่อคุณภาพซากพบว่า สุกรในกลุ่มที่มีการใช้กากมะพร้าวในอาหารที่ระดับ 20% มีความยาวซากมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ( $P < 0.05$ ) สำหรับน้ำหนักเนื้อสันในของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีกากมะพร้าว 20% พบว่ามีน้ำหนักมากที่สุดซึ่งไม่ต่างกับสุกรที่มีการใช้กากมะพร้าว 10% และในกลุ่มของสุกรที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการใช้กากมะพร้าวในสูตรอาหาร 40% มีน้ำหนักเนื้อสันในน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้กากมะพร้าวในสูตรอาหารสุกรในระดับที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อ ความหนาไขมันสันหลัง เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน ค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการทำให้สุก ค่าสีของเนื้อแดง และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ( $P>0.05$ )

การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลผลิตที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อสร้างสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยการใช้กากมะพร้าวสกัดน้ำมันในสูตรอาหารปลาบิล แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ประกอบด้วยอาหารที่ผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน 4 ระดับคือ 0 (ชุดควบคุม), 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเลี้ยงปลาบิลน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 4.20 – 4.27 กรัม จำนวน 40 ตัวต่อกระชัง ระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน ผลการทดลอง พบว่า ปลาบิลมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) โดยปลาบิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากมะพร้าวที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 276.88 กรัมและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด เท่ากับ 1.52 สำหรับอัตราการรอดตาย พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) พบว่าปลาบิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ระดับ 5, 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย เท่ากับ 89, 89 และ 88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม โดยใช้โคนมพันธุ์ Holstein Friesian ระยะให้นม ใช้โคนมทั้งหมด 9 ตัว อายุไม่เกิน 5 ปี มีการให้น้ำนมไม่ต่ำกว่า 15 กิโลกรัม/ ตัว/วัน โดยวางแผนการทดลองโดยใช้แผนแบบ  $3 \times 3$  Latin square โดยทำ 3 ซ้ำ โดยแบ่งออกเป็น 3 Treatment คือ การเสริมทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพ 0, 50 และ 100 % พบว่า ปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ เท่ากับ 13.52, 13.51 และ 13.35 กิโลกรัม/ ตัว/ วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ปริมาณน้ำนม เท่ากับ 17.56, 17.05 และ 16.49 กิโลกรัม/ ตัว/ วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ปริมาณไขมันนม เท่ากับ 4.84, 4.92 และ 4.83 เปอร์เซ็นต์/ ตัว/ วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ปริมาณโปรตีนนม เท่ากับ 2.88, 2.89 และ 2.86 เปอร์เซ็นต์/ ตัว/ วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม เท่ากับ 8.53, 8.55 และ 8.50 เปอร์เซ็นต์/ ตัว/ วัน ตามลำดับซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ปริมาณของแข็งทั้งหมดในนม เท่ากับ 13.39, 13.47 และ 13.33 เปอร์เซ็นต์/ ตัว/ วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ปริมาณโซมาติกเซลล์ (SCC) เท่ากับ 1,600.88, 272.96 และ 302.13 ( $SCC \times 10^3$  เซลล์/ ตัว/ วัน) ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P<0.05$ ) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 1,350.83, 560.42 และ 684.58 ( $SCP \times 10^3$  เซลล์/ ตัว/ วัน) ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) และผลกำไรที่ได้ (INCOM) เท่ากับ 223.98, 227.45 และ 230.41 บาท/ ตัว/ วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Research Title :** Potential In of Coconuts Production throughout the Supply Chain.

**Researcher :** Raumjit Nokkoul, Naree Phanchindawan, Sirisak Seansukato, Punyawit Jamjareegulgarn, Nakanyapatthara Jinda, Panya Dangvilailux, Thanatsamonwan Phonmun, Tanakorn haemasaton and Suteerawat Punmalai,

**Faculty :** Agricultural Technology and Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus

## ABSTRACT

The potential of coconuts production throughout the supply chain. The objective of this study were to determine: 1) to collect information throughout the chain of coconuts in the Upper South, 2) to reduce costs of coconut production, 3) to develop the production system, nutrient management, harvesting, postharvest processing, preservation of coconut, 4) to create control systems and electronic circuits, make a sensor network install and use, 5) to develop coconut products to increase the choice for the industry and the farmers, 6) as a source of information and a prototype center to extend and transfer coconut technology throughout the chain to farmers and interested parties. The experimental was performed at the King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Prince of Chumphon Campus Chumphon Province, Thailand during November 2016 to September 2017. The result revealed that the survey of production and coconut marketing in upper southern of Thailand include 1) Prachabkhirikhan 2) Chumphon 3) Suratthani and 4) Ranong province. The survey sample 584 coconut farmers which had coconut planted in the upper southern of Thailand. The result revealed that the coconut farmers in 4 provinces had the older than 51 years of 409 farmers was 70.04 %, the older between 20 to 50 years of 174 farmers was 29.96 %. The coconut farmers had knowledge level of lower grade six of 360 farmers was 64.64 %, the farmer had year of experience in coconut cultivation over 26 years of 307 farmers was 52.57 % and the year of coconut planted before 1937 to present. The coconut framers had the highest coconut planted during 1958 to 1977 in Prachabkhirikhan province, the highest coconut planted during 1998 to present in Chumphon province, the highest coconut planted during 1937 to 1957 in Suratthani province and Ranong province the highest coconut planted during 1977 to 1997. The ages of coconut trees in Prachabkhirikhan, Suratthani and Ranong province are the rang of 41-60 years, in Chunphon province the coconut trees are less than 40 years. They have been cutting down the coconut trees of 92 farmers was 15.75 %. The only 61 farmers were 10.45 % which had analyzed the soil in coconut planted area and coconut leaves.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The farmers were coconut operator of 6 farmers was 1.03 %, 3 farmers were 0.51 % coconut processing. The data management of coconut plantation they were recorded of 141 farmers was 24.14 %, and they used the data for comparison price of coconut yield, production planning, fertilizer planning and cost of production. The farmers were planted local coconut variety of 563 farmers was 96.40 %, Chumphon 2 hybrid and Sawi 1 hybrid of 12 farmers was 2.06 %. The plantation of coconut they were monoculture of 306 farmers was 2.06 %, there were 20 to 30 trees/rai, and 455 farmers was 77.91 % planting less than 20 trees/rai. The farmers were used spacing of coconut between tree arrangement 6 to 10 meter of 129 farmers were 22.09 %, they have been using fertilizer of 562 farmer was 96.23 %. The coconut field of 407 farmers was 69.69 % there were infestation with pest. The method to harvest they use long stick and monkey to pick fruit from coconut trees, commutation and salary. The distribution channel of coconut fruit, most of 568 farmers was 97.26% sold their yields to middlemen, coconut processing for with grated coconut, copra and virgin coconut oil production. The coconut fruit were harvest in price of 1 to 2 bath/fruit and distribution price of coconut fruit of 11 to 20 bath/fruit.

The study on development and maturation of three coconut varieties are the cycle and green skin fruit, the oval a convex bottom and light orange skin fruit and the oval a convex bottom and green skin fruit. The bunch of coconut were tagged at the first date of the flower start blooming to study development and maturation of coconut at 1 to 14 months after flowering. The data were recorded number of fruit, fruit size, husk thickness, kernel thickness, water coconut quantity, shell thickness, shell weight, fresh and dry weight of kernel. The result showed that the three coconut varieties at 1 month after flowering have number of fruit set of 16 8 and 15 fruits/bunch, at 2 months after flowering have number of fruit set of 9 5 and 7 fruits/bunch, respectively. The coconut fruit at 3 to 13 months have continuous fruit drop and the fruit had ceased drop at 7, 6 and 5 months after flowering, respectively. The characteristics of coconut are the cycle and green skin fruit, the oval a convex bottom and light orange skin fruit and the oval a convex bottom and green skin fruit have ceased development at 11 months after flowering.

The potential increasing of the coconut plantation in the style of three sufficiency economy class. The experiment which 4 methods include (1) only coconut plantation in the area of 1 rai, (2) pepper 100 plants and Melinjo 350 plants in the area of 1 rai of coconut plantation, (3) pepper 100 plants and upland rice in the area of 144 rai of coconut plantation and (4) pepper 100 plants and Napier grass in the area of 144 rai of coconut plantation. The experiments were study in coconut plantation for 23 years. The data were record the growth, yield, cost, and income of intercrop plant in the coconut plantation, during April to December, 2017. The result

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

showed that method 1 had the coconut yield of 1,100 fruits/rai/year, the income of coconut was 18,623.40 bath/rai/year, the price of coconut was 16.50 bath/fruit, the total cost of method one was 10,106.00 bath. The method 2 had the coconut yield of 1,000 fruits/rai/year, the income of coconut was 16,992.00 bath/rai/year, the price of coconut was 16.50 bath/fruit. The pepper and Melinjo crop had no income for first year. The total cost of method two was 61,374.10 bath. The method 3 had the coconut yield of 960 fruits/rai/year, the income of coconut was 16,056.20 bath/rai/year. The upland rice in the area 144 square meter had income was 2,238.90 bath/rai/year, the price of upland rice was 60 bBath/kilogram and the total income of method three was 18,295.10 bath. The total cost of method three was 48,129.10 bath. The method 4 had the coconut yield of 1,240 fruits/rai/year, the income of method four was 20,848.20 bath/rai/year, the pepper and Napier grass had no income in 2017. The total cost of method four was 48,450.10 bath.

Production of coconut requires appropriate fertilizer applications based on soil and plant nutrients. Soils and coconut leaves were sampled from the representative areas, mainly grown on Muang District area, Sawi area and Pathiu area. Each area divides into 3 distances that is 1, 2 and 3 kilometres from the coast. Three orchards were collected from each distance. Each orchard, 5 plants were selected for soil and leaf analysis. The results revealed that the soils were pH (soil: water =1:1) of 5.65-6.82, 163-1,169  $\mu\text{S cm}^{-1}$  electrical conductivity, 1.91-2.34% organic matter. Soil nutrients were 31.5-75.5  $\text{mg kg}^{-1}$  P, 43.7-51.7  $\text{mg kg}^{-1}$  K, 875-1,505  $\text{mg kg}^{-1}$  Ca, 88.9-130  $\text{mg kg}^{-1}$  Mg, 68.0-208  $\text{mg kg}^{-1}$  Fe, 8.94-33.2  $\text{mg kg}^{-1}$  Mn, 1.83-4.13  $\text{mg kg}^{-1}$  Cu and 1.50-7.78  $\text{mg kg}^{-1}$  Zn, respectively. The nutrient contents of leaf were 1.83-1.92% N, 0.15-0.16% P, 0.20-0.78% K, 0.37-0.57% Ca, 0.22-0.29% Mg, 47.0-187  $\text{mg kg}^{-1}$  Fe, 81.1-99.6  $\text{mg kg}^{-1}$  Mn, 2.57-3.42  $\text{mg kg}^{-1}$  Cu and 10.9-17.6  $\text{mg kg}^{-1}$  Zn, respectively. The average price of coconut fruit in Muang District area and Sawi were significantly higher than Pathiu area. In case of distance from the coast, the average price and yield of coconut fruit were not significant. No correlation between the distance from the coast and the average price and yield of coconut fruit. This nutrients contents are necessary information for further appropriate management of fertilizer application in coconut production.

Study of physicals and mechanicals properties of using of coconut frond, coir and coconuts shell charcoal for an ready-made media for anthurium plant. This research focuses the study on physical and mechanical properties of coconut frond, coir and coconut shell charcoal to produce planting material by combination of the three raw materials to form a pot for the Anthurium plantation. Starting the process by reducing the size of the raw material will be small enough to be mixed together.

The mixed material then will be added with glue made from cassava flour. After mixing materials in 6 different proportions, then extrusion of the pot by hydraulic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

system with the pressure 10.34 MPa and 10 seconds pressing time. The comparison of the 6 different proportions of the mixed material is studied in term of the physical and mechanical properties. The results show that the three 3 materials (coconut frond, coir and coconut shell charcoal) have a different value of an average density, porosity, absolute moisture, rate of water absorption and sizes. The proportion the mixed material will affect to the performance of the extrusion press of pots and the stability of the extruded pots. Mixing ratio among coconut leaf : coir : coconut shell charcoal is (1: 2: 2) has an electric conductivity as 0.26 mS/cm, pH as 7.11, average maximum compressive strength of 533.32 Newton. The average time used, average weight and the number of pots are 495.3 seconds, 498.4 grams and 2.6 pots per a compression period, respectively. A relative humidity, average water absorption rate, average swelled and average decomposition are 12.84%, 113%, 9.7% and 14.27%, respectively. The Modulus of elasticity in the vertical axis is 469.0 kPa, and 90.65 kPa in the lateral axis of the pot. The ultimate compression force is 105.22. kPa and fracture strength at the breaking point is equal to 105.22. kPa

This research builds salinity, nutrient, temperature and relative humidity measuring and displaying machines for enhancing production efficiency: coconut seeds and coconut fruits, as well as enhance the efficiency of coconut production for trading. This research is designed for duration of 4 years. The first year's aims are to design and build circuits for measuring salinity and nutrient as well as for measuring rain amount, and to record the statistics of rain amount, fertilizer and mineral applying, type and amount of insects. The operation results of this proposed machine can work well and efficiently regarding to the research scopes. However, the nutrient measuring machine might be taken to test for recording the soils additionally so as to get the NPK values more accuracy.

This research builds an agricultural material grinding and pressing machine together with a mechanical arm and a weighing apparatus in order to increase the income of coconut farmer. The proposed research constructs the agricultural material grinding machine (for instance, swamp, coconut shell, leaves, branch and palm leaf), the mechanical arm (pick the lumps of agricultural material up to weigh and grind), the digital weighing machine (display weigh on LCD module), and mechanical system for pressing and keeping blocks). Moreover, several control systems and electronic circuits are also presented in this research for controlling the operations, displaying the working status, and showing the data. Combination techniques for each of grinded agricultural materials are also explained in this research. Here, a block represents a formative lump of grinded agricultural materials for saving the placement space on the truck.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coconut oil extraction for healthy and friendly environment by SCC compared to Low speed centrifuge process. Two processes for separation a virgin coconut oil (VCO) are frozen and unfrozen coconut milk before centrifugation. Frozen coconut milk kept at  $-20^{\circ}\text{C}$  with various time and found that at 2 h and centrifugation at  $30^{\circ}\text{C}$  and speed at 7,000 rpm and various time. Found that 50 min was the highest VCO separation by 30.47%. The unfrozen coconut milk separation was further studied at various time for centrifugation. Found that at  $30^{\circ}\text{C}$  7,000 rpm and various time. At 120 min provided the highest VCO separation by 33.96%. However the percentage of coconut oil by unfrozen was better than frozen separation. Because the percentage of moisture content in coconut wastes powder were 55.80 and 43.77 respectively. The virgin coconut oil manufacturing process produces two major wastes, coconut whey protein and wastewater, which are generally discarded, causing environmental problems. To add value to such wastes, the present study aimed to develop a soap product using coconut whey protein and wastewater instead of virgin coconut oil (VCO) and water, respectively. The objective of the study was to investigate the influence of the VCO to the coconut whey protein ratio on the quality of the soap. The ratio of virgin coconut oil to coconut whey protein (w/w) was varied at 5 levels: S1(100:0), S2(75:25), S3(50:50), S4(25:75) and S5(0:100). Results revealed that an increase in the proportion of coconut whey protein affected the physical properties of the soap, i.e., a decrease in the soap's hardness, an increase in rancidity, volume of flash foam and foam stability. It was found that as the percentage of coconut whey protein increased, namely  $\geq 50\%$ , the quality of the soap produced declined: the ethanol-insoluble matters of S4(25:75) and S5(0:100) were 1.53 and 1.95%, respectively, while the total fatty matters of S4(25:75) and S5(0:100) were 59.8 and 52.1%, respectively, which do not conform with the soap standards specified by the Thai Industrial Standards Institute and Kasetsart University-Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives. The pHs of all were in the range of 9.4–9.8, which is considered suitable for use. Both the physical and chemical properties of soap (S2(75:25)) were comparable to those of virgin coconut oil soap (control) and conformed well with the soap standards.

Process development for the production of virgin coconut oil from Kopyor Coconut used for farmers. This research studied the optimal method and temperature for extraction of virgin coconut oil and a number of fatty acids. The coconut milk emulsion made from pressed coconut meat and the whole concentrated coconut milk and aqueous phases were separated by Alfa centrifuge machine (model Laval MOPX-205tGT) at 7250 rpm. The coconut cream was divided into 5 parts for heating at the temperatures of 40, 50, 60 and 70 degree Celsius and cooling method that frozen cream at  $-20$  degree Celsius for 24 hours and then

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

melted it at 60 degree Celsius. The results found that the 8.92 kg of whole concentrated coconut milk made from the 40 kg of coconut meat which was 22.3 % by weight. The coconut oil, after processing at the temperatures of -20, 40, 50, 60 and 70 degree Celsius for 5 hours, were 258.12, 161.54, 369.23, 225.64 and 251.28 ml, respectively, and were 25.8, 16.15, 36.9, 22.5, and 25.1 % by weight. The fatty acids of coconut oil samples were also analyzed. The results found that the fatty acids were be in standard value of the Ministry of Public Health. Therefore, the heating method at the temperature of 50 degree Celsius was the appropriate condition for virgin coconut oil extraction because it provided the high quantity and the acceptable level of fatty acid.

Study of utilization by-product from coconut oil production as animal feedstuff.

An experiment was conduct to examine using of coconut by product from coconut oil manufacturing process as animal feed. Firstly, objective of this experiments was to study effect of copra meal (coconut meal) on growth performance and carcass quality in finishing pig. Twenty crossbred pig (Large white x Lanrace x Duroc) with an average initial weight of 20 kg. All pigs were assigned in a completely randomized design (CRD) with five dietary treatments and four replications per treatment. Each treatment contains different levels of copra meal (0, 10, 20, 30 and 40%). All pigs were fed with diets containing 18%CP of pig diet to meet nutrient requirements of pig according NRC (1998). Diet and water were offered *ad libitum* and raised for 4 months. Feed intake (FI) was recorded daily and body weights (BW) monthly for estimations of the average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR). At the end of the trail, the pig from each treatment was randomly sampled and slaughtered to determine the carcass quality. The results showed that initial weight, last weight and feed efficiency or (FCR) were not significantly different ( $P>0.05$ ). The ADG of pig fed with 20% and 30% copra meal were higher than other treatments ( $P<0.05$ ). The ADG value was 0.61 kg/h/d, respectively. For carcass quality, tenderloin weight and carcass length of pig fed with 20% were higher than other treatments ( $P<0.05$ ). The results concluded that copra meal can be used as animal feed without adverse effect on growth performance and carcass quality.

Using on Production Copra meal for Aquatic Feed. The purpose was studied to the yield of copra meal for the production of aquatic animal feed. Using of copra meal in diet on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). The experiment was divided into 4 treatments and 4 replications. Copra meal was supplemented into the diets at 0 (control), 5, 10 and 15 %. Fish (4.20 – 4.27 g body weight) were cultured in cage (40 fish per cages) for 120 days. Result, fish showed significant differences in average body weight and feed conversion ratio ( $P < 0.05$ ). Fish fed with experimental diets

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

contained copra meal at 10% showed the highest of average body weight (276.88 g.) and the greatest of FCR (1.52). Furthermore, there were no significant differences in survival rate ( $P > 0.05$ ). Nile tilapia fed with 10% copra meal had the highest average survival rate of 90 %. Fish fed with 5, 0 and 15 % copra meal diets of average survival rate was 89, 89 and 88 %, respectively.

This study was conducted to investigate three levels of coconut palm fronds treated replaced roughages with 0, 50 and 100 % as supplement in animal feed for dairy cows. Nine multiparous dairy cows were assigned in the experiment  $3 \times 3$  latin square design. The results showed that, regarding milk yield, the control group had the lowest milk yield and was different from the groups with 50 and 100% ( $P < 0.05$ ). The supplement group with 50 % gave the highest milk yield and was not different from the group with control and 100 % ( $P > 0.05$ ). In terms of milk compositions, the control group had the lowest fat, protein and solid not fat. However, the total solid was not different from the group with 100 % ( $P > 0.05$ ). The group with 50 % gave the highest fat, protein, solid not fat and total solid that were not different from the group with 100 % ( $P > 0.05$ ). Regarding somatic cell count, the control group gave the highest somatic cell count as  $1,600.88 \text{ SCC} \times 10^3 \text{ Cell/Cow/Day}$  which was different from the groups with 50 and 100 % as 272.96 and 302.13  $\text{SCC} \times 10^3 \text{ Cell/Cow/Day}$  ( $P < 0.05$ ). For Total feed intake the control group gave the highest level as 13.52 kg/Cow/Day and was different from the groups with 50 and 100 % as 13.51 and 13.35 kg/Cow/Day ( $P > 0.05$ ). Finally, for the incomes of raw milk, the groups with 100 % gave the highest income as 230.41 bath/cow/day that followed by the group and control group gave the lowest income as 223.98 bath/cow/day ( $P > 0.05$ ).

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัย เรื่อง การเพิ่มศักยภาพการผลิตและแปรรูปมะพร้าวตลอดห่วงโซ่อุปทาน ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร จากแหล่งทุนเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2560 และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินโครงการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานบริหารการวิจัย คณะกรรมการบริหารการวิจัย ศูนย์เกษตร อาหาร และพลังงานทางเลือก และเจ้าหน้าที่ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร และทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จในครั้งนี้



คณะวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	VII
กิตติกรรมประกาศ	XIV
สารบัญ	XV
สารบัญตาราง	XIX
สารบัญภาพ	XXXIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปประโยชน์	7
บทที่ 2 แนวความคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
กิจกรรมย่อยที่ 1 สำรวจข้อมูลด้านการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน	8
กิจกรรมย่อยที่ 2 การพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว	16
กิจกรรมย่อยที่ 3 การเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวของในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น	22
กิจกรรมย่อยที่ 4 สมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และผลผลิตมะพร้าวจากพื้นที่ต่าง ๆ ในจังหวัดชุมพร	29
กิจกรรมย่อยที่ 5 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของกรนำทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูปสำหรับต้นหน้าวัว	33
กิจกรรมย่อยที่ 6 เครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดและผลมะพร้าว	59
กิจกรรมย่อยที่ 7 เครื่องบดและอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมด้วยแกนกลและเครื่องชั่งน้ำหนัก	83
กิจกรรมย่อยที่ 8 การสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	101
ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤตเปรียบเทียบกับการสกัดด้วยการเหวี่ยงแยกรอบต่ำแบบควบคุมอุณหภูมิ	
กิจกรรมย่อยที่ 9 การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับกลุ่มเกษตรกร	117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
กิจกรรมย่อยที่ 10 การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์	130
กิจกรรมย่อยที่ 11 การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ	140
กิจกรรมย่อยที่ 12 การใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิต	145
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	
กิจกรรมย่อยที่ 1 สืบหาข้อมูลด้านการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน	147
กิจกรรมย่อยที่ 2 การพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว	148
กิจกรรมย่อยที่ 3 การเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวของในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น	149
กิจกรรมย่อยที่ 4 สมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และผลผลิตมะพร้าวจากพื้นที่ต่าง ๆ ในจังหวัดชุมพร	151
กิจกรรมย่อยที่ 5 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของการนำทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูป สำหรับต้นหนั้ว	153
กิจกรรมย่อยที่ 6 เครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดและผลมะพร้าว	171
กิจกรรมย่อยที่ 7 เครื่องบดและอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมด้วยแกนกลและเครื่องชั่งน้ำหนัก	178
กิจกรรมย่อยที่ 8 การสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤตเปรียบเทียบกับสกัดด้วยการเหวี่ยงแยกรอบต่ำแบบควบคุมอุณหภูมิ	185
กิจกรรมย่อยที่ 9 การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับกลุ่มเกษตรกร	188
กิจกรรมย่อยที่ 10 การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์	199
กิจกรรมย่อยที่ 11 การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ	204
กิจกรรมย่อยที่ 12 การใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิต	206

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์</b>	
กิจกรรมย่อยที่ 1	
กิจกรรมย่อยที่ 1	208
สำรวจข้อมูลด้านการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน	
กิจกรรมย่อยที่ 2	261
การพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว	
กิจกรรมย่อยที่ 3	275
การเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวของในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น	
กิจกรรมย่อยที่ 4	287
สมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และผลผลิตมะพร้าวจากพื้นที่ต่าง ๆ ในจังหวัดชุมพร	
กิจกรรมย่อยที่ 5	294
การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของการนำทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูป สำหรับต้นหน้าวัว	
กิจกรรมย่อยที่ 6	312
เครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดและผลมะพร้าว	
กิจกรรมย่อยที่ 7	330
เครื่องบดและอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมด้วยแขนกล และเครื่องชั่งน้ำหนัก	
กิจกรรมย่อยที่ 8	334
การสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤต เปรียบเทียบกับการสกัดด้วยการเหวี่ยงแยกรอบต่ำแบบควบคุมอุณหภูมิ	
กิจกรรมย่อยที่ 9	342
การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับกลุ่มเกษตรกร	
กิจกรรมย่อยที่ 10	346
การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์	
กิจกรรมย่อยที่ 11	354
การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ	
กิจกรรมย่อยที่ 12	361
การใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิต	
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ</b>	373
<b>บทที่ 6 สรุปผลผลิตจากงานวิจัย</b>	385
<b>บรรณานุกรม</b>	387
<b>ภาคผนวก ก</b>	408
<b>ภาคผนวก ข สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย</b>	453

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค ผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย	455
ประวัตินักวิจัย	470



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
<b>ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
กิจกรรมย่อยที่ 1	
ตารางที่ 1.1	13
ผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักมะพร้าวแห้งปริมาณน้ำมันของมะพร้าว พันธุ์ลูกผสมและมะพร้าวพันธุ์ไทย	
กิจกรรมย่อยที่ 3	
ตารางที่ 3.1	24
ผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักมะพร้าวแห้ง ปริมาณน้ำมันของมะพร้าว พันธุ์ลูกผสม และ มะพร้าวพันธุ์ไทย	
กิจกรรมย่อยที่ 6	
ตารางที่ 6.1	61
คำอธิบายหน้าที่แต่ละขาของอาตุโน่นาโน	
ตารางที่ 6.2	62
ตารางรายละเอียดของอาตุโน่นาโน	
ตารางที่ 6.3	65
การเชื่อมต่อกันระหว่างของของ Arduino UNO R3 และ ขาของจอ LCD 16x2	
ตารางที่ 6.4	66
คุณสมบัติของเครื่อง Rapitest 1880	
ตารางที่ 6.5	68
ปริมาณของธาตุ NPK ที่วัดได้ของเครื่อง Rapitest รุ่น 1835	
ตารางที่ 6.6	69
ปริมาณค่าความเค็มที่มีผลต่อพืช	
กิจกรรมย่อยที่ 7	
ตารางที่ 7.1	89
รายละเอียดการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส	
กิจกรรมย่อยที่ 8	
ตารางที่ 8.1	103
องค์ประกอบทางเคมีของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวใน น้ำมันมะพร้าว	
ตารางที่ 8.2	106
ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันมะพร้าว	
กิจกรรมย่อยที่ 9	
ตารางที่ 9.1	121
แสดงกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าว	
กิจกรรมย่อยที่ 10	
ตารางที่ 10.1	132
องค์ประกอบทางเคมีของกากมะพร้าว	
กิจกรรมย่อยที่ 12	
ตารางที่ 12.1	146
แสดงองค์ประกอบทางเคมีของทางใบมะพร้าวและฟาง ข้าว	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
<b>วิธีดำเนินการวิจัย</b>		
กิจกรรมย่อยที่ 5		
ตารางที่ 5.1	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 กิโลกรัม (1000 กรัม) : กาวแป้งมันสำปะหลัง 1.5 กิโลกรัม (1500 กรัม)	158
กิจกรรมย่อยที่ 8		
ตารางที่ 8.1	สัดส่วนของวัตถุดิบหลักในการผลิตสบู่	187
กิจกรรมย่อยที่ 10		
ตารางที่ 10.1	ส่วนประกอบของอาหารแต่ละสูตรที่ใช้ในสุกร ทดลอง (ปริมาณต่อ 100 กิโลกรัม)	200
กิจกรรมย่อยที่ 11		
ตารางที่ 11.1	แสดงส่วนประกอบสูตรอาหารกากมะพร้าวสกัด น้ำมันเลี้ยงปลานิล	204
<b>ผลการวิจัยและวิจารณ์</b>		
กิจกรรมย่อยที่ 1		
ตารางที่ 1.1	พื้นที่ที่มีการปลูกมะพร้าว 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และระนอง	213
ตารางที่ 1.2	จำนวนวันที่ฝนตก และความชื้นสัมพัทธ์ของ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และ ระนอง พ.ศ. 2549-2558	217
ตารางที่ 1.3	พื้นที่สำรวจจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว ของเกษตรกร ทำสวนมะพร้าวจังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย	219
ตารางที่ 1.4	ปี พ.ศ. ที่เริ่มปลูก พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว อายุ ของต้นมะพร้าว พื้นที่ปลูกมะพร้าวปัจจุบัน การ โค่นทิ้ง การ วิเคราะห์ดินและใบ ของเกษตรกรทำ สวนมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย	221
ตารางที่ 1.5	ลักษณะการประกอบกิจการ ตำแหน่งของ เกษตรกร อาชีพเสริม จำนวนพนักงานและลูกจ้าง สวนมะพร้าว การจัดบันทึกข้อมูลในสวนและการ นำข้อมูลที่จัดบันทึกมาใช้ประโยชน์ของเกษตรกร ทำสวนมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย	223

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1.6	พันธุ์มะพร้าว แหล่งพันธุ์มะพร้าว ลักษณะการปลูก ลักษณะพื้นที่ปลูก จำนวนต้นต่อไร่ ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย	225
ตารางที่ 1.7	ระยะห่างระหว่างต้น การใช้ปุ๋ย ศัตรูของมะพร้าว และวิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย	226
ตารางที่ 1.8	รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตที่เกี่ยวข้อง ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังเก็บเกี่ยว ราคาเก็บเกี่ยว ผลผลิตต่อผล ราคาจำหน่ายผลผลิตต่อผล การใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวและช่องทางการรับรู้ข่าวสาร ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย	227
ตารางที่ 1.9	แสดงความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว และการตลาดของมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย	228
ตารางที่ 1.10	พื้นที่สำรวจจังหวัดชุมพร เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าวของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดชุมพรจำนวน 274 ราย	230
ตารางที่ 1.11	ปี พ.ศ.ที่เริ่มปลูก พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว อายุของต้นมะพร้าว พื้นที่ปลูกมะพร้าวปัจจุบัน การโค่นทิ้ง การวิเคราะห์ดินและใบ ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย	232
ตารางที่ 1.12	ลักษณะการประกอบกิจการ ตำแหน่งของเกษตรกร อาชีพเสริม จำนวนพนักงานและลูกจ้างสวนมะพร้าว การจดบันทึกข้อมูลในสวนและการนำข้อมูลที่จดบันทึกมาใช้ประโยชน์ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย	234

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1.13	พันธุ์มะพร้าว แหล่งพันธุ์มะพร้าว ลักษณะการปลูก ลักษณะพื้นที่ปลูก จำนวนต้นต่อไร่ ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดชุมพรจำนวน 274 ราย	236
ตารางที่ 1.14	ระยะห่างระหว่างต้น การใช้ปุ๋ย ศัตรูของมะพร้าว และวิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย	237
ตารางที่ 1.15	รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตที่เก็บเกี่ยว ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังเก็บเกี่ยว ราคาเก็บเกี่ยว ผลผลิตต่อผล ราคาจำหน่ายผลผลิตต่อผล การใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดชุมพรจำนวน 274 ราย	239
ตารางที่ 1.16	ช่องทางการรับรู้ข่าวสารของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย	240
ตารางที่ 1.17	แสดงความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว และการตลาดของมะพร้าว	241
ตารางที่ 1.18	พื้นที่สำรวจจังหวัดสุราษฎร์ธานี เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าวของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย	243
ตารางที่ 1.19	ปี พ.ศ.ที่เริ่มปลูก พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว อายุของต้นมะพร้าว พื้นที่ปลูกมะพร้าวปัจจุบัน การโค่นทิ้ง การวิเคราะห์ดินและใบ ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย	245
ตารางที่ 1.20	ลักษณะการประกอบกิจการ ตำแหน่งของเกษตรกร อาชีพเสริม จำนวนพนักงานและลูกจ้างสวนมะพร้าว การจดบันทึกข้อมูลในสวนและการนำข้อมูลที่จดบันทึกมาใช้ประโยชน์ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย	247

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1.21	พันธุ์มะพร้าว แหล่งพันธุ์มะพร้าว ลักษณะการปลูก ลักษณะพื้นที่ปลูก จำนวนต้นต่อไร่ ระยะห่างระหว่างต้น การใช้ปุ๋ย ศัตรูของมะพร้าว และวิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย	249
ตารางที่ 1.22	รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตที่เก็บเกี่ยว ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังเก็บเกี่ยว ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อผล ราคาจำหน่ายผลผลิตต่อผล การใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวและช่องทาง การรับรู้ข่าวสาร ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย	251
ตารางที่ 1.23	แสดงความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว และการตลาดของมะพร้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย	252
ตารางที่ 1.24	พื้นที่สำรวจจังหวัดระนอง เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าวของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย	253
ตารางที่ 1.25	ปี พ.ศ.ที่เริ่มปลูก พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว อายุของต้นมะพร้าว พื้นที่ปลูกมะพร้าวปัจจุบัน การโค่นทิ้ง การวิเคราะห์ดินและใบ ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย	255
ตารางที่ 1.26	ลักษณะการประกอบกิจการ ตำแหน่งของเกษตรกร อาชีพเสริม จำนวนพนักงานและลูกจ้างสวนมะพร้าว การจดบันทึกข้อมูลในสวนและการนำข้อมูลที่จดบันทึกมาใช้ประโยชน์ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย	256
ตารางที่ 1.27	พันธุ์มะพร้าว แหล่งพันธุ์มะพร้าว ลักษณะการปลูก ลักษณะพื้นที่ปลูก จำนวนต้นต่อไร่ ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย	257

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1.28	ระยะห่างระหว่างต้น การใช้ปุ๋ย ศัตรูของมะพร้าว และวิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย	258
ตารางที่ 1.29	รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตที่เก็บเกี่ยว ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังเก็บเกี่ยว ราคาเก็บเกี่ยว ผลผลิตต่อผล ราคาจำหน่ายผลผลิตต่อผล การใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวและช่องทางการรับรู้ข่าวสาร ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย	259
ตารางที่ 1.30	แสดงความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว และการตลาดของมะพร้าวจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย	260
กิจกรรมย่อยที่ 2		
ตารางที่ 2.1	จำนวนผลต่อต้นทะเลายตั้งแต่ระยะดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน	262
ตารางที่ 2.2	ขนาดความกว้างของผลมะพร้าวที่โคน กลาง และปลายทะเลายตั้งแต่ระยะดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน	263
ตารางที่ 2.3	ขนาดความยาวของผลมะพร้าวที่โคน กลาง และปลายทะเลายตั้งแต่ระยะดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน	265
ตารางที่ 2.4	น้ำมะพร้าวและความหนาเปลือกมะพร้าว อายุ 10-11 เดือนของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน	268
ตารางที่ 2.5	น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเนื้อมะพร้าว อายุ 10-11 เดือนของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน	270
ตารางที่ 2.6	ความหนาของเนื้อและกะลามะพร้าว อายุ 10-11 เดือนของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน	271

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 2.7	น้ำหนักกะลามะพร้าว อายุ 10-11 เดือนของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน	271
กิจกรรมย่อยที่ 3		
ตารางที่ 3.1	ผลผลิตมะพร้าว ผลขนาดใหญ่ ที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือน เมษายนถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560	276
ตารางที่ 3.2	ผลผลิตมะพร้าว ผลขนาดกลางเฉลี่ยต่อต้น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560	277
ตารางที่ 3.3	ผลผลิตมะพร้าว ผลขนาดเล็กที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือน เมษายนถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560	278
ตารางที่ 3.4	ผลผลิตและราคาของมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็กที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือน เมษายนถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560	279
ตารางที่ 3.5	ความสูงของต้นพริกไทยที่ปลูกแซมในแปลงมะพร้าวอายุ 28 ปี	281
ตารางที่ 3.6	ความสูงต้น จำนวนรวงต่อกอ และผลผลิตต่อไร่ของข้าวไร่พันธุ์สามเดือน เล็บนกไร่ ดอกขาม และภูเขาทองที่ปลูกแซมในสวนมะพร้าวอายุ 28 ปี	283
ตารางที่ 3.7	ต้นทุนการผลิตในการเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้นต่อปี	285
กิจกรรมย่อยที่ 4		
ตารางที่ 4.1	สมบัติดินปลูกมะพร้าวในแต่ละอำเภอ ที่ความลึก 0-20 ซม. (n=9)	288
ตารางที่ 4.2	ความเข้มข้นธาตุอาหารในใบมะพร้าวในแต่ละอำเภอ (n=9)	291
ตารางที่ 4.3	ความเข้มข้นธาตุอาหารในใบมะพร้าวพิจารณาจากระยะทางที่ห่างจากชายฝั่งทะเล (n=9)	292
ตารางที่ 4.4	ข้อมูลราคาและปริมาณผลผลิตมะพร้าว	293
กิจกรรมย่อยที่ 5		
ตารางที่ 5.1	แสดงความหนาแน่นรวมเฉลี่ย (Average Bulk Density, $kg/m^3$ ) ของทาง และกาบมะพร้าว หลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว	295

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 5.2	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความพรุนเฉลี่ย (Average Porosity Percentage, %) ของทาง และกาบมะพร้าวหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว	296
ตารางที่ 5.3	แสดงค่าความชื้นสัมบูรณ์เฉลี่ย (Average Absolute Moisture Content, %) ของทาง และกาบมะพร้าวหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว	296
ตารางที่ 5.4	แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเฉลี่ย (Average Water Absorption Percentage, %) ของทาง และกาบมะพร้าวหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว	297
ตารางที่ 5.5	แสดงขนาดเฉลี่ย (Average Particles Size, $\mu m$ ) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการลดขนาดด้วยเครื่องตีป่น	298
ตารางที่ 5.6	แสดงค่าความชื้นเฉลี่ย (Average Moisture, %) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการลดขนาดด้วยเครื่องตีป่น	298
ตารางที่ 5.7	แสดงค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย (Average Electric Conductivity (E.C.), $mS/cm$ ) ของวัสดุผสมในสูตรต่าง ๆ จากทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว	299
ตารางที่ 5.8	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย (pH) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าวหลังจากการผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ	300
ตารางที่ 5.9	แสดงเวลาเฉลี่ยทั้งหมด (วินาที) ที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง	302
ตารางที่ 5.10	น้ำหนักกระถางเฉลี่ย (กรัม) ที่ได้หลังจากการอัดขึ้นรูป	303
ตารางที่ 5.11	จำนวนกระถางที่อัดได้คุณภาพในค่าความดัน 1,500 psi และช่วงเวลากดค้างไว้นาน 10 วินาที	303
ตารางที่ 5.12	ความชื้นสัมบูรณ์เริ่มต้นของกระถางหลังจากการอัดขึ้นรูป	304

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 5.13	ความชื้นสัมบูรณ์ของกระถางขณะที่แห้งในสภาพ อุณหภูมิห้อง	305
ตารางที่ 5.14	ความชื้นสัมพัทธ์ของกระถางในสภาพอุณหภูมิห้อง	305
ตารางที่ 5.15	เปอร์เซ็นต์การพองตัวของขึ้นงาน	306
ตารางที่ 5.16	เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของกระถาง	307
กิจกรรมย่อยที่ 6		
ตารางที่ 6.1	ปริมาณธาตุ N, P, K, pH และ EC จาก ห้องปฏิบัติการ	317
ตารางที่ 6.2	ปริมาณธาตุ N, P, K, pH และ EC จาก ห้องปฏิบัติการ (ต่อ)	318
ตารางที่ 6.3	ปริมาณของธาตุ NPK ในช่วงต่าง ๆ ของเครื่อง Rapitest ที่วัดปริมาณธาตุ NPK โดย รวม รุ่น 1835 และ 1880	324
ตารางที่ 6.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า A/D ของเครื่องที่ ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินกับ ปริมาณของธาตุ N และ K ของเครื่อง Rapitest ที่ วัดปริมาณธาตุ NPK โดยรวม รุ่น 1835 และ 1880	325
ตารางที่ 6.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า A/D ของเครื่องที่ ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินกับ ปริมาณของธาตุ P ของเครื่อง Rapitest ที่วัด ปริมาณธาตุ NPK โดยรวมรุ่น 1835 และ 1880	326
ตารางที่ 6.6	ผลการทดลองวัดค่าพีเอช (pH)	328
ตารางที่ 6.7	ผลการทดลองวัดค่าความเค็ม	328
ตารางที่ 6.8	การทดลองวัดปริมาณน้ำฝน	329
กิจกรรมย่อยที่ 7		
ตารางที่ 7.1	ผลการบดย่อยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	330
ตารางที่ 7.2	ผลการอัดบล็อกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	330
ตารางที่ 7.3	ผลการควบคุมและปรับความเร็วของมอเตอร์ด้วย Arduino	331
ตารางที่ 7.4	คุณภาพของทางปาล์มน้ำมันแต่ละกลุ่มที่ได้ทำการ ทดสอบ	333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
กิจกรรมย่อยที่ 8		
ตารางที่ 8.1	ลักษณะของกะทิที่ผ่านการแช่แข็งอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสที่เวลาต่าง ๆ กัน	335
ตารางที่ 8.2	การแยกชั้นของกะทิเมื่อเหวี่ยงแยกที่ ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที เป็นเวลาต่าง ๆ กันด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส	335
ตารางที่ 8.3	การแยกชั้นของกะทิเมื่อปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิต่าง ๆ ด้วยเครื่องเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ	336
ตารางที่ 8.4	ผลการแยกน้ำมันมะพร้าวแบบไม่แช่แข็งกะทิโดยปั่นเหวี่ยงที่เวลาต่าง ๆ ด้วยเครื่องเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที	336
ตารางที่ 8.5	ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีและกายภาพของน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้กับน้ำมันมะพร้าวที่จำหน่ายในท้องตลาด	337
ตารางที่ 8.6	ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันมะพร้าวที่แยกได้จากกะทิแบบแช่แข็ง และ แบบไม่แช่แข็ง	338
ตารางที่ 8.7	ปริมาณกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวที่จำหน่ายในท้องตลาด	338
ตารางที่ 8.8	สมบัติทางกายภาพและเคมีของชั้นครีมโปรตีนและน้ำที่จางจากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดยวิธีปั่นเหวี่ยง	339
ตารางที่ 8.9	สมบัติทางกายภาพของสบู่จากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	340
ตารางที่ 8.10	ปริมาณสารไม่ละลายในเอทานอล, ไขมันทั้งหมด และต่างอิสระของสบู่ที่ใช้ครีมโปรตีนทดแทนน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	341
กิจกรรมย่อยที่ 9		
ตารางที่ 9.1	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ครีมกะทิ	342
ตารางที่ 9.2	ตารางการแสดงค่าเฉลี่ยผลปริมาณน้ำในน้ำมัน	345
ตารางที่ 9.3	ปริมาณกรดไขมันที่อุณหภูมิต่าง ๆ	345

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
กิจกรรมย่อยที่ 10		
ตารางที่ 10.1	แสดงผลการใช้ผลกาน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการเติบโตของสุกร	348
ตารางที่ 10.2	น้ำหนักเนื้อสุกรที่ได้จากการใช้กาน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารสุกรในระดับที่แตกต่างกัน	349
ตารางที่ 10.3	น้ำหนักเครื่องในสุกรที่ได้จากการใช้กาน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารสุกรในระดับที่แตกต่างกัน	350
ตารางที่ 10.4	ค่า pH ของเนื้อสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตรที่เวลา 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ภายหลังสัตว์ตาย	351
ตารางที่ 10.5	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการเก็บรักษาของเนื้อสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร ที่ระยะเวลาการบ่ม 1, 3, 5 และ 7 วัน	352
ตารางที่ 10.6	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการทำให้สุกของเนื้อสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร ที่ระยะเวลาการบ่ม 1, 3, 5 และ 7 วัน	352
ตารางที่ 10.7	ค่าสีของเนื้อสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร ที่เวลา 24 ชั่วโมง ภายหลังสัตว์ตาย	353
ตารางที่ 10.8	ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force; kgf-mm <sup>2</sup> ) ของสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร ที่ระยะเวลา การบ่ม 1, 3, 5 และ 7 วัน	353
กิจกรรมย่อยที่ 11		
ตารางที่ 11.1	องค์ประกอบทางโภชนาอาหารทดลองที่ผสมกาน้ำมันมะพร้าวสกัดน้ำมันในสูตรอาหารปลานิล	358
ตารางที่ 11.2	การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกาน้ำมันมะพร้าว สกัดน้ำมัน ระยะเวลา 120 วัน	359
กิจกรรมย่อยที่ 12		
ตารางที่ 12.1	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพ	361
ตารางที่ 12.2	แสดงค่าการย่อยได้ของทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพแบบ <i>in vitro</i> โดยวิธี Rumen Liquor pepsin	362
ตารางที่ 12.3	แสดงระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักต่อประสิทธิภาพการหมักในกระเพาะรูเมนในชั่วโมงที่ 6 ปัจจัย	363

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 12.4	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของทางใบมะพร้าวหมัก หญ้าเนเปียร์หมัก และอาหารชั้น	367
ตารางที่ 12.5	แสดงระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักต่อ ประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม	368



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### กิจกรรมย่อยที่ 1

ภาพที่	ภาพที่	ลำต้นของมะพร้าว	หน้า
	ภาพที่ 1.1	ลำต้นของมะพร้าว	
	ภาพที่ 1.2	ดอกของมะพร้าว	๔๓
	ภาพที่ 1.3	โครงสร้างของผลมะพร้าว	๔๐
	ภาพที่ 1.4	รอยกัดฉีกของหูกปากของศัตรูของมะพร้าว	๕๐
	ภาพที่ 1.5	รอยกัดฉีกที่ระดับสูงามแข็งแบบรีอคเวลล์	๕๒
	ภาพที่ 1.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance	๕๔

### กิจกรรมย่อยที่ 2

กิจกรรมย่อยที่ 2.1	โครงสร้างของกรดไขมันอิ่มตัว	20
--------------------	-----------------------------	----

### กิจกรรมย่อยที่ ๓

ภาพที่ 3.1	สัญลักษณ์ออปแอมป์	59
ภาพที่ 3.1	วงจรขยายออปแอมป์แบบกลับเฟส	60

### กิจกรรมย่อยที่ 5

ภาพที่ 5.1	แสดงลำต้นของมะพร้าว	33
ภาพที่ 5.2	แสดงดอกของมะพร้าว	34
ภาพที่ 5.3	ก แสดงผลของมะพร้าว และ ข แสดงโครงสร้างของผล	34
ภาพที่ 5.4	แสดงภาพของมะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย	35
ภาพที่ 5.5	แสดงภาพของมะพร้าวพันธุ์ต้นสูง	35
ภาพที่ 5.6	สีเส้นของดอกหน้าวัวสายพันธุ์ต่าง ๆ	39
ภาพที่ 5.7	สายพันธุ์ดอกหน้าวัวที่มีจานรองดอกสีแดง	40
ภาพที่ 5.8	สายพันธุ์ดอกหน้าวัวที่มีจานรองดอกสีส้ม	40
ภาพที่ 5.9	สายพันธุ์ดอกหน้าวัวที่มีจานรองดอกสีชมพู	41
ภาพที่ 5.10	สายพันธุ์ดอกหน้าวัวที่มีจานรองดอกสีขาว	42
ภาพที่ 5.11	แสดงวัสดุปลูกที่ใช้ในการปลูกไม้ดอกไม้ประดับ	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.3	วงจรรขยายออปแอมป์แบบไม่กลับเฟส	60
ภาพที่ 6.4	ส่วนประกอบของอาตุโน้มนาโน	61
ภาพที่ 6.5	จอ LCD 16x2 character (I2C)	62
ภาพที่ 6.6	ขาที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ Arduino UNO R3	64
ภาพที่ 6.7	การรับ-ส่งข้อมูล แบบ I2C BUS	65
ภาพที่ 6.7	ลักษณะของโมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเปลี่ยนเป็น ลักษณะของเครื่องวัดค่า NPK โดยรวม รุ่น Rapitest พลังงาน 1880	66
ภาพที่ 6.8	ลักษณะของเครื่องวัดระดับและอุณหภูมิของ Rapitest	67
กิจกรรมย่อยที่ 9	ลักษณะของมิเตอร์ 3 in 1 รุ่น 836-1	69
กิจกรรมย่อยที่ 9.1	โครงสร้างของกรดลอรริก	121
ภาพที่ 7.2	บอร์ดหลักที่ประกอบขึ้นเป็นศูนย์กลาง	123
กิจกรรมย่อยที่ 10	รุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload	84
ภาพที่ 7.0.1	หมายเลขเปลี่ยนสีของบอร์ด	134
กิจกรรมย่อยที่ 11	ก	85
ภาพที่ 7.5	พอร์ตต่าง ๆ ของบอร์ด Arduino UNO R3	85
ภาพที่ 7.6	รูปร่างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	86
ภาพที่ 7.7	รูปร่างของรีเลย์ 12VDC/10A 125VAC	90
ภาพที่ 7.8	รูปร่างของรีเลย์ 12VDC/30A 240VAC	90
ภาพที่ 7.9	โครงสร้างภายในและการต่อรีเลย์	91
กิจกรรมย่อยที่ 8	โครงสร้างของกรดลอรริก (C12:0)	101

สารบัญภาพ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 11.1	ปลานิล <i>Oreochromis niloticus</i>	140
ภาพที่ 11.2	มะพร้าว	142
<b>ภาพที่</b>	<b>มื่อย่อยที่ 12</b>	<b>หน้า</b>
ภาพที่ 5.1	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการขึ้นรูปทรงและใบ	150
ภาพที่ 5.10	การขึ้นรูป (Leaflets)	157
<b>วิธีการดำเนินการวิจัย</b>	<b>ลักษณะของกาวจากการตั้งไฟเคียวจนใสพร้อมใช้งาน</b>	<b>158</b>
ภาพที่ 5.12	การผสมวัสดุกับกาวก่อนการอัด	159
ภาพที่ 5.13	เครื่องขึ้นไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง	159
ภาพที่ 5.14	ก. กาบมะพร้าว และ ข. ทางมะพร้าว ก่อนการเตรียม	153
ภาพที่ 5.15	ตูบ ยี่ห้อ memmert รุ่น UN 55	161
ภาพที่ 5.16	ก. การเตรียมกาบมะพร้าว และ ข. ทางมะพร้าว ก่อน	153
ภาพที่ 5.17	เครื่องทดสอบยี่ห้อ Retsch รุ่น AS 200	162
ภาพที่ 5.18	เครื่องวัดความชื้น (Moisture Analyzer) ยี่ห้อ	163
ภาพที่ 5.19	ก. กาบมะพร้าว ทางมะพร้าว ทผ่านการลดขนาดจาก	154
ภาพที่ 5.20	sartorius รุ่น MA37	163
ภาพที่ 5.21	การวัดค่าการขึ้นรูป	163
ภาพที่ 5.22	เครื่องวัดค่าการขึ้นรูปไฟฟ้า ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI98331	164
ภาพที่ 5.23	การวัดค่าการขึ้นรูปการขึ้นรูป และถ่านกษมะพร้าว ที่	164
ภาพที่ 5.24	ผ่านการลดขนาดจากการตีปน	155
ภาพที่ 5.25	เครื่องตีปน	155
ภาพที่ 5.26	การขึ้นรูปกระถาง	156
ภาพที่ 5.27	เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางควบคุมการทำงานด้วย	156
ภาพที่ 5.28	ระบบไฮดรอลิกส์	156

สารบัญภาพ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.20	เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง	165
ภาพที่ 5.21	การอัดวัสดุผสมในรูปเหรียญทั้ง 6 ส่วนผสม	165
ภาพที่ 5.22	เครื่อง Universal Testing Machine ยี่ห้อ LLOYD รุ่น TA plus	166
กิจกรรมย่อยที่ 7		
ภาพที่ 5.23	การแปรรูปผงในน้ำเป็นเวลา 1 นาที	168
ภาพที่ 7.1	เครื่องบดวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรที่นำเสนอใน	168
ภาพที่ 5.24	กระบวนการที่แปรรูปแล้ววางบนตะแกรง โดยให้ตะแกรงยกสูง	168
	จากฟลอป	
ภาพที่ 7.2	เครื่องยนต์ดีเซลไม่ต่ำกว่า 10 แรงม้าต่อ 1 ลูกสูบ โดย	179
ภาพที่ 5.25	ขึ้นรูปดินผสมขนาด 5x5 เซนติเมตร	169
ภาพที่ 5.26	กระบวนการที่ผ่านการอัดขึ้นรูปในส่วนผสมต่างๆ ที่	170
ภาพที่ 7.3	เบ้มือที่เอียงและเบ้มือที่สลับของเครื่องบดวัสดุฯ ที่	170
กิจกรรมย่อยที่ 6		
ภาพที่ 5.1	นำเสนอ	
ภาพที่ 7.4	บล็อกข้อมูลและรวมการทำงานของเครื่องวัดและแสดงผล	171
	เครื่องอัดวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรที่นำเสนอใน	
	แฟ้มชุด NPKวิจัยนี้	
ภาพที่ 5.2	วงจรรวมของเครื่องวัดและแสดงผลแฟ้มชุด NPK นำไป	172
ภาพที่ 6.3	ลักษณะของชิ้นตัวนำ	172
ภาพที่ 5.4	เครื่องวัดและแสดงผลแฟ้มชุด NPK ที่นำเสนอ	173
ภาพที่ 7.6	วงจรรวมที่ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	173
ภาพที่ 6.5	วงจรรวมของเครื่องวัดความเค็มที่นำเสนอในงานวิจัยนี้	174
ภาพที่ 6.6	หน้าที่แต่ละขาของไอซีเบอร์ TL074 ที่ใช้เครื่องวัดความ	174
	เค็ม	
ภาพที่ 6.7	เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบถ้วยกระดก	175
ภาพที่ 6.8	หลักการการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	176
ภาพที่ 6.9	ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการวัดค่า NPK	177

สารบัญภาพ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7.7	วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง	183
ภาพที่ 7.8	Arduino กับการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วยความถี่	184
<b>ภาพที่</b>		<b>หน้า</b>
กิจกรรมย่อยที่ 9.16	ท่อ PVC	195
ภาพที่ 9.17	เครื่องวัดความเร็วรอบ 60	198
ภาพที่ 9.18	เครื่องผลิตสกัคน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น Hotplate stirrer	198
ภาพที่ 9.19	อุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	198
ภาพที่ 9.20	เครื่องเหี่ยวน้ำคั้น Alfa-Laval MOPX 205TGT	199
ภาพที่ 9.21	ถังน้ำอุ่นพลาสติกขนาด 100 ลิตร	199
ภาพที่ 9.22	เครื่องชั่งดิจิตอลยี่ห้อ UWE รุ่น GW-30K	199
ภาพที่ 9.6	ถังสแตนเลส 316	191
<b>ผลการวิจัยและวิจารณ์</b>	<b>ปั้มน้ำสแตนเลส</b>	191
กิจกรรมย่อยที่ 9.8	ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature control)	192
ภาพที่ 9.9	Solid state (Relay)	192
ภาพที่ 9.10	พินที่ปลุกมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์อยู่ในกลุ่มไม้สวิตช์เปิด - ปิดการทำงานของไฟฟ้า (Breaker 40 แอมป์) ผลแสดงลักษณะพินที่สุม่วงมวงบริเวณ ด้านทิศตะวันออกติดกับฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย	193
ภาพที่ 9.11	แผ่นระบายความร้อน (Heat sink)	193
ภาพที่ 9.12	พินที่ปลุกมะพร้าวจังหวัดชุมพรอยู่ในกลุ่มไม้ผลแสดง	215
ภาพที่ 9.13	ลักษณะพินที่สีม่วงมวงบริเวณด้านทิศตะวันออกติดกับ	194
ภาพที่ 9.14	เกจวัดความดัน	195
ภาพที่ 9.15	วาล์ว	195

สารบัญภาพ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย	
ภาพที่ 1.3	พื้นที่ปลูกมะพร้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานีอยู่ในกลุ่มไม้ผล	216
<b>ภาพที่</b>	แสดงลักษณะพื้นที่สีม่วงบริเวณด้านทิศตะวันออกติด	<b>หน้า</b>
ภาพที่ 2.5	กับฝั่งทะเลด้านเรือกราบใต้ และกลางของมะพร้าวที่ อายุ	273
กิจกรรมย่อยที่ 2	10-13 เดือนของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง ที่มีลักษณะผล	
ภาพที่ 2.1	สีเขียวสดสีส้มอ่อนและสีเขียวแก่ที่พันธุ์พื้นเมืองที่มี	266
กิจกรรมย่อยที่ 3	ลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้นนูน	
ภาพที่ 2.1 (ต่อ)	ผลรูปทรงพริกที่มีอายุ 28 ปีที่ฐานต้นพันธุ์พื้นเมืองที่มี	265
ภาพที่ 3.2	ลักษณะผลสีเขียวที่ปลูกกับมะพร้าวสีเขียวก้นนูน 28 ปี	279
ภาพที่ 2.2	ลักษณะผลสีเขียวที่ปลูกกับมะพร้าวสีเขียวก้นนูน 28 ปี	269
ภาพที่ 3.3	ต้นพริกที่ปลูกที่พื้นที่ปลูกมะพร้าวสีส้มอ่อน	280
ภาพที่ 3.4	ต้นพริกที่ปลูกที่พื้นที่ปลูกมะพร้าวสีส้มอ่อน	281
ภาพที่ 2.3	ความหนาของเนื้อ อายุ 10-13 เดือนของมะพร้าวพันธุ์	271
ภาพที่ 3.5	พื้นเมืองที่ได้ลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียว	282
ภาพที่ 3.6	เปลือกขาวไร้ที่ปลูกกับมะพร้าวอายุ 28 ปี	282
ภาพที่ 2.4	ลักษณะรวงของข้าวไร่ 4 สายพันธุ์ที่ปลูกร่วมกับ	272
ภาพที่ 3.7	มะพร้าวพันธุ์สีส้มอ่อน (ก) 14 เดือนของมะพร้าว	
	พันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสี	
	เขียวก้นนูน	
	เปลือกที่สีน้ำตาลปนเขียวที่ปลูกแซมในแปลงมะพร้าวอายุ 28	283

### สารบัญภาพ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่	ปี การเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ (ก) ตัดต้นพันธุ์ให้ เกษตรกร (ข) ลักษณะของต้นพันธุ์ที่สมบูรณ์ (ค) การ เลือกท่อนพันธุ์ที่สมบูรณ์ ให้กับเกษตรกร (ง และ จ)	หน้า
กิจกรรมย่อยที่ 4 ภาพที่ 5.3.2 ภาพที่ 4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะ การกดยืดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 2 (ทาง 200 กรัม ฟาง 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม)	309 289
ภาพที่ 4.1 (ต่อ) ภาพที่ 5.3.3	การเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินตามระยะทางที่ห่างจาก การกดยืดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 3 (ทาง 400 กรัม ฟาง 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม)	290 310
กิจกรรมย่อยที่ 5 ภาพที่ 5.1 ภาพที่ 5.3.4	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัด กับระยะยาว การกดยืดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 4 (ทาง 200 กรัม ฟาง 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 600 กรัม)	301 310
ภาพที่ 5.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของกระถาง และตั้งค้ำยสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกับระยะยาว	306
ภาพที่ 5.3.5	แสดงค้ำยสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกับระยะยาว การกดยืดในน้ำ	311
ภาพที่ 5.3.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกับระยะ การกดยืดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 5 (ทาง 400 กรัม ฟาง 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม)	309
ภาพที่ 5.3.6	การกดยืดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 1 (ทาง 200 กรัม ฟาง 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) การกดยืดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 6 (ทาง 600 กรัม ฟาง 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม)	311

สารบัญภาพ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมย่อยที่ 6		
ภาพที่ 6.1	เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)	312
ภาพที่ 6.2	สารที่ไตเตรตเสร็จแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีแดง	313
ภาพที่ 6.3	Standard phosphorous	314
ภาพที่ 6.4	ภาพที่ประมาณผลปริมาณฟอสฟอรัส (P) จากเครื่องวัด Rapitest รุ่น 1835 และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน	315
ภาพที่ 6.5	ลักษณะของเครื่อง atomic absorption spectrophotometer	316
ภาพที่ 6.6	ในเครื่องในท้องปฏิบัติการ และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน	318
ภาพที่ 6.7	ลักษณะของเครื่อง Rapitest แบบเข็ม รุ่น 1880	319
ภาพที่ 6.8	ลักษณะของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในท้องปฏิบัติการ และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน	320
ภาพที่ 6.9	ค่า AVD และค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างผลการทดลองของค่าโพแตสเซียมในท้องปฏิบัติการ และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK	320
ภาพที่ 6.10	ค่า AVD และค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างผลการทดลองของค่าโพแตสเซียมในท้องปฏิบัติการ และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK	321
ภาพที่ 6.11	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน	325

สารบัญภาพ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ธาตุ NPK โดยรวม รุ่น 1835 และ 1880	
ภาพที่ 6.17	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า A/D ของเครื่องที่	326
<b>ภาพที่</b>	ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน กับปริมาณ	<b>หน้า</b>
ภาพที่ 11.4	ของธาตุ P ของเครื่อง Rapitest ที่วัดปริมาณธาตุ	358
	แผ่นภูมิแสดงอัตราค่าการร่อยด้ายของปลานิล สูตร	
	NPK โดยรวม รุ่น 1835 และ 1880	
ภาพที่ 6.18	อาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน	
	เครื่องวัดความนำไฟฟ้า (AZ8361) กับผลการวัดค่า	327
	ความเค็มของเครื่องที่สร้างขึ้น	
กิจกรรมย่อยที่ 9		
ภาพที่ 9.1	ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยระหว่างเวลากับปริมาณใน	343
	การแยกชั้นน้ำมันมะพร้าว	
ภาพที่ 9.2	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันมะพร้าว	344
กิจกรรมย่อยที่ 11		
ภาพที่ 11.1	แผนภูมิแสดงอัตราการเจริญเติบโตน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย	354
	(กรัม/ตัว) สูตรอาหารผสม กากมะพร้าวสกัดน้ำมัน	
ภาพที่ 11.2	แผนภูมิแสดงอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน(กรัม/วัน)	356
	สูตรอาหารผสมกากมะพร้าว สกัดน้ำมัน	
ภาพที่ 11.3	แผนภูมิแสดงอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)	357
	สูตรอาหารผสมกากมะพร้าว สกัดน้ำมัน	

สารบัญภาพ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะพร้าวเป็นพืชพื้นเมืองที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากคนไทยใช้บริโภคโดยตรงในรูปแบบของน้ำมะพร้าว เนื้อมะพร้าว กะทิมะพร้าว น้ำมันมะพร้าวและใช้ประกอบอาหารคาวหวานได้หลายรูปแบบ คนไทยนำส่วนอื่น ๆ ใช้ประโยชน์ได้อีกหลายอย่าง จนกล่าวได้ว่ามะพร้าวเป็นพืชสารพัดประโยชน์ที่มีบทบาทในวิถีชีวิตมายาวนาน ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตมะพร้าวอันดับที่ 6 ของโลก รองจากประเทศอินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ อินเดีย บราซิล และศรีลังกา สำนักงานสถิติแห่งชาติสำรวจพบว่า ประชากร 1 คน บริโภคเนื้อมะพร้าวประมาณปีละ 8,273.2 กรัม หรือประมาณ 18 ผลต่อคนต่อปี พื้นที่ปลูกมะพร้าวของประเทศไทยเมื่อ 17 ปีที่ผ่านมา มีพื้นที่ปลูกมะพร้าว 2.5 ล้าน ไร่ มีผลผลิต 2,053,488 ตัน แต่ปัจจุบันพื้นที่ปลูกมะพร้าวลดลงมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่เดิม โดยในปี 2557 มีพื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศ 260,966 ไร่ มีผลผลิต 37,847 ตัน สาเหตุหลักมาจากเกษตรกรหันไปปลูกพืชชนิดอื่นที่ได้อัตราผลตอบแทน เช่น ยางพารา ทุเรียน สับปะรด ปาล์ม น้ำมัน นอกจากนี้ ปี 2553-2554 พบการระบาดของแมลง โดยเฉพาะแมลงดำหนามและพบสภาวะแห้งแล้ง ฝนไม่ตกตามฤดูกาล ทำให้มะพร้าวยืนต้นตายจำนวนมาก ทำให้พื้นที่ปลูกลดลง ส่งผลให้มะพร้าวขาดตลาดและราคาสูง มีผลกระทบต่อการผลิตและตลาดในอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความต้องการมะพร้าวในประเทศปรับตัวสูงขึ้น และต้องนำผลผลิตมะพร้าวเข้ามาจากต่างประเทศ

ปัจจุบันความต้องการมะพร้าวทางอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์มะพร้าว เช่น การผลิตน้ำมันมะพร้าว การผลิตกะทิเข้มข้น มะพร้าวอบแห้ง น้ำตาลมะพร้าว หรือใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง หรือใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตเนยเทียม นมข้นหวาน สบู่ และแชมพู เป็นต้น อย่างไรก็ตามปริมาณความต้องการบริโภคโดยตรง เช่น ใช้ในการปรุงอาหาร การกินผลสดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มของประชากร เมื่อความต้องการมะพร้าวเพิ่มขึ้น พื้นที่ปลูกลดลง มะพร้าวมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ ประกอบกับงานวิจัยด้านมะพร้าวยังมีน้อย ดังนั้น การสนับสนุนให้มีการวิจัยเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตและการแปรรูปมะพร้าวตลอดห่วงโซ่อุปทานให้เหมาะสมกับความต้องการ เพื่อให้สามารถบริหารจัดการทรัพยากรการผลิตได้อย่างยั่งยืน ส่งผลถึงการพัฒนาและความมั่นคงทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

กิจกรรมย่อยที่ 1 : สํารวจข้อมูลการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

1.1 เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านการผลิตและการตลาดมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

กิจกรรมย่อยที่ 2 : การพัฒนาและการสูกแก่ของผลมะพร้าว

2.1 เพื่อศึกษาการพัฒนาการสูกแก่ของผลมะพร้าวในระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

กิจกรรมย่อยที่ 3 : การเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวของในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น

3.1 เพื่อเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น

3.2 เพื่อเป็นศูนย์ต้นแบบขยายผล และถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น

กิจกรรมย่อยที่ 4 : สมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และผลผลิตมะพร้าวจากพื้นที่ต่าง ๆ ในจังหวัดชุมพร

4.1 เพื่อสำรวจสมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และปริมาณผลผลิตมะพร้าวในแหล่งปลูกที่สำคัญของจังหวัดชุมพร

4.2 ทาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และปริมาณผลผลิตมะพร้าว

4.3 ถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยีด้านการจัดการธาตุอาหารสู่เกษตรกร

กิจกรรมย่อยที่ 5 : การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของการนำทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูป สำหรับต้นหน้าวัว

5.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุจาก ทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว

5.2 ศึกษาสัดส่วนการผสมวัสดุที่ป็นที่ได้จาก ทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าวที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปกระถาง

5.3 ศึกษาวิธีการขึ้นรูปของกระถางและคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติเชิงกลของกระถางจากทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว

กิจกรรมย่อยที่ 6 : เครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดและผลมะพร้าว

6.1 เพื่อทราบความเค็มและธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินของแปลงสวนมะพร้าว แล้วนำไปสู่การปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและมีผลผลิตเพิ่มขึ้น

6.2 เพื่อทราบสถิติปริมาณน้ำฝน ปริมาณการใส่ปุ๋ยและแร่ธาตุต่าง ๆ ชนิด และปริมาณของแมลงที่ส่งผลกระทบต่อ การปลูกหน่อมะพร้าวและผลมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**กิจกรรมย่อยที่ 7 : เครื่องบดและอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมด้วยแกนกลและเครื่องชั่งน้ำหนัก**

- 7.1 เพื่อออกแบบและติดตั้งเครื่องบดทางมะพร้าว ทางปาล์ม ใบไม้ กะลา กิ่งไม้ เปลือกมะพร้าว
- 7.2 เพื่อออกแบบวงจรปรับระดับความเร็วมอเตอร์และจัดทำโครงสร้างเลื่อน เครื่องบด รวมถึงทราบคุณสมบัติในเบื้องต้นของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรแต่ละชนิด

**กิจกรรมย่อยที่ 8 : การสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤตเปรียบเทียบกับการสกัดด้วยการเหวี่ยง แยกรอบต่ำแบบควบคุมอุณหภูมิ**

- 8.1 เพื่อแยกน้ำมันมะพร้าวจากกะทิด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงรอบต่ำควบคุมอุณหภูมิ ด้วยสภาวะที่เหมาะสม และยังคงรักษากลิ่นและคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวให้ใกล้เคียงกับธรรมชาติ
- 8.2 เพื่อแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากเนื้อมะพร้าวแห้งด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต
- 8.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในด้านคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ โภชนะการ และต้นทุนการผลิต โดยคำนึงถึงผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมและการต่อยอดงานวิจัย

**กิจกรรมย่อยที่ 9 : การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับกลุ่มเกษตรกร**

- 9.1 เพื่อทำการศึกษาและออกแบบกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิและเศษวัสดุเหลือใช้สำหรับกลุ่มเกษตรกร
- 9.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพที่มีผลต่อกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิ

**กิจกรรมย่อยที่ 10 : การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์**

- 10.1 เพื่อศึกษาผลของการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการผลิตสัตว์

**กิจกรรมย่อยที่ 11 : การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ**

- 11.1 เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลานิลที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมจากมะพร้าวสกัดน้ำมันในระดับต่างกัน
- 11.2 เพื่อศึกษาระดับของกากมะพร้าวที่เหมาะสมในสูตรอาหารการเลี้ยงปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 12 : การใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำมัน ในโคนม

- 12.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและค่าการย่อยได้ของทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพ
- 12.2 เพื่อศึกษาการใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการหมักในกระเพาะรูเมนของโคนม
- 12.3 เพื่อศึกษาการใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำมันในโคนม

### 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

**กิจกรรมที่ย่อย 1 :** ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่ปลูกมะพร้าว ในพื้นที่ 4 จังหวัดภาคใต้ตอนบน ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และระนอง จากนั้นสร้างแบบสอบถาม และกำหนดแนวทาง จำนวนพื้นที่ที่ออกไปสำรวจ นำแบบสอบถามไปสัมภาษณ์เกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกโดยใช้แบบสอบถามและสัมภาษณ์ ด้านการผลิตและตลาดของมะพร้าว ประเมินผลการสำรวจการผลิตและการตลาดของมะพร้าว และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณจากร้อยละจากแบบสอบถามและสัมภาษณ์

**กิจกรรมที่ย่อย 2 :** สำรวจแปลงที่จะทำการศึกษาค่าการพัฒนาศักยภาพและการสุกแก่ของผลมะพร้าว ทำการผูกทะลายมะพร้าวที่ดอกเริ่มบาน เพื่อกำหนดการพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าวทุก ๆ เดือนเป็นเวลา 14 เดือน หลังจากนั้น ทำการเก็บข้อมูลการสุกแก่ของผลที่ได้ทำการผูกทะลายเดือนละครั้ง และทำการบันทึกข้อมูลขณะการพัฒนาของสีผล วัดขนาดผล ความหนาของเปลือก ความหนาของเนื้อ ปริมาณน้ำมะพร้าว ความหนาของกะลา น้ำหนักกะลา น้ำหนักสดของเนื้อ น้ำหนักแห้งของเนื้อ ปริมาณความชื้น และปริมาณไขมันในเนื้อมะพร้าว

**กิจกรรมที่ย่อย 3 :** ทำการทดลองที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block design, RCBD) จำนวน 4 วิธีการ 4 ซ้ำ ได้แก่

- วิธีการที่ 1 มะพร้าวอย่างเดียว จำนวน 1 ไร่
- วิธีการที่ 2 มะพร้าวจำนวน 1 ไร่ร่วมกับ พริกไทย ผักเหลียง
- วิธีการที่ 3 มะพร้าวจำนวน 1 ไร่ ร่วมกับ พริกไทย ข้าวไร่
- วิธีการที่ 4 มะพร้าวจำนวน 1 ไร่ ร่วมกับ พริกไทย หญ้าเนเปียร์

ทุกวิธีการใช้สวนมะพร้าวอายุ 28 ปี ก่อนปลูกวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน บันทึกข้อมูล การเจริญเติบโต ผลผลิต ต้นทุนและผลตอบแทน ที่ได้จากการปลูกมะพร้าว และการปลูกมะพร้าวร่วมกับพืชแซม เก็บบันทึกข้อมูล ปีที่ 1- ปีที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และรายงานผลการทดลองปีที่ 4 ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน คัดเลือกผู้นำเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดชุมพร 30 ราย

**กิจกรรมที่ย่อย 4 :** เก็บตัวอย่างดินสวนมะพร้าวจาก 3 อำเภอ ในพื้นที่จังหวัดชุมพร (อำเภอปะทิว อำเภอเมืองและอำเภอสวี) ในแต่ละอำเภอเก็บจากสวนที่มีระยะการปลูกห่างจากชายฝั่งทะเล 3 ระยะ คือ ระยะ 1 กิโลเมตร ระยะ 2 กิโลเมตร และระยะ 3 กิโลเมตร ระยะละ 3 สวนๆ ละ 5 ต้น ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. โดยแต่ละต้นจะเก็บรอบทรงพุ่ม จำนวน 4 จุด/ต้น นำตัวอย่างดินจากทุกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบให้สำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการวิจัย ไม่ว่ากรรมสิทธิ์ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง รวมมีตัวอย่างสวนทั้งสิ้น 27 สวน 135 ตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างใบมะพร้าวจากต้นเดียวกันกับที่เก็บดิน โดยเก็บตัวอย่างใบจากแผ่นใบของใบย่อยที่อยู่ประมาณกลางทางใบของใบสมบูรณ์ที่  $14 \pm 1$  จากยอดลงมา (Reuter and Robinson, 1997) แต่ละสวนมี 5 ตัวอย่าง รวมมีตัวอย่างใบทั้งสิ้น 135 ตัวอย่าง เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการและให้คำแนะนำในการใส่ปุ๋ยให้แก่เกษตรกร

**กิจกรรมที่ย่อย 5 :** การศึกษาสมบัติทางกายภาพของทาง กาบ และกะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูป โดยศึกษาอัตราส่วนผสมที่ปนระหว่างทาง กาบ และกะลามะพร้าวที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูป และศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของวัสดุปลูกสำเร็จรูป เพื่อเพิ่มมูลค่าการสร้างผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (วัสดุมะพร้าว) และช่วยในการลดการใช้พลาสติกเมื่อมีการย้ายปลูก

#### กิจกรรมที่ย่อย 6 :

1. ออกแบบและสร้างวงจรวัดความเค็มและวัดแร่ธาตุในดินของสวนมะพร้าว
2. ออกแบบและสร้างวงจรรและอุปกรณ์เพื่อวัดปริมาณน้ำฝน
3. เก็บสถิติปริมาณน้ำฝน ปริมาณการใส่ปุ๋ยและแร่ธาตุต่าง ๆ ชนิดและปริมาณของแมลง

#### กิจกรรมที่ย่อย 7 :

1. ออกแบบและติดตั้งเครื่องบดทางมะพร้าว ทางปาล์ม ใบไม้ กะลา กิ่งไม้ เปลือกมะพร้าว
2. ออกแบบวงจรรับระดับความเร็วมอเตอร์
3. จัดทำโครงสร้างเลื่อนเครื่องบด
4. ทดสอบการทำงานของเครื่องในการบดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรแต่ละชนิด

**กิจกรรมที่ย่อย 8 :** ทำการศึกษาสภาวะการสกัดที่เหมาะสมค่าของแต่ละปัจจัยโดยมีการศึกษาวิธีการแยกน้ำมันมะพร้าวที่สภาวะที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ ศึกษาสภาวะการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤตโดยแปรผันความหนาแน่น อุณหภูมิ ความดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการสกัดและ ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ และปริมาณ *cis-* form และ *trans-* form ของน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้ กระบวนการสกัดทั้ง 2 วิธี ซึ่งมีขั้นตอนศึกษาการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ได้แก่ การแยกชั้นครีม การแยกน้ำมันมะพร้าวศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการเหวี่ยงแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ได้แก่ จำนวนรอบ อุณหภูมิ เวลา เปรียบเทียบ ปริมาณ คุณภาพ พลังงาน ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสกัด น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วย SCF ได้แก่ อุณหภูมิ ความหนาแน่น และเวลา และศึกษาระดับอุณหภูมิ ความหนาแน่น และเวลาที่เหมาะสมของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้สกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ และศึกษาเปรียบเทียบสมบัติด้านเคมีกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี โครงสร้างทางเคมี ของน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### กิจกรรมที่ย่อย 9 :

1. ใช้มะพร้าวพันธุ์ชุมพรลูกผสม 6
2. ใช้เครื่องเหวี่ยง Centrifuge ที่มีความเร็วในการหมุนอยู่ที่ 7,250 รอบต่อนาที ในการแยกครีมกะทิจากกะทิต
3. อัตราการไหลเข้าเครื่องเหวี่ยงอยู่ที่ 1.3 ลิตรต่อนาที
4. แบ่งกะทิตเป็น 2 ส่วน ใช้ความเย็นและความร้อนในการทดลองสกัดแยกน้ำมัน โดยในการให้ความร้อนทดลองด้วยอุณหภูมิที่ 40 50 60 70 องศาเซลเซียส ส่วนความเย็น ทดลองด้วยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสและละลายครีมกะทิตที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
5. เวลาในการศึกษาการแยกชั้นของน้ำมันมะพร้าว คือ 5 ชั่วโมง

**กิจกรรมที่ย่อย 10 :** ทำการศึกษาผลของระดับการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต น้ำมันมะพร้าวที่ระดับต่าง ๆ ในการประกอบสูตรอาหารสำหรับสุกร และแพะ

**กิจกรรมที่ย่อย 11 :** ศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลานิลในกระชังที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารเริ่มจากมะพร้าวสกัดน้ำมัน โดยทำการศึกษาด้านการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหาร โดยทำการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ขนาด 2x2x1.5 เมตร จำนวน 16 กระชัง ติดตั้งอุปกรณ์โครงกระชัง และท่อน โดยทำการวางกระชังในบ่อดินการเตรียมปลาทดลอง เลี้ยงในกระชัง ในอัตรา 40 ตัว/กระชัง

### กิจกรรมที่ย่อย 12 : การทดลองที่ 1

- 1) ตัวอย่างอาหารหยาบ วิเคราะห์การย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin ซึ่งทำตามวิธีของ Tilley and Terry (1963) โดยหาค่า IMDMD (*in vitro* dry matter digestibility) และ IVDOMD (*in vitro* digestible organic matter digestibility)
- 2) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง ใย โปรตีน ตามวิธีการของ AOAC (1984) ส่วน NDF ADF และ ลิกนิน จะวิเคราะห์ตาม Van Soest *et al.* (1991)

#### การทดลองที่ 2 ตัวอย่าง Rumen Fluid จะทำการวิเคราะห์ดังนี้

- 1) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) วิเคราะห์ตามวิธีของ คิวพร (2543)
- 2) กรดไขมันระเหยง่าย ได้แก่ Total VFA, Acetic, Propionic, Butyric acid วิเคราะห์โดยวิธี HPLC ตามวิธีของ Callaway and Martin (1997)
- 3) แอมโมเนียไนโตรเจน วิเคราะห์ตามวิธีของ Bremner and Keeney (1965)
- 4) วิเคราะห์จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ได้แก่ Total Viable Count, *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus favefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Ruminobacter amylophilus*, *Selenomonas ruminatium* วิเคราะห์ตามวิธีของ Krieg *et al.* (1984), Galyean (1989) แล้วนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับตารางจำแนกจุลินทรีย์ของ Bergey's Manual of Systematic Bacteriology โดย Atlas (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การทดลองที่ 3

1) ตัวอย่างอาหารหยาบและชั้น วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตุแห้ง เถ้า โปรตีน ตามวิธีการของ AOAC (1984) ส่วน NDF ADF และ ลิกนิน วิเคราะห์ ตาม Van Soest *et al.* (1991)

2) ตัวอย่างน้ำมันดิบ จะวิเคราะห์องค์ประกอบและคุณภาพน้ำมัน คือ butter fat, protein, solid not fat, total solid และ somatic cell count โดยเครื่อง Milkoscan และ Standard plate count ตามวิธีของ Houghtby *et al.* (1992)

3) คำนวณราคาต้นทุนของปริมาณอาหารที่กินต่อปริมาณน้ำมันที่ผลิต

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1.4.1 ได้ข้อมูลตลอดห่วงโซ่ของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน
- 1.4.2 สามารถลดต้นทุนการผลิต ทางด้านแรงงานในการจัดการการผลิตแบบครบวงจร
- 1.4.3 ได้ระบบการผลิต การจัดการธาตุอาหาร การเก็บเกี่ยว กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษาผลมะพร้าว
- 1.4.4 ได้เครื่องมือในการควบคุม/วงจรวีเล็คทรอนิกส์ และเครื่องติดตั้งพร้อมใช้งาน
- 1.4.5 ได้ผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวเพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่อุตสาหกรรมและเกษตรกร
- 1.4.6 เป็นแหล่งข้อมูลและเป็นศูนย์ต้นแบบขยายผลและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านมะพร้าว ตลอดห่วงโซ่แก่กลุ่มเกษตรกรและผู้สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/การทบทวนวรรณกรรม

#### กิจกรรมย่อยที่ 1 : สํารวจข้อมูลการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

##### 1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะพร้าว

มะพร้าว (Coconut) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cocosnucifera* Linn. เป็นพืชยืนต้นใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดหนึ่งอยู่ในตระกูลปาล์มนอกจากมะพร้าวแล้วอินทผลัมปาล์มน้ำมันตาลโตนดจากหมากสาธุคาน และหวาย ก็เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลปาล์มการจำแนกทางอนุกรมวิธานของมะพร้าว (Taxonomic classification) ดังนี้

Class : Angiospermae

Subclass : Monocotyledoneae

Order : Palmales

Family : Palmae

Subfamily : Cocoideae

Tribe : Cocoideae

Genus : Cocos

Species : Nucifera

มะพร้าวเป็นพืชในตระกูลปาล์มชนิดหนึ่ง ลักษณะของลำต้นสูง ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Cocosnucifera* Linn. และชื่อสามัญ คือ Coconut ถิ่นกำเนิดของมะพร้าวอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่แหลมมลายูจนถึงปาปัวนิวกินี มะพร้าวเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีการปลูกอย่างแพร่หลาย ประเทศไทยปลูกมะพร้าวเกือบทุกภาคแต่บริเวณที่ปลูกมากที่สุดคือ ภาคใต้ (เกษตร , 2541) เพราะปลูกง่ายในภูมิประเทศที่มีอากาศอบอุ่นและมีแสงแดดมาก สามารถปลูกได้ในสภาพดินร่วนหรือปนทรายที่มีความเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย หรือมี pH ระหว่าง 6 -7 มะพร้าวเป็นไม้ยืนต้น มีลำต้นสูง 20.30 - 30.0 เมตร จัดเป็นไม้ลำต้นเดี่ยวระบบรากเหมือนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่วไปคือไม่มีระบบรากแก้ว แต่มีรากฝอย ซึ่งมีขนาดเท่า ๆ กัน ส่วนใบของมะพร้าวเป็นใบประกอบขนนก มีสีเขียว เรียงติดกันเป็นแผงทั้งสองข้างและเมล็ดหรือเอนโดสเปิร์ม คือส่วนที่กะลาหุ้มไว้ทั้งหมด นับตั้งแต่แผ่นเนื้อเยื่อบาง ๆ จนถึง เนื้อมะพร้าว เมื่อมะพร้าวแก่เนื้อจะมีลักษณะแข็งหนาและมีน้ำมันสะสมปริมาณมาก (อภิญาญ, 2554)

มะพร้าวมีระบบรากเป็นรากฝอยแผ่กระจายออกรอบลำต้นมีลำต้นเดี่ยวไม่แตกแขนงมีรอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้นสามารถคำนวณอายุของต้นมะพร้าวได้จากรอยแผลนี้คือในหนึ่งปีมะพร้าวจะสร้างใบประมาณ 12 -14 ใบดังนั้น ในหนึ่งปีจะมีรอยแผลที่ลำต้น 12-14 รอยแผล ดังภาพที่ 1.1 (ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

ภาพที่ 1.1 ลำต้นของมะพร้าว

ใบ เป็นใบประกอบ ออกอยู่ตามส่วนของลำต้น ประกอบด้วยก้านทาง (rachis) มีขนาดใหญ่ และยาว และมีใบย่อย (leaflet) บนก้านทางประมาณ 200 – 250 ใบ ดังภาพที่ 1.1 (ข)

ดอก ออกเป็นช่อชนิดพานิคิล มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย อยู่ในช่อเดียวกัน ดอกมีกลีบดอก 6 กลีบ สี ครีมนหรือสีเหลืองนวล ไม่มีก้านดอกย่อยดอกตัวเมียจะมีกลีบดอกหนาและแข็งกว่ากลีบดอกตัวผู้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) ดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 ดอกของมะพร้าว

ที่มา : <http://putcharapafern0110.blogspot.com/2017/02/blog-post.html>

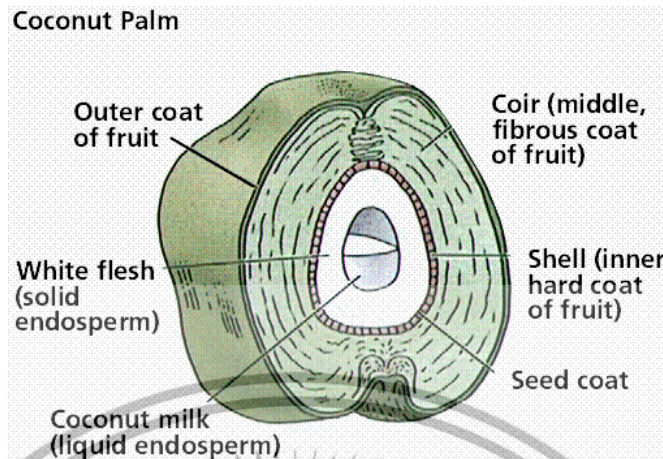
ผล มะพร้าวเป็นชนิดไฟบรัสตรูป (fibrous drupe) เรียกว่า นัท (nut) มีเปลือก 3 ชั้นคือ

1.1.1 เปลือกชั้นนอก (exocarp) เป็นเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อแก่อาจมีสีเขียว แดง เหลืองหรือน้ำตาลดังภาพที่ 1.3 หรือเรียกว่า Outer Coat of fruit

1.1.2 เปลือกชั้นกลาง (mesocarp) มีลักษณะเป็นเส้นใย มีความหนาพอประมาณหรือเรียกว่า Coir ดังภาพที่ 1.3

1.1.3 เปลือกชั้นใน (endocarp) มีลักษณะแข็งหรือที่เรียกกันว่า กะลา (shell) (ดวงดาว, 2549) หรือเรียกว่า Coir ดังภาพที่ 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.3 โครงสร้างของผลมะพร้าว

ที่มา : Nwankwojike, B. N., et al. 2012 หรือ

เมล็ด (seed of kernel) คือ เนื้อมะพร้าว ภายในเมล็ดเป็นช่อกลาง ขณะผลอ่อนจะมีน้ำ อยู่เต็มผลแก่ น้ำมะพร้าวจะแห้งไปบางส่วน (วาสนา, 2541)

จาวมะพร้าวจาวมะพร้าวใช้น้ำมาเป็นอาหารได้ ในจาวมะพร้าวมีฮอร์โมนออกซิน และ ฮอร์โมนอื่น ๆ แต่มีฮอร์โมนออกซินปริมาณมากที่สุด ซึ่งเมื่อน้ำไปคั้นและนำน้ำที่ได้จาวมะพร้าวไปรด ต้นพืช จะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้



ภาพที่ 1.4 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 ประเภทของมะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชผสมข้ามพันธุ์ แต่ละต้นจึงไม่เป็นพันธุ์แท้อาศัยหลักทางการผสมพันธุ์ที่เป็นไปโดยธรรมชาติ ในเรื่องของการจำแนกพันธุ์มะพร้าวมีผู้จำแนกไว้หลายแบบซึ่งแตกต่างกันไป หลักที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์มักจะเป็นขนาดของต้นอายุตกผลและขนาดผล (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) จากหลักเกณฑ์ทั้ง 3 ประการนี้ ทำให้จำแนกพันธุ์มะพร้าวไทยออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ มะพร้าวพันธุ์ต้นสูงและมะพร้าวต้นเตี้ย



ภาพที่ 1.5 มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง

ที่มา : <http://putcharapafern0110.blogspot.com/2017/02/blog-post.html>

มะพร้าวพันธุ์ต้นสูงลักษณะสำคัญคือ ต้นสูง ออกผลช้า มีสะเกที่ปลายต้น ส่วนมากมะพร้าวที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันนี้ มักเป็นพันธุ์ต้นสูงพวกนี้มักมีอายุยืน (60-80 ปีหรือมากกว่านั้น) ขึ้นอยู่กับสภาพดินมักจะต้านทานต่อโรคและแมลง ยกเว้นพวกไวรัสที่ทำให้เกิดโรคบางชนิดจะเริ่มติดผลเมื่ออายุประมาณ 8-10 ปีหลังปลูกจัดเป็นพืชผสมข้าม โดยดอกตัวผู้จะเริ่มเปิดก่อนดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน ดังนั้นการผสมเกสรจะเกิดขึ้นก็เมื่อได้รับละอองเกสรจากต้นอื่น ในกลุ่มนี้จะแยกพันธุ์ตามสถานที่อยู่หรือลักษณะของผลที่เห็นเด่นชัด เช่น มะพร้าวหัวลิงทะเลลายร้อยปากจก เปลือกหวานมะพร้าวใหญ่และมะพร้าวกะโหลก (สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2556)

จากภาพที่ 1.5 ตามปกติมะพร้าวต้นสูงจะผสมข้ามพันธุ์ คือ ในแต่ละช่อดอก (จั่น) หนึ่ง ๆ ดอกตัวผู้จะค่อย ๆ หยอยบาน และร่วงหล่นไปหมดก่อนที่ดอกตัวเมียในจั่นนั้นจะเริ่มบาน จึงไม่มีโอกาสผสมตัวเอง มะพร้าวประเภทนี้เป็นมะพร้าวเศรษฐกิจส่วนใหญ่ปลูกเป็นสวนอาชีพ เพื่อใช้เนื้อจากผลแก่ไปประกอบอาหาร หรือเพื่อทำมะพร้าวแห้งใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช



ภาพที่ 1.6 มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย

ที่มา: <http://putcharapafem0110.blogspot.com/2017/02/blog-post.html>

มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ยเป็นพันธุ์ออกผลเร็ว ต้นเตี้ย ไม่มีสะเก็ดติดดอกออกผลในช่วง 3-4 ปี หลังจากปลูกผลผลิตจะออกเต็มที่ในช่วง 9-10 ปีอายุการให้ผลที่ระดับเศรษฐกิจอยู่ประมาณ 30-40 ปี พันธุ์ต้นเตี้ยมีหลายพันธุ์ เมล็ดที่ได้จะตรงตามพันธุ์เพราะการแตกของละอองเกสรตัวผู้พร้อมกันการเปิดของดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน ดังนั้นจึงเกิดการผสมตัวเองของตัวผู้และตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน สีของผลจะมีทั้งสีเหลืองทอง สีเหลืองขาว สีเขียวสำหรับผลของพันธุ์ต้นเตี้ยจะมีทั้งขนาดผลเล็กและผลใหญ่ พันธุ์ผลเล็กที่สุดในกลุ่มนี้ คือ Coco Nino ในฟิลิปปินส์ ซึ่งปัจจุบันมีการนำไปปลูกกระจายทั่วไปทุกส่วนของโลก มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย ได้แก่มะพร้าวหมูสีหมูสีเขียวทุ่งเคล็ด หมูสีเหลืองมะพร้าวไฟปะทิว มะพร้าวน้ำหอม และนกคุ้ม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) มะพร้าวพื้นเมืองที่เกษตรกรปลูกกันมาแต่ดั้งเดิมจะมีลักษณะดีหลายอย่าง เช่น มีขนาดผลค่อนข้างโตและทนทานต่อสภาพอากาศแล้งได้ดีในวงการอุตสาหกรรม มะพร้าวในปัจจุบันได้พัฒนาทางด้านคุณภาพมะพร้าวมากมาย ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรจังหวัดชุมพรได้วิจัยและพัฒนามะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงตกผลเร็ว (ตารางที่ 1.1) ซึ่งได้ผ่านการรับรองพันธุ์มาแล้ว 3 พันธุ์ ได้แก่

1.2.1 มะพร้าวพันธุ์สวีลูกผสม 1 (Sawi hybrid No.1) เป็นมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างมะพร้าวพันธุ์มลายูสีเหลืองต้นเตี้ยกับเวสต์แอฟริกันต้นสูง (MYD x WAT) ลักษณะเด่นของมะพร้าวพันธุ์นี้ คือ มีอายุการตกผลเร็วสามารถเก็บผลผลิตได้ในปีที่ 5 หลังการปลูกให้ผลผลิตสูงเนื้อมะพร้าวหนาปริมาณน้ำมันมาก จึงเป็นมะพร้าวที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าว

1.2.2 มะพร้าวพันธุ์ลูกผสมชุมพร 60 (Chumphon hybrid No.60) เป็นมะพร้าวลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์กับเวสต์แอฟริกันต้นสูงกับไทยต้นสูง (WAT x THT) สามารถเก็บผลผลิตได้ในปีที่ 5 หลังจากปลูกขนาดผลมีตั้งแต่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ เนื่องจากขนาดผลของมะพร้าวพันธุ์นี้ค่อนข้างโตกว่าพันธุ์สวีลูกผสม 1 จึงสามารถจำหน่ายได้ทั้งผลสดและในรูปมะพร้าวแห้งส่งโรงงานสกัดน้ำมัน

1.2.3 มะพร้าวพันธุ์ลูกผสมชุมพร 2 เป็นมะพร้าวลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์มลายูสีเหลืองต้นเตี้ยกับไทยต้นสูง (MYD x THT) ขนาดผลมีตั้งแต่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถจำหน่ายได้ทั้งในรูปผลสดและแปรรูปในอุตสาหกรรมน้ำมัน มะพร้าวลูกผสมทั้ง 3 พันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์พื้นเมือง ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร, (2552)

**ตารางที่ 1.1** ผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักมะพร้าวแห้งปริมาณน้ำมันของมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมและมะพร้าวพันธุ์ไทย

พันธุ์	ผลผลิตเฉลี่ย (ผล/ไร่)	น้ำมันมะพร้าวแห้ง (กิโลกรัม/ไร่)	ปริมาณน้ำมัน (%W/W)
พันธุ์สวีลูกผสม 1	2,300	572	68
พันธุ์ลูกผสมชุมพร 60	2,204	628	64 - 67
พันธุ์ลูกผสมชุมพร 60	1,800	500	66
พันธุ์ไทย	1,084	374	959 - 60

ที่มา : ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร, (2552)

### 1.3 การเก็บผลมะพร้าว

มะพร้าวออกดอกโดยเฉลี่ยปีละ 12 จัน ถ้าได้รับการดูแลดีก็จะติดผลทุกจัน ได้ผลผลิตทุกเดือน เดือนละ 1 ทะลาย แต่ตามปกติจะเก็บผลมะพร้าวได้ไม่เท่ากันในแต่ละเดือน เดือนที่ให้ผลผลิตน้อย คือ ระหว่างเดือนธันวาคม ถึงเดือนมีนาคม ต่อจากนั้นจะเก็บผลมะพร้าวได้มากขึ้นเรื่อย ๆ ช่วงที่เก็บผลผลิตได้มากที่สุดคือ เดือนสิงหาคมถึงกันยายน ผลมะพร้าวจะเริ่มแก่เมื่ออายุประมาณ 11 เดือนจนอายุ 12 เดือน สังเกตได้จากผิวของเปลือก จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลหรือ สีน้ำตาลและปริมาณในผลจะน้อยลง ดังนั้นเมื่อเขย่าผลดูจะได้ยินเสียงน้ำโคลน มะพร้าวในทะลายเดียวกันจะแก่ไม่พร้อมกัน จึงควรเลือกเก็บผลจากมะพร้าวที่ผลมะพร้าวแก่หมดแล้ว กรมวิชาการเกษตร, (2555)

### 1.4 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกมะพร้าว

การปลูกมะพร้าวให้ได้ผลดี ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้ คือ เลือกที่ปลูกดี ใช้พันธุ์ดี ปลูกถูกวิธีดูแลรักษามะพร้าวให้สมบูรณ์ ปราศจากโรคและศัตรูที่มารบกวนและแก้ไขอุปสรรคที่เป็นตัวการทำให้มะพร้าวออกผลน้อยโดยหลักในการพิจารณา กรมวิชาการเกษตร, (2555)

ประเทศไทยตั้งอยู่บนบริเวณที่มีลมฟ้าอากาศเหมาะสมสำหรับการปลูกมะพร้าว โดยทั่วไปจะเห็นว่า มะพร้าวปลูกอยู่ตั้งแต่ภาคเหนือจรดภาคใต้ หลักทั่วไปในการเลือกที่ปลูกมะพร้าวควรคำนึงถึงต่อไปนี้

1.4.1 ฝนมีปริมาณน้ำฝนตกไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร/ปี และมีฝนตกสม่ำเสมอทุกเดือน ถ้ามีฝนตกน้อยกว่า 50 มิลลิเมตร/เดือน ติดต่อกันเกินกว่า 3 เดือน มะพร้าวจะออกผลให้น้อยลง

1.4.2 อุณหภูมิบริเวณที่อากาศหนาวจัดเป็นเวลานาน ๆ คือ มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 °C ติดต่อกันหลาย ๆ วัน จะมีผลให้มะพร้าวออกผลน้อยลง เพราะอากาศหนาวไปเปลี่ยนระบบการปรุงอาหารและกิจกรรมอื่น ๆ แต่ถ้าเป็นที่ซึ่งหนาวเป็นครั้งคราวก็ไม่มีปัญหามากนัก ที่ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 20–27 °C เช่น ภาคใต้ ภาคกลาง และตะวันออก สามารถปลูกมะพร้าวได้ผลดี

1.4.3 แสงแดดเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการปลูกมะพร้าว บริเวณซึ่งแสงแดดส่องไม่ค่อยถึงมะพร้าวจะไม่ค่อยออกดอกออกผล หรือมีน้อยบาง ดังนั้นจึงไม่ควรปลูกมะพร้าวในร่มหรือที่ซึ่งมีเมฆหนาที่บออยู่ตลอดปี ประมาณแสงแดดที่เหมาะสมวันละ 7.1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 ความสูงของพื้นที่ ระดับความสูงของพื้นที่จะเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิความสูงทุก ๆ 100 เมตร อุณหภูมิจะลดต่ำลง 0.6 °C ดังนั้นการทำสวนมะพร้าวเพื่อการค้าควรเลือกที่ไม่สูงเกิน 500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ผลผลิตที่ได้ไม่ต่างจากการทำสวนมะพร้าวใกล้ทะเล

1.4.5 ดินมะพร้าวเป็นพืชที่ไม่ค่อยเลือกชนิดดินที่ปลูกมากนักแต่ต้องคำนึงถึงลักษณะพื้นที่ ดังนี้

1.4.5.1 ที่ลุ่ม ที่ดอน : มะพร้าวปลูกเจริญงอกงามบนที่ดอนมากกว่าที่ลุ่ม การที่จะปลูกมะพร้าวให้เจริญงอกงามในที่ลุ่ม ต้องยกเป็นคันร่องให้สูงพ้นระดับน้ำที่ขังอยู่ให้หลังคันดินที่ยกขึ้นมาสูงกว่าระดับน้ำในฤดูน้ำสูงสุดประมาณ 60 เซนติเมตร เป็นคันยาวไปตามรูปเนื้อที่ที่มีอยู่ จึงจะพอใช้ปลูกมะพร้าวให้ได้ผลดี

1.4.5.2 ดินดาน : ดินที่มีชั้นหินแข็งหรือหินดานอยู่ลึกจากผิวดินน้อยกว่า 1 เมตร ไม่ควรใช้ปลูกมะพร้าวเพราะจะไม่ค่อยได้รับผลดี

1.4.5.3 ดินดี ไม่ดีหมายถึง ดินที่ความอุดมสมบูรณ์มากน้อยเพียงใด สังเกตได้จาก ต้นไม้หรือต้นมะพร้าวที่ขึ้นอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ถ้าต้นไม้เหล่านั้นมีใบเขียวเข้มออกดอกออกผลงามก็แสดงว่าดินดี แต่ถ้าต้นมะพร้าวหรือต้นไม้อื่นที่อยู่ใกล้เคียงนั้น ไม่เจริญงอกงามควรจะทดสอบดูให้แน่ชัดโดยการเก็บตัวอย่างดินส่งไปวิเคราะห์

## 1.5 ประโยชน์ของมะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคใต้ มะพร้าวสามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ การใช้ประโยชน์จากมะพร้าวกว้างขวางมากคือ ใช้ทั้งรับประทานผลสดนำมาประกอบอาหารเป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนที่เหลือยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ เช่น การนำเส้นใยของผลไปใช้บุเก้าอี้ ชูยมะพร้าวใช้ผสมกับดินสำหรับปลูกพืช เป็นต้น สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, (2552) ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวรวม 1.49 ล้านไร่ และให้ผลผลิตรวมประมาณ 1.38 ล้านตัน

มะพร้าวผลประมาณ 73 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด นำไปใช้บริโภคโดยตรงส่วนที่เหลือ 27 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด นำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจุบันความต้องการมะพร้าวทางอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์มะพร้าว เช่น การผลิตกะทิ เข้มข้นและมะพร้าวอบแห้ง ปริมาณความต้องการบริโภคโดยตรง เช่น ใช้ในการปรุงอาหารการกินผลสดเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มของประชากร จากรายงานการประชุมสัมมนาอุตสาหกรรมมะพร้าวนานาชาติที่มาเลเซียเมื่อปี พ.ศ. 2530 รายงานว่า กลุ่มประเทศสมาชิกชมรมมะพร้าวแห่งเอเชียและแปซิฟิกเป็นกลุ่มประเทศที่ผลิตมะพร้าวมากที่สุดในโลกคือประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั่วโลก ในกลุ่มประเทศสมาชิก 12 ประเทศ ซึ่งรวมทั้งประเทศไทย สถิติการผลิตมะพร้าว 10 อันดับแรกของโลกพบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีกำลังการผลิตมะพร้าวมากเป็นอันดับ 1 ประมาณ 19.5 ล้านตัน อันดับ 2 ได้แก่ ประเทศฟิลิปปินส์ 15.3 ล้านตัน และอินเดียประมาณ 10.9 ล้านตัน สำหรับประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 6 ประมาณ 1.5 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552)

มะพร้าวแกงหรือมะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปี 2539 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวประมาณ 2.5 ล้านไร่ มากเป็นอันดับ 6 ของโลก แต่ในช่วงปี 2545 - 2555 พื้นที่การปลูกลดลงเนื่องจากภัยแล้ง ต้นมะพร้าวอ่อนแอ แมลงเข้าทำลายง่าย ส่งผลให้มะพร้าวในประเทศไม่เพียงพอ จึงต้องพึ่งพาการนำเข้ามะพร้าวจากต่างประเทศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อราคามะพร้าวในประเทศ จากลูกละ 20 เหลือลูกละ 10 บาท (จารุณี, 2555) จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้เพื่อการค้าได้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ 4 แสนไร่ และชุมพรกับสุราษฎร์ธานีอย่างละ 2 แสนไร่ อย่างไรก็ตามพื้นที่สำหรับปลูกมะพร้าวน้ำหอมส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดแถบภาคกลาง เช่น จ.ราชบุรี และสมุทรสาคร ช่วงที่ผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมมากอยู่คือเดือน ก.ค.- ต.ค. ราคาขายส่ง ลูกละ 6 บาท หลังจากนั้นเป็นช่วงที่มีผลผลิตน้อยราคาขายส่งลูกละ 11 บาท (โพสต์ทูเดย์ ข่าวประชาคมอาเซียน, 2558)

พื้นที่ปลูกมะพร้าวทั้งประเทศของไทยมีจำนวน 1,299,799 ไร่ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 419,833 ไร่ จังหวัดชุมพร 205,764 ไร่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี 198,714 ไร่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 97,137 ไร่ จังหวัดปัตตานี 78,529 ไร่ จังหวัดชลบุรี 62,336 ไร่ จังหวัดนราธิวาส 50,637 ไร่ จังหวัดสมุทรสงคราม 47,639 ไร่ เป็นต้น ช่วงปี 2553-2557 เนื้อที่ให้ผลและผลผลิตมะพร้าวลดลงจาก 1.446 ล้านไร่ และ 1.249 ล้านตัน ในปี 2553 เป็น 1.295 ล้านไร่ และ 1.000 ล้านตัน ในปี 2557 หรือลดลงร้อยละ 2.53 ต่อปี และ 4.76 ต่อปี ตามลำดับ สำหรับ ปี 2558 มีเนื้อที่ให้ผลผลิต 1.268 ล้านไร่ ลดลงจากปี 2557 ร้อยละ 2.08 และผลผลิต 1.012 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2557 ร้อยละ 1.12 สภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลสำคัญต่อผลผลิตต่อไร่ โดยเฉพาะสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย เช่น ภาวะฝนทิ้งช่วง รวมทั้งการระบาดของแมลงศัตรูมะพร้าว ส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่ลดลงจาก 863 กิโลกรัม ต่อไร่ ในปี 2553 เป็น 773 กิโลกรัม ต่อไร่ ในปี 2557 หรือลดลง ร้อยละ 2.27 ต่อปี อย่างไรก็ตาม คาดการณ์ว่าผลผลิตต่อไร่จะเพิ่มขึ้น เป็น 798 กิโลกรัม ในปี 2558 (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2561)

ปัจจุบันผลผลิตมะพร้าวของไทยไม่เพียงพอับความต้องการและพื้นที่การผลิตมะพร้าวของไทยลดลงมาก โดยปี 2559 มีพื้นที่ปลูก 1.1 ล้านไร่ ลดลง 200,000 ไร่ จากปี 2555 ที่มีพื้นที่ปลูก 1.3 ล้านไร่ ขณะที่ผลผลิตต่อไร่ก็ลดลงจากปี 2555 อยู่ 806 กิโลกรัม ลดลงเหลือ 632 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2559 ประเทศไทยต้องนำเข้ามะพร้าวผลในปี 2559 จำนวน 144,000 ตัน จากปี 2555นำเข้า 27,000 ตัน (ไทยรัฐ, 2560)

## กิจกรรมย่อยที่ 2 : การพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว

### 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะพร้าว

มะพร้าว (Coconut) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cocos nucifera* Linn. เป็นพืชยืนต้นใบเลี้ยงเดี่ยว ชนิดหนึ่งอยู่ในตระกูลปาล์ม นอกจากมะพร้าวแล้ว อินทผลัม ปาล์มน้ำมัน ตาลโตนด จาก หมาก สาकु ลาน และ หวาย ก็เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลปาล์ม การจำแนกทางอนุกรมวิธานของมะพร้าว (Taxonomic classification) ดังนี้

Class : Angiospermae

Subclass : Monocotyledoneae

Order : Palmales

Family : Palmae

Subfamily : Cocoideae

Tribe : Cocoideae

Genus : *Cocos*

Species : *Nucifera*

มะพร้าวมีระบบรากเป็นรากฝอยแผ่กระจายออกรอบลำต้น มีลำต้นเดี่ยว ไม่แตกแขนง มี รอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้น (สามารถคำนวณอายุของต้นมะพร้าวได้จากรอยแผลนี้ คือในหนึ่งปีมะพร้าวจะสร้างใบประมาณ 12-14 ใบ ดังนั้น ในหนึ่งปีจะมีรอยแผลที่ลำต้น 12-14 รอย แผล)

ใบ เป็นใบประกอบ ออกอยู่ตามส่วนของลำต้น ประกอบด้วยก้านทาง (rachis) มีขนาด ใหญ่และยาว มีใบย่อย (leaflet) บนก้านทางประมาณ 200-250 ใบ

ดอก ออกเป็นช่อชนิดพานิคิล มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย อยู่ในช่อเดียวกัน ดอกมีกลีบ ดอก 6 กลีบ สีครีมหรือสีเหลืองนวล ไม่มีก้านดอกย่อยดอกตัวเมียจะมีกลีบดอกหนาและแข็งกว่ากลีบ ดอกตัวผู้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547)

ผล มะพร้าวเป็นชนิดไฟบรัสตรูป (fibrous drupe) เรียกว่า นัท (nut) มีเปลือก 3 ชั้นคือ

1. เปลือกชั้นนอก (exocarp) เป็นเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อแก่อาจมีสีเขียว แดง เหลืองหรือน้ำตาล
2. เปลือกชั้นกลาง (mesocarp) มีลักษณะเป็นเส้นใย มีความหนาพอประมาณ
3. เปลือกชั้นใน (endocarp) มีลักษณะแข็งหรือที่เรียกกันว่า กะลา (shell) (ดวงดาว, 2549)

เมล็ด (seed of kernel) คือ เนื้อมะพร้าว ภายในเมล็ดเป็นช่อกลางขณะผลอ่อนจะมีน้ำอยู่ เต็ม ผลแก่น้ำมะพร้าวจะแห้งไปบางส่วน (วาสนา, 2541) (ภาพที่ 1)

จาวมะพร้าว จาวมะพร้าวใช้น้ำมาเป็นอาหารได้ ในจาวมะพร้าวมีฮอร์โมนออกซิน และ ฮอร์โมนอื่น ๆ แต่มีฮอร์โมน ออกซิน ปริมาณมากที่สุด ซึ่งเมื่อน้ำไปคั้น และนำน้ำที่ได้จาวมะพร้าว ไป รดต้นพืชจะช่วยกระตุ้นการ เจริญเติบโตของพืชได้

### 2.2 ประเภทของมะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชผสมข้ามพันธุ์ แต่ละต้นจึงไม่เป็นพันธุ์แท้ อาศัยหลักทางการผสมพันธุ์ ที่เป็นไปโดยธรรมชาติ ในเรื่องของการจำแนกพันธุ์มะพร้าวมีผู้จำแนกไว้หลายแบบซึ่งแตกต่างกันไป หลักที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์มักจะเป็นขนาดของต้น อายุตกผล และขนาดผล (กรมส่งเสริมการเกษตร,

2547) จากหลักเกณฑ์ทั้ง 3 ประการนี้ ทำให้จำแนกพันธุ์มะพร้าวไทยออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกันคือ มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง และมะพร้าวต้นเตี้ย

มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง ลักษณะสำคัญคือ ต้นสูง ออกผลช้า มีสะเกที่โคนต้น ส่วนมากมะพร้าวที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันนี้มักเป็นพันธุ์ต้นสูง พวกนี้มักมีอายุยืน (60-80 ปี หรือมากกว่านั้น) ขึ้นอยู่กับสภาพดิน มักจะต้านทานต่อโรค และ แมลง ยกเว้นพวกไวรัสที่ทำให้เกิดโรคบางชนิดจะเริ่มติดผล เมื่ออายุประมาณ 8-10 ปีหลังปลูก จัดเป็นพืชผสมข้าม โดยดอกตัวผู้จะเริ่มเปิดก่อนดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน ดังนั้นการผสมเกสรจะเกิดขึ้นก็เมื่อได้รับละอองเกสรจากต้นอื่น ในกลุ่มนี้จะแยกพันธุ์ตามสถานที่อยู่ หรือลักษณะของผลที่เห็นเด่นชัด เช่น มะพร้าวหัวลิง ทะลายร้อย ปากจก เปลือกหวาน มะพร้าวใหญ่ และ มะพร้าวกะโหลก (สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2556)

มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย เป็นพันธุ์ออกผลเร็ว ต้นเตี้ยไม่มีสะเก ติดดอกออกผลในช่วง 3-4 ปี หลังจากปลูก ผลผลิตจะออกเต็มที่ในช่วง 9-10 ปี อายุการให้ผลที่ระดับเศรษฐกิจ อยู่ประมาณ 30-40 ปี พันธุ์ต้นเตี้ยมีหลายพันธุ์ เมล็ดที่ได้จะตรงตามพันธุ์ เพราะการแตกของละอองเกสรตัวผู้พร้อมกัน การเปิดของดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน ดังนั้นจึงเกิดการผสมตัวเองของตัวผู้ และ ตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน สีของผลจะมีทั้งสีเหลืองทอง สีเหลืองขาว สีเขียว สำหรับผลของพันธุ์ต้นเตี้ยจะมีทั้งขนาดผลเล็ก และ ผลใหญ่ พันธุ์ผลเล็กที่สุดในกลุ่มนี้ คือ Coco Nino ในฟิลิปปินส์ ซึ่งปัจจุบันมีการนำไปปลูกกระจายทั่วไปทุกส่วนของโลก มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ยได้แก่ มะพร้าวหมูสี หมูสีเขียว ทุ่งเคล็ด หมูสีเหลือง มะพร้าวไฟ ปะทิว มะพร้าวน้ำหอม และนกคุ้ม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) มะพร้าวพื้นเมืองที่เกษตรกรปลูกกันมาแต่ดั้งเดิม จะมีลักษณะดีหลายอย่าง เช่น มีขนาดผลค่อนข้างโต และทนทานต่อสภาพอากาศแล้งได้ดี ในวงการอุตสาหกรรมมะพร้าวในปัจจุบันได้พัฒนาทางด้านคุณภาพมะพร้าวมากมาย ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จังหวัดชุมพร ได้วิจัยและพัฒนามะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง ตกผลเร็ว ซึ่งได้ผ่านการรับรองพันธุ์มาแล้ว 3 พันธุ์ ได้แก่

1. มะพร้าวพันธุ์สวีลูกผสม 1 (Sawi hybrid No.1) เป็นมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างมะพร้าวพันธุ์มลายูสีเหลืองต้นเตี้ยกับवेशท์แอฟริกันต้นสูง (MYD x WAT) ลักษณะเด่นของมะพร้าวพันธุ์นี้ คือ มีอายุการตกผลเร็ว สามารถเก็บผลผลิตได้ในปีที่ 5 หลังการปลูก ให้ผลผลิตสูง เนื้อมะพร้าวหนา ปริมาณน้ำมันมาก จึงเป็นมะพร้าวที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าว

2. มะพร้าวพันธุ์ลูกผสมชุมพร 60 (Chumphon hybrid No.60) เป็นมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์กับवेशท์แอฟริกันต้นสูงกับไทยต้นสูง (WAT x THT) สามารถเก็บผลผลิตได้ในปีที่ 5 หลังจากปลูก ขนาดผลมีตั้งแต่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ เนื่องจากขนาดผลของมะพร้าวพันธุ์นี้ค่อนข้างโตกว่าพันธุ์สวีลูกผสม 1 จึงสามารถจำหน่ายได้ทั้งผลสดและในรูปมะพร้าวแห้งส่งโรงงานสกัดน้ำมัน

3. มะพร้าวพันธุ์ลูกผสมชุมพร 2 เป็นมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์มลายูสีเหลืองต้นเตี้ยกับไทยต้นสูง (MYD x THT) ขนาดผลมีตั้งแต่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ทำให้สามารถจำหน่ายได้ทั้งในรูปผลสดและแปรรูปในอุตสาหกรรมน้ำมัน มะพร้าวพันธุ์ลูกผสมทั้ง 3 พันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์พื้นเมืองศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร, (2552)

## 2.3 ประโยชน์ของมะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคใต้ มะพร้าวสามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ การใช้ประโยชน์จากมะพร้าวกว้างขวางมาก คือ ใช้ทั้งรับประทานผลสด นำมาประกอบอาหาร เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนที่เหลือยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ เช่น การนำเส้นใยของผลไปใช้บุเก้าอี้ ขุยมะพร้าวใช้ผสมกับดินสำหรับปลูกพืช เป็นต้น สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, (2552) ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวรวม 1.49 ล้านไร่ และให้ผลผลิตรวมประมาณ 1.38 ล้านตัน

มะพร้าวผลประมาณ 73 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งหมดนำไปใช้บริโภคโดยตรง ส่วนที่เหลือ 27 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งหมดนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจุบันความต้องการมะพร้าวทางอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น เนื่องจากการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์มะพร้าว เช่น การผลิตกะทิเข้มข้น และมะพร้าวอบแห้ง ปริมาณความต้องการบริโภคโดยตรง เช่น ใช้ในการปรุงอาหาร การกินผลสด เพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มของประชากร จากรายงานการประชุมสัมมนาอุตสาหกรรมมะพร้าวนานาชาติที่มาเลเซีย เมื่อปี พ.ศ. 2530 รายงานว่ากลุ่มประเทศสมาชิกขมรมมะพร้าวแห่งเอเชียและแปซิฟิกเป็นกลุ่มประเทศที่ผลิตมะพร้าวมากที่สุดในโลกคือ ประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั่วโลก ในกลุ่มประเทศสมาชิก 12 ประเทศ ซึ่งรวมทั้งประเทศไทย สถิติการผลิตมะพร้าว 10 อันดับแรกของโลก พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีกำลังการผลิตมะพร้าวมากเป็นอันดับ 1 ประมาณ 19.5 ล้านตัน อันดับ 2 ได้แก่ประเทศฟิลิปปินส์ 15.3 ล้านตันและอินเดียประมาณ 10.9 ล้านตัน สำหรับประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 6 ประมาณ 1.5 ล้านตัน

## 2.4 การเก็บผล

มะพร้าวออกดอกโดยเฉลี่ยปีละ 12 จัน ถ้าได้รับการดูแลดีติดผลทุกจัน ได้ผลผลิตทุกเดือนเดือนละ 1 ทะลาย แต่ตามปกติเก็บผลมะพร้าวได้ไม่เท่ากันในแต่ละเดือน เดือนที่ให้ผลผลิตน้อยคือระหว่างเดือนธันวาคม ถึง เดือนมีนาคม ต่อจากนั้นเก็บผลมะพร้าวได้มากขึ้นเรื่อยๆ ช่วงที่เก็บผลผลิตได้มากที่สุดคือ เดือนสิงหาคม ถึงกันยายน ผลมะพร้าวเริ่มแก่เมื่ออายุประมาณ 11 เดือน จนอายุ 12 เดือน สังเกตได้จากผิวของเปลือกเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีกำมูปู หรือ สีน้ำตาล และปริมาณในผลน้อยลง ดังนั้นเมื่อเขย่าผลดูได้ยินเสียงน้ำคลอน มะพร้าวในทะลายเดียวกันแก่ไม่พร้อมกัน จึงควรเลือกเก็บผลจากมะพร้าวที่ผลมะพร้าวแก่หมดแล้ว กรมวิชาการเกษตร, (2555)

## 2.5 ระยะเวลาพัฒนาของคัพภะ (embryo development)

2.5.1 หลังการปฏิสนธิคัพภะมีการแบ่งเซลล์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งคัพภะมีรูปร่างเกือบสมบูรณ์ เมื่อสิ้นสุดระยะนี้เมล็ดมีความชื้นประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ (จวงจันท์, 2529) ระยะนี้ใช้เวลาแตกต่างกันตามชนิดพืช (วันชัย, 2542)

### 2.5.2 ระยะสะสมอาหาร (accumulation of food reserves)

เมื่อสิ้นสุดระยะแบ่งเซลล์เมล็ดเข้าสู่ระยะสะสมอาหาร มีการเคลื่อนย้ายอาหารที่เป็นแหล่งคาร์บอนเข้าสู่เมล็ด ในรูปของน้ำตาลซูโครส (sucrose) ไปสะสมไว้ในเอนโดสเปอริม น้ำตาลซูโครสเป็นต้นกำเนิดของคาร์โบไฮเดรตและไขมันที่สะสมในเมล็ดสำหรับกรดอะมิโน ที่เป็นแหล่งไนโตรเจนถูกทำลายเข้าสู่เมล็ดในรูปแอสปาราจิน (asparagine) และกลูตามีน (glutamine) เมล็ดใช้กรดอะมิโนนี้สังเคราะห์กรดอะมิโนอื่น ๆ ที่เป็นต้นกำเนิดในการสร้างและสะสมเอนไซม์และโปรตีนในเมล็ด (วันชัย, 2542) ระยะนี้เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น มีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น 3 เท่าหรือมากกว่า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และคัพภะมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อสิ้นสุดระยะนี้เมล็ดมีโครงสร้างที่สมบูรณ์ และมีความชื้นลดลงเหลือประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์

### 2.5.3 ระยะสุกแก่ (maturation)

ระยะเมล็ดแก่เป็นระยะที่เมล็ดสิ้นสุดการสะสมอาหารแล้วมีการคายความชื้นอย่างรวดเร็ว (desiccation) จนเมล็ดพันธุ์เหลือความชื้นเพียง 15-25 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเนื่องจากระบบลำเลียงที่ขั้วเมล็ดถูกตัดขาดจากต้นแม่ทำให้อาหารไม่สามารถลำเลียงเข้าสู่เมล็ดได้ หรือน้ำหนักแห้งของเมล็ดอาจลดลงในระยะนี้ เมื่อมีการเก็บเกี่ยวที่ล่าช้าและเมล็ดมีความชื้นสูงกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป เป็นสาเหตุมาจากเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจและย่อยสลายสารมีผลให้อาหารที่สะสมอยู่ในเมล็ดถูกย่อยสลาย และมีอัตราการหายใจสูงจนทำให้น้ำหนักแห้งของเมล็ดลดลงได้(วันชัย, 2542)

## 2.6 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างการพัฒนา

ในระหว่างการพัฒนาเจริญเติบโตและการพัฒนา เมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (morphology) และสรีรวิทยา (physiology) แตกต่างไปตามชนิดของพืช และสภาพแวดล้อม เมล็ดที่สุกแก่ทางสรีรวิทยานั้นเป็นเมล็ดที่มีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด ซึ่งระหว่างการพัฒนาเปลี่ยนแปลงของเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ดังนี้ (จวงจันท์, 2529; วัลลภ, 2540)

### 2.6.1 ความชื้นของเมล็ด (seed moisture content)

ในขณะที่ไซ่อ่อนยังไม่ได้รับการปฏิสนธิ ไซ่มีความชื้นประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ หลังการปฏิสนธิ 2-3 วัน เมล็ดมีความชื้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นความชื้นเริ่มลดลง และลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ซึ่งเมล็ดมีความชื้นประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นกับชนิดและพันธุ์พืช จากนั้นความชื้นลดลงเหลือ 14-20 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างตามชนิดและพันธุ์พืช รวมถึงสภาพแวดล้อมในการปลูก

### 2.6.2 ขนาดของเมล็ด (seed size)

ภายหลังการปฏิสนธิเมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากมีการเคลื่อนย้ายสารอาหารจากส่วนต่าง ๆ จากต้นแม่มาสะสมยังเมล็ด จนกระทั่งเมล็ดมีขนาดใหญ่สุดก่อนระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เนื่องจากเมล็ดมีความชื้นสูง และมีขนาดเล็กงอกเล็กน้อยเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา เนื่องจากเมล็ดมีความชื้นลดลง หลังจากนั้นเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงขนาดน้อยมาก

### 2.6.3 น้ำหนักแห้งของเมล็ด (seed dry weight)

ภายหลังการปฏิสนธิเมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น เมล็ดมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะสะสมอาหาร หรือหลังจากมีการพัฒนาโครงสร้างของต้นอ่อนที่สมบูรณ์ และมีน้ำหนักแห้งสูงสุดเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากนั้นน้ำหนักแห้งของเมล็ดลดลง เนื่องจากไม่มีการเคลื่อนย้ายอาหารมาสะสมในขณะเดียวกันเมล็ดมีการนำอาหารสะสมไปใช้ในกระบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ด

### 2.6.4 ความงอก (seed germination)

หลังจากปฏิสนธิไซ่ยังไม่สามารถงอกได้ เมล็ดเริ่มงอกได้และมีความงอกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังต้นอ่อนมีการพัฒนาที่สมบูรณ์แล้ว เมล็ดมีความงอกสูงสุดก่อนระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา และยังคงความงอกสูงสุดจนกระทั่งเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากนั้นความงอกค่อย ๆ ลดลง เนื่องจากเมล็ดเริ่มมีการเสื่อมสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.6.5 ความแข็งแรงของเมล็ด (seed vigor)

เมล็ดเริ่มมีความแข็งแรงพร้อมกับความงอก แต่ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นช้ากว่าความงอก และมีความแข็งแรงสูงสุดในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากนั้นความแข็งแรงลดลงอย่างรวดเร็วกว่าความงอก

### 2.6.6 สีของเมล็ดพันธุ์ (seed color)

ในขณะที่เมล็ดอยู่ในระยะกำลังพัฒนาหรือยังไม่สุกแก่เมล็ดพันธุ์พืชส่วนใหญ่มีสีขาวหรือเขียวอ่อน มีสีน้ำตาลใสและตรงตามพันธุ์เมื่อเมล็ดพันธุ์สุกแก่เต็มที่ ดังนั้น สีของเมล็ดพันธุ์จึงสามารถบ่งบอกถึงการสุกแก่ทางสรีรวิทยาได้

### 2.6.7 รูปร่างของเมล็ดพันธุ์ (seed shape)

ในระยะเริ่มต้นของการพัฒนา เมล็ดพันธุ์มักมีรูปร่างกลม และมีรูปร่างตรงตามชนิดและพันธุ์พืชนั้น ๆ เมื่อมีการพัฒนามากขึ้น นอกจากพันธุ์พืชแล้วรูปร่างของเมล็ดพันธุ์ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและความสมบูรณ์ของปัจจัยการผลิตด้วย

### 2.6.8 การพักตัวของเมล็ดพันธุ์ (seed dormancy)

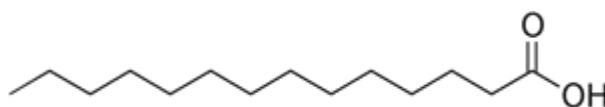
การพักตัวของเมล็ดพันธุ์เป็นลักษณะหนึ่งที่มีการพัฒนาระหว่างการพัฒนาของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเป็นกลไกป้องกันไม่ให้เมล็ดพันธุ์งอกค้ำตันหรืองอกก่อนฤดูกาลที่เหมาะสม การพักตัวของเมล็ดพันธุ์แสดงให้เห็นเมื่อเมล็ดเริ่มงอก โดยทั่วไปพืชที่เมล็ดพันธุ์มีการพักตัวมักมีการพักตัวเพิ่มมากขึ้นเมื่อต้นแม่เจริญเติบโตภายใต้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม

### 2.6.9 การเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ (seed deterioration)

เมล็ดพันธุ์เริ่มมีการเสื่อมคุณภาพภายหลังการสุกแก่ทางสรีรวิทยา เนื่องจากไม่มีการเคลื่อนย้ายอาหารจากต้นแม่มาสะสมยังเมล็ด ในขณะที่เดียวกันมีการนำอาหารสะสมไปใช้ในการหายใจ ดังนั้น หากเมล็ดพันธุ์สุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้วยังไม่ได้เก็บเกี่ยวหรือเก็บเกี่ยวช้าลงเท่าใด ทำให้เมล็ดมีการเสื่อมสภาพมากขึ้น

## 2.7 น้ำมันมะพร้าว

2.7.1 กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acids) น้ำมันมะพร้าว ประกอบด้วยกรดไขมันที่อิ่มตัว กว่า 90 เปอร์เซ็นต์ อะตอมของคาร์บอนของกรดไขมันที่อิ่มตัวจะต่อกันเป็นเส้น (chain) โดยมีพันธะเดี่ยว (single bond) จับกันเองเป็นเส้นยาวตามจำนวนของคาร์บอน แต่ละอะตอมของคาร์บอนจะมีไฮโดรเจนติดอยู่ 2 ตัว เนื่องจากแต่ละอะตอมของคาร์บอนไม่สามารถรับไฮโดรเจนได้อีกเพราะไม่มีพันธะว่าง จึงเรียกน้ำมันที่มีกรดไขมันประเภทนี้ว่า “น้ำมันอิ่มตัว” กรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันมะพร้าวส่วนใหญ่ มีจำนวนอะตอมของคาร์บอน 8-14 ตัว กรดไขมันที่สำคัญได้แก่ กรด คาปริก (capric acid-C10) กรดลอริก (Lauric acid-C12) และ กรดไมริสติก (myristic acid-C14) ทำให้โมเลกุลมีความยาวของเส้น (chain) ขนาดปานกลาง



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของกรดไขมันอิ่มตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ น้ำมันมะพร้าวยังประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) แต่มีเพียง 9 เปอร์เซนต์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.7.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid) คือ กรดไขมันที่มีอะตอมของคาร์บอน 1 ตัว ไม่มีไฮโดรเจน 2 ตัวมาจับ จึงต้องจับคู่กันเองด้วยพันธะคู่ (double bond) จึงเป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่เพียงหนึ่งคู่

2.7.3 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid) คือ กรดไขมันที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 คู่ ส่วนใหญ่กรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนมาก จึงทำให้โมเลกุลมีความยาวมาก เช่น กรดลิโนเลอิก (linoleic acid – C18)

## 2.8 ชนิดและปริมาณของกรดไขมัน

การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าว พบว่า น้ำมันมะพร้าว มีปริมาณของกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 90 ของกรดไขมันทั้งหมดโดยกรดไขมันอิ่มตัวที่พบ ได้แก่ กรดคาโปรอิก (Caproic acid, C6) กรดคาปริลิก (Caprylic acid, C8) กรดคาปริก (Capric acid, C10) กรดลอริก (Lauric acid, C12) กรดไมริสติก (Myristic acid, C14) กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid, C16) และกรดสเตียริก (Stearic acid, C18) นอกจากนั้นมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดโอเลอิก (Oleic acid, C18:1) และ กรดไลโนเลอิก (Linoleic acid, C18:2) จากการศึกษาชนิด และ ปริมาณของกรดไขมัน ในน้ำมันมะพร้าว 6 สายพันธุ์ ที่ผลิตด้วยการหมัก และ การหีบเย็น มีผลต่อ ปริมาณของกรดไลโนเลอิก (วาสนา, 2541)

(สมชาย และคณะ 2552) รายงานว่า กระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่แตกต่างกันไม่ทำให้องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ แตกต่างกันแต่ความแปรปรวนในองค์ประกอบของกรดไขมัน ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ที่ควบคุมผ่านทางลักษณะทางพันธุกรรม

### กิจกรรมย่อยที่ 3 : การเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวของในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น

#### 3.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะพร้าว

มะพร้าว (Coconut) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cocos nucifera* Linn. เป็นพืชยืนต้นใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดหนึ่งอยู่ในตระกูลปาล์ม นอกจากมะพร้าวแล้ว อินทผลัม ปาล์มน้ำมัน ตาลโตนด จาก หมาก สาคู ลาน และ หวาย ก็เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลปาล์ม การจำแนกทางอนุกรมวิธานของมะพร้าว (Taxonomic classification) ดังนี้

Class : Angiospermae

Subclass : Monocotyledoneae

Order : Palmales

Family : Palmae

Subfamily : Cocoideae

Tribe : Cocoideae

Genus : *Cocos*

Species : *Nucifera*

มะพร้าวมีระบบรากเป็นรากฝอยแผ่กระจายออกรอบลำต้น มีลำต้นเดี่ยว ไม่แตกแขนง มีรอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้น สามารถคำนวณอายุของต้นมะพร้าวได้จากรอยแผลนี้ คือในหนึ่งปีมะพร้าวจะสร้างใบประมาณ 12-14 ใบ ดังนั้น ในหนึ่งปีจะมีรอยแผลที่ลำต้น 12-14 รอยแผล

ใบ เป็นใบประกอบ ออกอยู่ตามส่วนของลำต้น ประกอบด้วยก้านทาง (rachis) มีขนาดใหญ่ และ ยาว และมีใบย่อย (leaflet) บนก้านทางประมาณ 200 – 250 ใบ

ดอก ออกเป็นช่อชนิดพานิคิล มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย อยู่ในช่อเดียวกัน ดอกมีกลีบดอก 6 กลีบ สี ครีมนหรือสีเหลืองนวล ไม่มีก้านดอกย่อยดอกตัวเมียจะมีกลีบดอกหนาและแข็งกว่ากลีบดอกตัวผู้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547)

ผล มะพร้าวเป็นชนิดไฟบรัสตรูป (fibrous drupe) เรียกว่า นัท (nut) มีเปลือก 3 ชั้นคือ

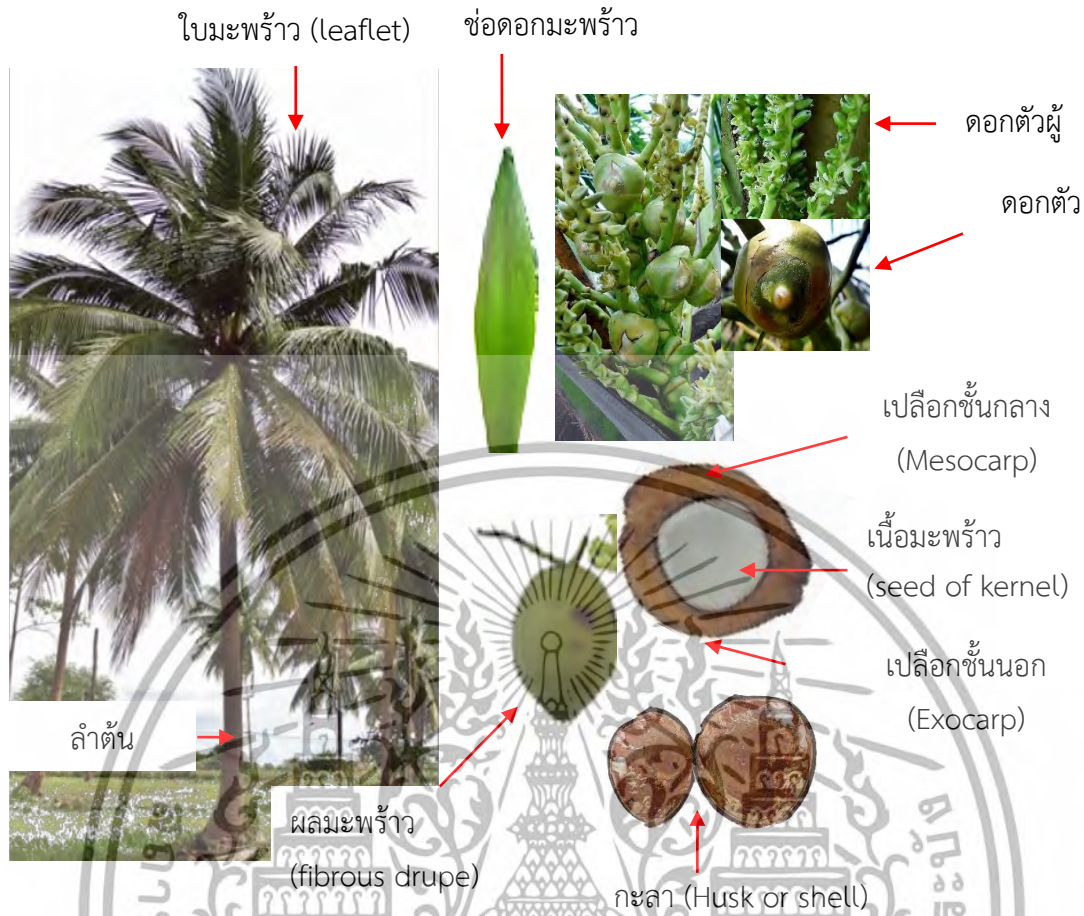
1. เปลือกชั้นนอก (exocarp) เป็นเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อแก่อาจมีสีเขียว แดง เหลือง หรือน้ำตาล

2. เปลือกชั้นกลาง (mesocarp) มีลักษณะเป็นเส้นใย มีความหนาพอประมาณ

3. เปลือกชั้นใน (endocarp) มีลักษณะแข็งหรือที่เรียกกันว่า กะลา (shell) (ดวงดาว, 2549)

เมล็ด (seed of kernel) คือ เนื้อมะพร้าว ภายในเมล็ดเป็นช่อกลางขณะผลอ่อนมีน้ำอยู่เต็มผล และเมื่อมะพร้าวสุกแก่น้ำมะพร้าวแห้งไปบางส่วน (วาสนา, 2541) (ภาพที่ 3.1)

จาวมะพร้าว จาวมะพร้าวใช้น้ำมาเป็นอาหารได้ ในจาวมะพร้าวมีฮอร์โมนออกซิน และฮอร์โมนอื่นๆแต่มีฮอร์โมน ออกซิน ปริมาณมากที่สุด ซึ่งเมื่อน้ำไปคั้น และนำน้ำที่ได้จาวมะพร้าว ไปรดต้นพืช จะช่วยกระตุ้นการ เจริญเติบโตของพืชได้



ภาพที่ 3.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะพร้าว

### 3.2 ประเภทของมะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชผสมข้ามพันธุ์ แต่ละต้นจึงไม่เป็นพันธุ์แท้ อาศัยหลักทางการผสมพันธุ์ ที่เป็นไปโดยธรรมชาติ ในเรื่องของการจำแนกพันธุ์มะพร้าวมีผู้จำแนกไว้หลายแบบซึ่งแตกต่างกันไป หลักที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์มักจะเป็นขนาดของต้น อายุตกผล และขนาดผล (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) จากหลักเกณฑ์ทั้ง 3 ประการนี้ ทำให้จำแนกพันธุ์มะพร้าวไทย ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง และมะพร้าวต้นเตี้ย

มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง ลักษณะสำคัญคือ ต้นสูง ออกผลช้า มีสะโพกที่โคนต้น ส่วนมากมะพร้าวที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันนี้มักเป็นพันธุ์ต้นสูง พวกนี้มักมีอายุยืน (60-80 ปี หรือมากกว่านั้น) ขึ้นอยู่กับสภาพดิน มักจะต้านทานต่อโรค และ แมลง ยกเว้นพวกไวรัสที่ทำให้เกิดโรคบางชนิด จะเริ่มติดผลเมื่ออายุประมาณ 8-10 ปีหลังปลูก จัดเป็นพืชผสมข้าม โดยดอกตัวผู้จะเริ่มเปิดก่อนดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน ดังนั้นการผสมเกสรจะเกิดขึ้นก็เมื่อได้รับละอองเกสรจากต้นอื่น ในกลุ่มนี้จะแยกพันธุ์ตามสถานที่อยู่ หรือลักษณะของผลที่เห็นเด่นชัด เช่น มะพร้าวหัวลิง ทะลายร้อย ปากจก เปลือกหวาน มะพร้าวใหญ่ และ มะพร้าวกะโหลก (สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2556)

มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย เป็นพันธุ์ออกผลเร็ว ต้นเตี้ยไม่มีสะโพก ติดดอกออกผลในช่วง 3-4 ปี หลังจากปลูก ผลผลิตจะออกเต็มที่ในช่วง 9-10 ปี อายุการให้ผลที่ระดับเศรษฐกิจ อยู่ประมาณ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30-40 ปี พันธุ์ต้นเตี้ยมีหลายพันธุ์ เมล็ดที่ได้จะตรงตามพันธุ์ เพราะการแตกของละอองเกสรตัวผู้พร้อมกัน การเปิดของดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน ดังนั้น จึงเกิดการผสมตัวเองของตัวผู้ และ ตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน สีของผลจะมีทั้งสีเหลืองทอง สีเหลืองงาช้าง สีเขียว สำหรับผลของพันธุ์ต้นเตี้ยจะมีทั้งขนาดผลเล็ก และ ผลใหญ่ พันธุ์ผลเล็กที่สุดในกลุ่มนี้ คือ Coco Nino ในฟิลิปปินส์ ซึ่งปัจจุบันมีการนำไปปลูกกระจายทั่วไปทุกส่วนของโลก มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ยได้แก่ มะพร้าวหมูสี หมูสีเขียว ทุ่งเคล็ด หมูสีเหลือง มะพร้าวไฟ ปะทิว มะพร้าวน้ำหอม และนกคุ้ม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) มะพร้าวพื้นเมืองที่เกษตรกรปลูกกันมาแต่ดั้งเดิม จะมีลักษณะดีหลายอย่าง เช่น มีขนาดผลค่อนข้างโต และทนทานต่อสภาพอากาศแล้งได้ดี ในวงการอุตสาหกรรมมะพร้าวในปัจจุบันได้พัฒนาทางด้านคุณภาพมะพร้าวมากมาย ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จังหวัดชุมพร ได้วิจัยและพัฒนามะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง ตกผลเร็ว ซึ่งได้ผ่านการรับรองพันธุ์มาแล้ว 3 พันธุ์ (ตารางที่ 3.1) ได้แก่

1. มะพร้าวพันธุ์สวีลูกผสม 1 (Sawi hybrid No.1) เป็นมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างมะพร้าวพันธุ์มลายูสีเหลืองต้นเตี้ยกับเวสต์แอฟริกันต้นสูง (MYD x WAT) ลักษณะเด่นของมะพร้าวพันธุ์นี้ คือ มีอายุการตกผลเร็ว สามารถเก็บผลผลิตได้ในปีที่ 5 หลังการปลูก ให้ผลผลิตสูง เนื้อมะพร้าวหนา ปริมาณน้ำมันมาก จึงเป็นมะพร้าวที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าว

2. มะพร้าวพันธุ์ลูกผสมชุมพร 60 (Chumphon hybrid No.60) เป็นมะพร้าวลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์กับเวสต์แอฟริกันต้นสูงกับไทยต้นสูง (WAT x THT) สามารถเก็บผลผลิตได้ในปีที่ 5 หลังจากปลูก ขนาดผลมีตั้งแต่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ เนื่องจากขนาดผลของมะพร้าวพันธุ์นี้ค่อนข้างโตกว่าพันธุ์สวีลูกผสม 1 จึงสามารถจำหน่ายได้ทั้งผลสดและในรูปมะพร้าวแห้งส่งโรงงานสกัดน้ำมัน

3. มะพร้าวพันธุ์ลูกผสมชุมพร 2 เป็นมะพร้าวลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์มลายูสีเหลืองต้นเตี้ยกับไทยต้นสูง (MYD x THT) ขนาดผลมีตั้งแต่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ทำให้สามารถจำหน่ายได้ทั้งในรูปผลสดและแปรรูปในอุตสาหกรรมน้ำมัน มะพร้าวลูกผสมทั้ง 3 พันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์พื้นเมือง ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร, (2552)

ตารางที่ 3.1 ผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักมะพร้าวแห้ง ปริมาณน้ำมันของมะพร้าวพันธุ์ลูกผสม และ มะพร้าวพันธุ์ไทย

พันธุ์	ผลผลิตเฉลี่ย (ผล/ไร่)	น้ำมันมะพร้าวแห้ง (กิโลกรัม/ไร่)	ปริมาณน้ำมัน (%W/W)
พันธุ์สวีลูกผสม 1	2,300	572	68
พันธุ์ลูกผสมชุมพร 60	2,204	628	64 - 67
พันธุ์ลูกผสมชุมพร 60	1,800	500	66
พันธุ์ไทย	1,084	374	959 - 60

ที่มา: ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร, (2552)

### 3.3 ประโยชน์ของมะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคใต้ มะพร้าวสามารถปลูกได้ทั่วประเทศ การใช้ประโยชน์จากมะพร้าวกว้างขวางมาก คือ ใช้ทั้งรับประทานผลสด นำมาประกอบอาหาร เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนที่เหลือยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ เช่น การนำเส้นใยของผลไปใช้บุเก้าอี้ ขุยมะพร้าวใช้ผสมกับดินสำหรับปลูกพืช เป็นต้น มะพร้าวผลประมาณ 73 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งหมดนำไปใช้บริโภคโดยตรง ส่วนที่เหลือ 27 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งหมดนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจุบันความต้องการมะพร้าวทางอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น เนื่องจากการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์มะพร้าว เช่น การผลิตกะทิเข้มข้น และมะพร้าวอบแห้ง ปริมาณความต้องการบริโภคโดยตรง เช่น ใช้ในการปรุงอาหาร การกินผลสด เพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มของประชากร จากรายงานการประชุมสัมมนาอุตสาหกรรมมะพร้าวนานาชาติที่มาเลเซีย เมื่อปี พ.ศ. 2530 รายงานว่า กลุ่มประเทศสมาชิกขบวนการมะพร้าวแห่งเอเชีย และแปซิฟิกเป็นกลุ่มประเทศที่ผลิตมะพร้าวมากที่สุดในโลกคือ ประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั่วโลก ในกลุ่มประเทศสมาชิก 12 ประเทศ ซึ่งรวมทั้งประเทศไทย สถิติการผลิตมะพร้าว 10 อันดับแรกของโลก พบว่า ประเทศอินโดนีเซียมีกำลังการผลิตมะพร้าวมากเป็นอันดับ 1 ประมาณ 19.5 ล้านตัน อันดับ 2 ได้แก่ประเทศฟิลิปปินส์ 15.3 ล้านตันและอินเดียประมาณ 10.9 ล้านตัน สำหรับประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 6 ประมาณ 1.5 ล้านตัน

### 3.4 การเก็บผล

มะพร้าวออกดอกโดยเฉลี่ยปีละ 12 จัน ถ้าได้รับการดูแลดีก็จะติดผลทุกจัน ได้ผลผลิตทุกเดือน เดือนละ 1 ทะลาย แต่ตามปกติจะเก็บผลมะพร้าวได้ไม่เท่ากันในแต่ละเดือน เดือนที่ให้ผลผลิตน้อยคือ ระหว่างเดือนธันวาคม ถึง เดือนมีนาคม ต่อจากนั้นจะเก็บผลมะพร้าวได้มากขึ้นเรื่อย ๆ ช่วงที่เก็บผลผลิตได้มากที่สุดคือ เดือนสิงหาคม ถึงกันยายน ผลมะพร้าวจะเริ่มแก่เมื่ออายุประมาณ 11 เดือน จนอายุ 12 เดือน สังเกตได้จากผิวของเปลือก จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีก้ำมู หรือ สีน้ำตาล และปริมาณน้ำในผลจะน้อยลง ดังนั้น เมื่อเขย่าผลดูจะได้ยินเสียงน้ำโคลน มะพร้าวในทะลายเดียวกัน จะแก่ไม่พร้อมกัน จึงควรเลือกเก็บผลจากมะพร้าวที่ผลมะพร้าวแก่หมดแล้ว กรมวิชาการเกษตร, (2555)

ปัจจุบันพื้นที่ปลูกมะพร้าวลดลงมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ปลูกเดิมสาเหตุหลักมาจากเกษตรกรหันไปปลูกพืชชนิดอื่นที่ได้ราคาดีกว่าแทน เช่น ยางพารา ทุเรียน สับปะรด ปาล์มน้ำมัน ปัจจุบันแม้ว่าราคามะพร้าวสูงแต่ราคามะพร้าวไม่แน่นอน มีรายได้ต่อไร่ต่ำ เกษตรกรตัดแต่งทางใบมะพร้าวออกประมาณ 3-4 ทาง นำไปทิ้งหรือเผาทำลายในสวนมะพร้าว สามารถปลูกพืชเสริม หรือเลี้ยงสัตว์ได้ เนื่องจากมีพื้นที่ว่างระหว่างแถวมะพร้าว พืชที่สามารถใช้ปลูกในสวนมะพร้าวมีหลายชนิด ได้แก่ พริกไทย ผักเหลียง ข้าวไร่ สับปะรด หรืออาจใช้เลี้ยง โค กระบือ แพะ แกะ ไก่ และสุกรได้ ที่สามารถเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร หากได้เพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้นเพื่อการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ว่างระหว่างแถวมะพร้าวให้เกิดประโยชน์และเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวต่อไป

### 3.5 พริกไทย

พริกไทย (Piper nigrum Linn) เป็นพืชสมุนไพรและเครื่องเทศที่มีความสำคัญเนื่องจากมี สารสำคัญอยู่ 2 กลุ่ม คือ peper oleoresins และ peper volatile oils (น้ำมันหอมระเหย) สำหรับในกลุ่ม peper oleoresins มีสาร alkaloids ได้แก่ piperine เป็นสารที่ให้ความรู้สึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เผ็ด ช่วยเพิ่มรสชาติให้กับอาหาร นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่ม piperidine และ piperitine (สารนิตยและ แสงมณี, 2551) ส่วนสารในกลุ่มของ peper valatial oils ใช้เป็นส่วนผสมในยาแก้หวัด ยาแก้ปวด ท้อง ช่วยกระตุ้นการหลั่งน้ำย่อยในกระเพาะ นอกจากนี้ยังมีการนำพริกไทยไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ ดังนั้นพริกไทยเป็นพืชที่มีความสำคัญในพืชกลุ่มสมุนไพรและ เครื่องเทศ และเป็นที่ยอมรับของผูบริโภคทั้งในและต่างประเทศ ในปี พ.ศ.2551 ประเทศไทยมีการส่งออกพริกไทย 1,745 ตัน มีมูลค่าการส่งออก 87.93 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2550 โดยส่งออกในรูปของ พริกไทยเม็ดและพริกไทยป่น แหล่งปลูกพริกไทยในประเทศไทยที่ใหญ่ที่สุดของประเทศ คือที่จังหวัด จันทบุรี ระยอง ตราด และหลายจังหวัดในภาคใต้ เช่น กระบี่ ตรัง นราธิวาส พังงา ฯลฯ และมีการนำ พริกไทยไปปลูกในภาคอื่น ๆ เช่น จังหวัดเพชรบูรณ์ พิษณุโลก สุโขทัย เชียงใหม่ และตาก (สำนักงาน เศรษฐกิจการเกษตร, 2552) การปลูกพืชหลักและพืชแซม โดยอาศัยการปลูกพืชที่ขอบกินและกินสิ่ง ที่ปลูก ซึ่งช่วยลดรายจ่าย และเพิ่มรายได้เป็นอย่างดีซึ่งสอดคล้องกับพระราชดำรัสของ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง คือ รู้จักประมาณตน รู้จักตนเอง มี เหตุผล มี ภูมิคุ้มกันที่ดีโดยยึดมั่นอยู่บนพื้นฐานของความพอเพียงและความพอดีซึ่งปัจจุบันมีการ ปลูกพืชผสมผสานระบบคอนโดเป็นการปลูกพืช 5 ชั้น ทำการปลูกพืชให้แต่ละชนิดอยู่เป็นชั้นๆ ตาม ลักษณะและสายพันธุ์โดยพืชชั้นบนสุดเป็นพืชหลักคือไม้ผลและไม้ยืนต้นที่มีต้นสูง ยกตัวอย่างเช่น ทุเรียน 5 ไร่ อายุทุเรียนประมาณ 5 ปีบริเวณโคนต้นจะเกิดที่ว่าง ซึ่งชั้นรองลงมาปลูกพริกไทยแซม ตามโคนต้นพืชหลักโดยให้ต้นพริกไทย เลื้อยขึ้นไปบนต้นทุเรียน (ธนชิตและนิภาพร, 2552)

### 3.6 ผักเห็ดียง

ผักเห็ดียง (*Gnetum gnemon*) ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Gnetumgnemon* Linn. var. *tenerum*Markgr. อยู่ในวงศ์ : GNETACEAE (ภาณุพงศ์, 2546) ผักเห็ดียงอุดมไปด้วยเบต้าแคโรทีน ถือว่าเป็นสารต้านออกซิเดชั่นที่สำคัญเป็นสารตั้งต้น สร้างวิตามินเอ อีกหลากหลายด้วย มีข้อมูล ออกมาจากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พบว่า ผักเห็ดียง 100 กรัม รวมกันให้เบต้าแคโรทีน สูงถึง 1,089 ไมโครกรัมหน่วยเรตินัล สูงกว่า ผักบุงจีนสามเท่ามากกว่า ผักบุงไทย 5-10 เท่า เป็นสุดยอดของแหล่งเบต้าแคโรทีนคือแครอท ก็ไม่ได้มีเบต้าแคโรทีนมากไปกว่า ผักเห็ดียงเลย เบต้าแคโรทีน เป็นสารสีส้ม แต่กลับมองไม่เห็นสีส้มในผักเห็ดียงก็เพราะมันถูกสีเขียว ของใบผักปกปิดไว้จนหมด กินผักเห็ดียง จึงให้ทั้งคุณค่าของเบต้าแคโรทีน และสารพฤกษเคมีจากผัก ใบ และผักเห็ดียงยังให้คุณค่าของแคลเซียม และ ฟอสฟอรัส ช่วยบำรุงกระดูก (ดวงรัตน์, 2557) ผัก เห็ดียง เป็นพืชผักชนิดหนึ่ง เป็นไม้พุ่มไม้ป่าที่เจริญเติบโตได้ดีภายใต้ร่มเงาต้นไม้อื่นๆ เช่น ไม้ผล ไม้ ยืนต้นจำพวกยางพารา จึงเป็นพืชที่เหมาะสมจะนำมาปลูกเป็นพืชร่วมยาง มีด้วยกัน 3 ชนิด คือ ชนิดใบ กว้าง หรือใบใหญ่ มีขนาดใบกว้างประมาณ 9 เซนติเมตร ปลายใบแหลม แต่ไม่เรียว เป็นพันธุ์ที่นิยม ปลูกกันมาก ชนิดใบแคบหรือใบยาว ใบมีขนาดประมาณ 5.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 18 เซนติเมตร ชนิดใบเล็ก ใบกว้างประมาณ 10 เซนติเมตร ปลายใบค่อนข้างเรียวแหลม (กรมวิชาการเกษตร, 2559) ตัวอย่างการปลูกผักเห็ดียงร่วมยาง: นายสมนึก ชูแก้ว เลขที่ 6 หมู่ที่ 11 ตำบลตะโหมด อำเภอดะ โหมด จังหวัดพัทลุง ปลูกยางพันธุ์ BPM 24 ระยะปลูกยาง 3x7 เมตร ปัจจุบันยางอายุ 10 ปี เมื่อ ยางอายุ 3 ปีปลูกผักเห็ดียงเป็นพืชร่วมระหว่างแถวยางระยะ 3x7 เมตร ในพื้นที่ 7 ไร่ ไม่มีระบบการ ให้น้ำ โดยการอาศัยน้ำฝน ใส่ปุ๋ยมูลค่างควา 50 กิโลกรัม/ไร่/ปีและปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัม/ไร่/ปี ในปี 2548 ได้ผลผลิตน้ำยางเฉลี่ย 800 กิโลกรัม/ไร่ มีรายได้จากการขายน้ำยางเฉลี่ย 56,000 บาท/ไร่ (เฉลี่ยกิโลกรัมละ 70 บาท) รายได้จากผักเห็ดียงเฉลี่ย 18,514 บาท/ไร่ ผลผลิตหน้าสวนกิโลกรัมละ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40 บาท นอกจากนั้นจำหน่ายกิ่งชำลงในปี 2548 ได้ 15,075 บาท เฉลี่ยไร่ละ 2,154 บาท ราคาต้นละ 15 บาท ต้นทุนปลูกผักเหมียงปีแรก 2,500 บาท/ไร่ เป็นค่าต้นพันธุ์ ค่าปุ๋ย ค่าอุปกรณ์ (บทความวิชาการด้านยางพารา. 2011)

### 3.7 ข้าวไร่ 4 สายพันธุ์ ที่เลือกปลูกเป็นพืชร่วมกับมะพร้าวอายุ 20 ปีขึ้นไป ได้แก่

#### 3.7.1 พันธุ์สามเดือน (Samduen)

เป็นข้าวไร่ไวต่อช่วงแสง อายุถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ 78 วันหลังงอก อายุเก็บเกี่ยว 108 วันหลังงอก ทรงกอตั้งตรง ต้นสูง 88.48 เซนติเมตร ปล้องสีเหลืองอ่อน กาบใบสีเขียว ลิ่นใบสีเขียว มี 2 ยอด หูใบสีเหลืองค่อนข้างดำ น้ำตาลอ่อน ข้อต่อใบสีเหลือง มุมใบตรงตั้งตรง รวงยาว 25.75 เซนติเมตร รวงแน่น จำนวนรวงต่อกอ 9-11 รวง ยอดเกสรตัวเมียสีเขียวอ่อน ปลายยอดดอกสีม่วง เมล็ดมีหาง ยอดเมล็ดสีเหลือง มีขนบนเปลือกเมล็ด ระยะพักตัว 4-5 สัปดาห์ เปลือกเมล็ดสีเหลือง ข้าวกล้องสีขาว น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด 24.82 กรัม ปริมาณอมิโลส 19.50 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม ผลผลิตประมาณ 405 กิโลกรัมต่อไร่ ลักษณะเด่น เป็นข้าวไร่ไม่ไวแสงปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ทนแล้ง มีปริมาณธาตุเหล็ก 2.72 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณโปรตีน 7.11 เปอร์เซ็นต์ มีกลิ่นหอม

#### 3.7.2 พันธุ์เล็บนกไร่ (Lebnok rai)

เป็นข้าวไร่ไวต่อช่วงแสงปานกลาง อายุถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ 95 วันหลังงอก อายุเก็บเกี่ยว 124 วันหลังงอก ทรงกอตั้งตรง ต้นสูง 100.70 เซนติเมตร ปล้องสีเหลืองอ่อน กาบใบสีเขียวอ่อน ลิ่นใบสีน้ำตาลอ่อน มี 2 ยอด หูใบสีน้ำตาล ข้อต่อใบสีเหลือง มุมใบตรงแบนอน รวงยาว 27.03 เซนติเมตร รวงแน่น จำนวนรวงต่อกอ 9-10 รวง ยอดเกสรตัวเมียสีเหลืองอ่อน ปลายยอดดอกสีเหลืองอ่อน ยอดเมล็ดสีน้ำตาล มีขนบนเปลือกเมล็ด ระยะพักตัว 7 สัปดาห์ เปลือกเมล็ดสีเหลืองฟางข้าว ข้าวกล้องสีขาว น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด 24.83 กรัม ปริมาณอมิโลส 19 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม ผลผลิตประมาณ 504 กิโลกรัมต่อไร่ มีกลิ่นหอม

#### 3.7.3 พันธุ์ดอกขาม (Dokkam)

เป็นข้าวไร่ไวต่อช่วงแสงปานกลาง อายุถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ 92 วันหลังงอก อายุเก็บเกี่ยว 124 วันหลังงอก ทรงกอตั้งตรง ต้นสูง 110.50 เซนติเมตร ปล้องสีเขียวอ่อน กาบใบสีเขียวอ่อน ลิ่นใบสีน้ำตาลอ่อน มี 2 ยอด หูใบสีน้ำตาลอ่อน ข้อต่อใบสีน้ำตาลอ่อน มุมใบตรงตั้ง รวง 32.50 เซนติเมตร รวงไม่แน่น จำนวนรวงต่อกอ 9-12 รวง ยอดเกสรตัวเมียสีม่วง ปลายยอดดอกสีม่วง เมล็ดไม่มีหาง ยอดเมล็ดสีน้ำตาลเข้ม มีขนบนเปลือกเมล็ด ระยะพักตัว 7-8 สัปดาห์ เปลือกเมล็ดสีเหลืองปนน้ำตาล ข้าวกล้องสีน้ำตาล น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด 22.86 กรัม ปริมาณอมิโลส 20.8 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม ผลผลิตประมาณ 481 กิโลกรัมต่อไร่ ลักษณะเด่น ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ทนแล้ง มีปริมาณธาตุเหล็ก 2.32 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณโปรตีนสูง 7.76 เปอร์เซ็นต์ มีกลิ่นหอม

#### 3.7.4 พันธุ์เขาทอง (Pukaotong)

เป็นข้าวไร่ไวต่อช่วงแสงปานกลาง มีอายุถึงออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ 89 วันหลังงอก อายุเก็บเกี่ยว 119 วันหลังงอก มีทรงกอตั้งตรง ต้นสูง 104 เซนติเมตร ปล้องสีเหลือง กาบใบสีเขียว ลิ่นใบสีน้ำตาลอ่อน มี 2 ยอด หูใบสีน้ำตาลอ่อน ข้อต่อใบสีเหลือง มุมใบตรงเป็นแบนอน รวงมีความยาว 31 เซนติเมตร รวงแน่น ละเอียด จำนวนรวงต่อกอ 9-11 รวง ยอดเกสรตัวเมีย สีเขียวอ่อน ปลายยอดดอกสีเหลือง เมล็ดมีหาง ยอดเมล็ดสีน้ำตาลเข้ม มีขนบนเปลือกเมล็ด ระยะพักตัว 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่แต่งขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้  
 ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ เปลือกเมล็ดสีเหลืองทอง ข้าวกล้องสีขาว น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด 22.67 กรัม ปริมาณอมิโลส 19.4 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม ผลผลิตประมาณ 652 กิโลกรัมต่อไร่ ลักษณะเด่นปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ทนแล้ง ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้ มีปริมาณธาตุเหล็กสูง 2.17 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณโปรตีนสูง 9.20 เปอร์เซ็นต์ มีกลิ่นหอม (ร่วมจิตร, 2560)

### 3.8 หญ้าเนเปียร์ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Pennisetum purpureum* cv. Pakchong 1

เป็นหญ้าที่ได้รับการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นหญ้าลูกผสมระหว่างหญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum*) กับ หญ้าไข่มุก (*Pennisetum americanum*) มีอายุหลายปี (perennial) เติบโตเร็วให้ผลผลิตต่อไร่สูง โปรตีนสูง มีความน่ากินสูง สัตว์ชอบกินตอบสนองต่อการให้น้ำ และปุ๋ยดี แตกกอดี แกร่ง ทนแล้ง ในฤดูหนาวยังเติบโตได้ดีไม่ชะงักไม่มีระยะพักตัว ใบเล้าต้นอ่อนนุ่ม ชอบใบไม่คมไม่มีขน ที่ทำให้เกิดอาการระคาย ระยะดอกสั้นไม่ติดเมล็ด ให้ผลผลิตทั้งปี มีปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นสูงทำเป็นหญ้าหมักโดยไม่จำเป็นต้องเสริมสารใด ๆ ปรับตัวได้ดีในดินหลายสภาพไม่มีโรค และแมลงรบกวนเก็บเกี่ยวง่าย ปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้นาน 6-7 ปี เหมาะกับเกษตรกรที่มีพื้นที่จำกัด (ไกรลาศ, 2554)

## กิจกรรมย่อยที่ 4 : สมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และผลผลิตมะพร้าวจากพื้นที่ต่าง ๆ ใน จังหวัดชุมพร

### 4.1 มะพร้าว

มะพร้าว (Coconut) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. เป็นพืชยืนต้น ใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดหนึ่ง อยู่ในตระกูลปาล์ม นอกจากมะพร้าวแล้ว อินทผลัม ปาล์มน้ำมัน ตาลโตนด จาก หมาก สาकुลาน และหวาย ต่างก็เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลปาล์ม การจำแนกทางอนุกรมวิธานของมะพร้าว (Taxonomic classification) ดังนี้

Class : Angiospermae

Subclass : Monocotyledoneae

Order : Palmales

Family : Palmae

Subfamily : Cocoideae

Tribe : Cocoideae

Genus : *Cocos*

Species : *Nucifera*

### 4.2 การปลูกมะพร้าว (กรมวิชาการเกษตร, 2555)

การปลูกมะพร้าวให้ได้ผลดี ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้ คือ เลือกที่ปลูกดี ใช้พันธุ์ดี ปลูกถูกวิธี ดูแลรักษามะพร้าวให้สมบูรณ์ ปราศจากโรคและศัตรูที่มารบกวน และแก้ไขอุปสรรคที่เป็นตัวการทำให้มะพร้าวออกผลน้อยโดยหลักในการพิจารณา

### 4.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกมะพร้าว

ประเทศไทยตั้งอยู่บนบริเวณที่มีลมฟ้าอากาศเหมาะสมสำหรับการปลูกมะพร้าวโดยทั่วไป จะเห็นว่า มะพร้าวปลูกอยู่ตั้งแต่ภาคเหนือจรดภาคใต้หลักทั่วไปในการเลือกที่ปลูกมะพร้าวควรคำนึงถึงต่อไปนี้

#### - ฝน

มีปริมาณน้ำฝนตกไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร/ปี และมีฝนตกสม่ำเสมอทุกเดือน ถ้ามีฝนตกน้อยกว่า 50 มิลลิเมตร/เดือน ติดต่อกันเกินกว่า 3 เดือน มะพร้าวจะออกผลให้น้อยลง

#### - อุณหภูมิ

บริเวณที่อากาศหนาวจัดเป็นเวลานาน ๆ คือ มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 °C ติดต่อกันหลาย ๆ วัน จะมีผลให้มะพร้าวออกผลน้อยลงเพราะอากาศหนาวไปเปลี่ยนระบบการปรุงอาหารและกิจกรรมอื่น ๆ แต่ถ้าเป็นที่ซึ่งหนาวเป็นครั้งคราวก็ไม่มีปัญหามากนัก ที่ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 20–27 °C เช่น ภาคใต้ ภาคกลาง และตะวันออก สามารถปลูกมะพร้าวได้ผลดี

#### - แสงแดด

เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการปลูกมะพร้าว บริเวณซึ่งแสงแดดส่องไม่ค่อนถึง มะพร้าวจะไม่ค่อยออกดอกออกผล หรือมีเนื้อบาง ดังนั้น จึงไม่ควรปลูกมะพร้าวในร่ม หรือที่ซึ่งมีเมฆหนาที่บดบังตลอดปี ประมาณแสงแดดที่เหมาะสมวันละ 7.1 ชั่วโมง

#### - ความสูงของพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับความสูงของพื้นที่จะเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิความสูงทุก ๆ 100 เมตร อุณหภูมิจะลดต่ำลง 0.6 °C ดังนั้น การทำสวนมะพร้าวเพื่อการค้าควรเลือกที่ไม่สูงเกิน 500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ผลผลิตที่ได้ไม่ต่างจากการทำสวนมะพร้าวใกล้ทะเล

- ดิน

มะพร้าวเป็นพืชที่ไม่ค่อยเลือกชนิดดินที่ปลูกมากนัก แต่ต้องคำนึงถึงลักษณะพื้นที่ ดังนี้  
 ที่ลุ่ม ที่ดอน : มะพร้าวปลูกเจริญงอกงามบนที่ดอนมากกว่าที่ลุ่ม การที่จะปลูกมะพร้าวให้เจริญงอกงามในที่ลุ่ม ต้องยกเป็นคันร่องให้สูงพ้นระดับน้ำที่ขังอยู่ ให้หลังคันดินที่ยกขึ้นมาสูงกว่าระดับน้ำในฤดูน้ำสูงสุดประมาณ 60 เซนติเมตร เป็นคันยาวไปตามรูปเนื้อที่ที่มีอยู่ จึงจะพอใช้ปลูกมะพร้าวให้ได้ผลดี

ดินดาน : ดินที่มีชั้นหินแข็งหรือหินดานอยู่ลึกจากผิวดินน้อยกว่า 1 เมตร ไม่ควรใช้ปลูกมะพร้าว เพราะจะไม่ค่อยได้รับผลดี

ดินดี ไม่ดี หมายถึง ดินที่ความอุดมสมบูรณ์มากน้อยเพียงใด สังเกตได้จากต้นไม้ หรือ ต้นมะพร้าวที่ขึ้นอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ถ้าต้นไม้เหล่านั้นมีใบเขียวเข้มออกดอกออกผลงามก็แสดงว่าดินดี แต่ถ้าต้นมะพร้าวหรือต้นไม้อื่นที่อยู่ใกล้เคียงนั้น ไม่เจริญงอกงามควรจะต้องทดสอบดูให้แน่ชัดโดยการเก็บตัวอย่างดินส่งไปวิเคราะห์

#### 4.4 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์

สิ่งสำคัญที่สุดที่เกษตรกรหรือผู้ส่งตัวอย่างดินจะต้องปฏิบัติและทำความเข้าใจให้ดีคือ ขั้นตอนและวิธีการเก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งไปวิเคราะห์ เพราะไม่ว่าวิธีวิเคราะห์นั้นจะดีเพียงใดก็ตาม หรือ หมอดินมีความสามารถในการวินิจฉัยหรือตีความผลการวิเคราะห์ได้ดีเพียงใดก็ตาม ถ้าตัวอย่างดินที่เก็บมาไม่ดี ไม่สามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่นั้น ๆ ค่าที่วิเคราะห์ได้ก็หมดความหมาย การเก็บตัวอย่างดินหรือพืชเพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์จำเป็นต้องทำตามคำแนะนำที่ให้ไว้ จึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด

เนื่องจากดินในบริเวณใดบริเวณหนึ่งจะมีความแตกต่างกันอยู่บ้างพอสมควร ถึงแม้ว่าเมื่อเรามองดูด้วยตาในสภาพรวมๆ แล้ว จะเห็นว่าดินเหมือนกันก็ตาม สังเกตได้ง่ายๆ จากการปลูกพืช จะเห็นว่า ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน ใส่ปุ๋ยต่าง ๆ เหมือนกัน แต่พืชเจริญเติบโตแตกต่างกัน ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างดิน ถ้าเราเก็บตัวอย่างดินจากบริเวณที่พืชเจริญเติบโตดี เอมารวมกับบริเวณที่พืชเจริญเติบโตไม่ดี ค่าวิเคราะห์ดินที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยของ 2 บริเวณนั้น ซึ่งอาจทำให้การตีความของค่าวิเคราะห์ผิดพลาดได้ ในกรณีนี้จะต้องแบ่งการเก็บตัวอย่างดินออกเป็น 2 ตัวอย่าง และทำเครื่องหมายหรือหมายเลขของแต่ละบริเวณให้ชัดเจน

หลังจากที่แยกดินออกเป็นแปลงที่แตกต่างกันแล้ว การเก็บตัวอย่างดินภายในแปลงเดียวกัน ก็ต้องทำด้วยความระมัดระวังเช่นกัน เนื่องจากดินที่อยู่ในบริเวณเดียวกันและพืชเติบโตได้ใกล้เคียงกัน ก็จะมี ความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ดังนั้น จึงไม่ควรเก็บตัวอย่างดินเพียง 1-2 จุด เพราะถ้าดินที่เราเก็บเป็นดินที่ธาตุอาหารสูงหรือต่ำกว่าบริเวณอื่นภายในแปลงเดียวกันก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการตีความค่าวิเคราะห์ ดังนั้น จึงแนะนำให้เก็บตัวอย่างดินจากหลายๆ จุด เช่น 15-20 จุด ต่อ 1 แปลงที่ต้องการเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการที่ดินมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งในการเก็บตัวอย่างดิน คือ จะต้องเก็บตัวอย่างให้ได้ดินใน ปริมาตรเท่า ๆ กันตลอดความลึกของชั้นที่เก็บตัวอย่างเพราะดินที่อยู่ด้านบนมักจะมีธาตุอาหารและ อินทรีย์วัตถุมากกว่าดินที่อยู่ตอนล่าง ดังนั้น ถ้าเก็บดินที่อยู่ด้านบนมากและด้านล่างน้อยก็จะได้ธาตุ อาหารมากกว่า ดินที่เก็บด้านบนน้อยและด้านล่างมาก การเก็บตัวอย่างดินจึงให้แนะนำให้แช่ดิน ขนานไปตามหน้าดิน ถ้าจะให้ดีและสะดวกควรใช้อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างดิน เพราะจะเก็บ ตัวอย่างได้ดินได้ปริมาตรเท่าๆ กันตลอดความลึกของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บตัวอย่างดินใน สวนไม้ผล การใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน จะทำให้รากถูกรบกวนน้อยลง

วิธีการเก็บตัวอย่างดินในสวนไม้ผลเพื่อการวิเคราะห์

1. เลือกต้นพืชที่มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันจำนวน 15-20 ต้น
2. เลือกพื้นที่บริเวณขอบด้านในของทรงพุ่ม 2-4 จุดต่อต้น
3. กวาดเศษพืช ปุย ปูน หรือใบไม้ออกจากบริเวณที่จะเจาะตัวอย่างดิน
4. ใช้แท่งเจาะดิน เจาะลงไปตรง ๆ จนถึงความลึก 20 ซม. ค่อยๆ หมุนแท่งเจาะดินขึ้นมา ระวังอย่าให้ดินหกจากแท่งเจาะ
6. เจาะดินจากต้นพืชจำนวน 15-20 ต้น แล้วนำดินจากทุกต้นมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง
7. คลุกเคล้าดินให้ดี แบ่งตัวอย่างดินมา ½ - 1 กก. ผึ่งดินให้แห้งในที่ร่ม
8. นำดินใส่ถุงพลาสติก เขียนชื่อเจ้าของ ชื่อแปลง และวันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง ถ้ามีหลาย ตัวอย่าง ให้เขียนหมายเลขให้ชัดเจน
9. กรอกข้อมูลให้ชัดเจน แล้วนำส่งวิเคราะห์

#### 4.5 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

สมิตรา (2548) ได้อธิบายหลักการสำคัญของการวิเคราะห์ดินคือ ปริมาณธาตุอาหารที่มี อยู่ในดินจะสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารที่พืชจะดูดไปใช้ คือ ถ้าดินมีธาตุอาหารอยู่มาก พืชก็ควรจะ ดูดไปใช้ได้มากด้วย หรือ ถ้าดินมีธาตุอาหารอยู่น้อย พืชจะดูดไปใช้น้อยด้วยเช่นกัน นอกจากปริมาณ ธาตุอาหารแล้ว ยังมีสมบัติอีกอันหนึ่งของดิน ซึ่งสำคัญมากต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร ได้แก่ ปฏิกริยาดิน หรือความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil pH) เพราะเป็นตัวควบคุมความเป็น ประโยชน์ของธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากที่สุดเมื่อดิน มีค่า pH เป็นกรดอ่อน (ประมาณ 5.5-6.5) ถ้าค่า pH สูงหรือต่ำกว่านี้จะทำให้ธาตุฟอสฟอรัสเป็น ประโยชน์น้อยลง สำหรับธาตุอื่น ๆ ก็ถูกควบคุมด้วยค่า pH เช่นกัน ปกติครั้งที่การปรับค่า pH ของ ดินโดยการใส่ปูนเพียงอย่างเดียว สามารถแก้ปัญหการขาดธาตุอาหารหลายอย่างในดินได้ เพราะการ ปรับค่า pH ทำให้ธาตุที่มีอยู่แล้วในดินอยู่ในสภาพที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่และยังได้รับธาตุ แคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อคุณภาพของผลไม้ การวิเคราะห์ดินจึงช่วยให้ใส่ ปุ๋ยให้กับดินได้อย่างเหมาะสม และพืชสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เกณฑ์การประเมินค่าวิเคราะห์ดินส่วนใหญ่จะตั้งไว้เป็น 3 ระดับคือ สูง กลาง และต่ำ ถ้า ค่าประเมินอยู่ในระดับสูง แสดงว่าพืชจะไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใส่ ส่วนเกณฑ์การประเมินระดับกลาง และต่ำ หมายความว่าเมื่อมีการใส่ปุ๋ยให้พืช ส่วนใหญ่จะทำให้ผลผลิตดีขึ้น เกณฑ์การประเมินค่า วิเคราะห์ดินส่วนใหญ่จะเป็นเพียงค่ากว้างๆ และใช้ได้กับดินหลายชนิด แต่ถ้ามีการวิจัยเฉพาะดินและ พืชจะทำให้ประเมินค่าวิเคราะห์ที่ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.6 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์พืชในไม้ผล

สิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องคำนึงถึงในการใส่ปุ๋ยให้แก่สวนผลไม้ คือ ต้องให้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม ไม่มากหรือน้อยเกินไปและต้องมีความสมดุลระหว่างธาตุอาหารแต่ละชนิด ตามความต้องการของไม้ผลนั้น เนื่องจากการได้รับการพิสูจน์มาแล้วว่า ธาตุอาหารที่เหมาะสมจะให้ผลผลิตดีทั้งในแง่ของปริมาณและคุณภาพสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงในการให้ปุ๋ยแก่ไม้ผลคือ จะต้องวางแผนการให้ปุ๋ย เพื่อให้ต้นไม้มีการเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องในระยะยาว ดีกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยแบบแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้น (เช่น ใส่ปุ๋ยเมื่อพืชแสดงอาการขาด) เพราะจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชชะงัก ไม่ต่อเนื่อง และอาจต้องใช้เวลานานกว่าจะสามารถฟื้นฟูให้ต้นไม้สมบูรณ์ได้ดังเดิม การให้ปุ๋ยที่ถูกต้อง นอกจากจะทำให้ได้รับผลผลิตสูงและมีคุณภาพที่ดีแล้ว ยังช่วยให้ต้นไม้มีความต้านทานต่อโรคแมลงได้ดีขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากต้นไม้ที่แข็งแรง ย่อมจะมีภูมิต้านทานต่อการทำลายของโรคและแมลงดีกว่าต้นไม้ที่อ่อนแอ

ดังนั้น การใส่ปุ๋ยให้สวนผลไม้ในปริมาณที่เหมาะสม และสมดุลเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดปัญหาคือ จะทำได้อย่างไร เพราะแต่เดิมนั้น ค่าแนะนำการใส่ปุ๋ยที่ชาวสวนได้รับจะเป็นคำแนะนำแบบกว้างๆ คล้ายกันสำหรับไม้ผลแทบทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นทุเรียน มังคุด ลำไย ส้ม หรือ ลิ้นจี่ ก็ตาม ทั้ง ๆ ที่ไม้ผลเหล่านี้ มีความแตกต่างกันมากในด้านการเจริญเติบโตและความต้องการธาตุอาหาร เช่น ส้ม ต้องการธาตุแคลเซียมสูงกว่าทุเรียน แต่ทุเรียนต้องการโพแทสเซียมมากกว่าส้ม เป็นต้น เมื่อเป็นเช่นนั้น ชาวสวนจึงมักแสวงหาความรู้ในการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติม อาจจะได้ด้วยการสังเกตหรือทดลองในสวนตนเอง ดูจากเพื่อนบ้าน หรือทดลองใช้ตามคำบอกเล่าของบริษัทปุ๋ยต่าง ๆ ที่บางครั้งอาจได้ผล และบางครั้งก็ไม่ได้ผล ทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายมากเกินความจำเป็น ยังผลให้ต้นทุนการผลิตสูง วิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดคือ การนำเทคนิคการวิเคราะห์ดินและพืชมาเป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจในการใส่ปุ๋ย

ข้อดีของการวิเคราะห์พืช คือ ช่วยยืนยันอาการขาดธาตุอาหารพืชที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ช่วยในการวินิจฉัยอาการขาดที่ยังไม่แสดงออกที่ใบวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในพืชโดยตรง ติดตามการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในพืชและวางแผนการใส่ปุ๋ยในระยะยาวได้ตรวจสอบว่าปุ๋ยที่ใส่ว่าพืชสามารถดูดไปใช้ได้หรือไม่ และใช้ประเมินปฏิกริยาระหว่างธาตุอาหารต่าง ๆ ว่าส่งเสริมหรือต่อต้านกันอย่างไร การเก็บตัวอย่างใบพืชเพื่อการวิเคราะห์

1. เลือกพืชที่มีขนาดและอายุใกล้เคียงกัน 15 - 20 ต้น
2. เก็บตัวอย่างใบตามวิธีที่กำหนดไว้สำหรับพืชแต่ละชนิด
3. เก็บตัวอย่างต้นละ 4 ใบ จากทุกทิศรอบทรงพุ่ม
4. นำใบจากทุกต้นมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง
5. ใส่ใบทั้งหมดลงในถุงพลาสติก นำถุงนี้ไปใส่ในกระติกน้ำแข็งที่มีน้ำแข็งอยู่ข้างล่าง (อย่าให้น้ำเข้าไปในถุงและเอาน้ำแข็งที่บนถุงที่ใส่ใบ เพราะจะทำให้ใบช้ำ)
6. รีบนำตัวอย่างใบส่งมาวิเคราะห์ภายในวันเดียวกัน (หากไม่สามารถมาด้วยตนเอง ให้ล้างตัวอย่างใบด้วยน้ำสะอาด ใช้มือถูบนใบเบาๆ อย่าให้ใบช้ำ และอย่าแช่ใบในน้ำนาน ตามแดดจัดๆ ประมาณ 2 วัน ใส่ใบที่แห้งในถุงพลาสติกพร้อมเจาะรูที่ถุง แล้วรีบจัดส่งทางไปรษณีย์เร็วที่สุด)
7. กรอกข้อมูลให้ครบถ้วน

#### วิธีการเก็บตัวอย่างใบมะพร้าว

เก็บตัวอย่างใบจากแผ่นใบของใบย่อยที่อยู่ประมาณกลางทางใบของใบสมบูรณ์ที่  $14 \pm 1$  จากยอดลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมย่อยที่ 5 : การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของการนำทาง กาบ และถ่าน  
 กะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูป สำหรับต้นหน้าวัว

5.1 ทฤษฎีทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับวัสดุมะพร้าว ต้นหน้าวัว วัสดุปลูก กระถางหรือ  
 ภาชนะ ปลูก และอัตราส่วนผสมวัสดุปลูก

#### 5.1.1 มะพร้าว (Coconut)

มะพร้าว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. เป็นพืชยืนต้นใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดหนึ่ง อยู่ในตระกูลปาล์ม นอกจากมะพร้าวแล้ว อินทผลัม ปาล์มน้ำมัน ตาลโตนด จาก หมากสาคร และหวาย ต่างก็เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลปาล์ม การจำแนกทางอนุกรมวิธานของมะพร้าว (Taxonomic Classification) ดังนี้

Class : Angiospermae

Subclass : Monocotyledoneae

Order : Palmales

Family : Palmae

Subfamily : Cocoideae

Tribe : Cocoideae

Genus : *Cocos*

Species : *Nucifera*

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1) ลำต้น มีลำต้นเดี่ยว ไม่แตกแขนง มีรอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้น สามารถคำนวณอายุของต้นมะพร้าวได้จากรอยแผลนี้ คือ ในปีหนึ่งมะพร้าวจะสร้างใบประมาณ 12-14 ใบ ดังนั้นใน 1 ปี จะมีรอยแผลที่ลำต้น 12 – 14 รอยแผล ดังภาพที่ 5.1 ก



ก



ข

ภาพที่ 5.1 แสดงลำต้นของมะพร้าว

ที่มา: Nwankwojike, et al., (2012)

2) ใบ เป็นใบประกอบ ออกอยู่ตามส่วนของลำต้น ประกอบด้วยก้านทาง (rachis) หรือ (Leaf stack) มีขนาดใหญ่และยาว และมีใบย่อย (leaflet) บนก้านทางประมาณ 200 – 250

ดังภาพที่ 5.1 ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.2 แสดงดอกของมะพร้าว

ที่มา: <http://putcharapafem0110.blogspot.com/2017/02/blog-post.html>

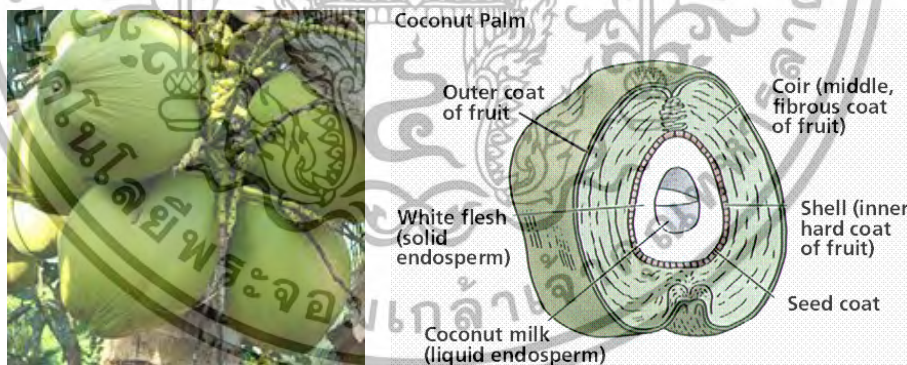
3) ดอก ออกเป็นช่อชนิดพานิคิล มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย อยู่ในช่อเดียวกัน ดอกมีกลีบดอก 6 กลีบ สีครีมหรือสีเหลืองนวล ไม่มีก้านดอกย่อยดอกตัวเมียจะมีกลีบดอกหนาและแข็งกว่ากลีบดอกตัวผู้ ดังภาพที่ 5.2

4) ผล มะพร้าวเป็นชนิดไฟบรัสตรูป (fibrous drupe) เรียกว่า นัท ( nut ) มีเปลือก 3 ชั้น คือ

4.1. เปลือกชั้นนอก (exocarp) เป็นเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อแก่อาจมีสีเขียว แดง เหลืองหรือน้ำตาล ดังภาพที่ 5.3 ข หรือเรียกว่า Outer Coat of fruit

4.2. เปลือกชั้นกลาง (mesocarp) มีลักษณะเป็นเส้นใย มีความหนาพอประมาณ หรือเรียกว่า Coir ดังภาพที่ 5.3 ข

4.3. เปลือกชั้นใน (endocarp) มีลักษณะแข็งหรือที่เรียกกันว่า กะลา (shell) ดังภาพที่ 5.3 ข



ก

ข

ภาพที่ 5.3 ก แสดงผลของมะพร้าว และ ข แสดงโครงสร้างของผล

ที่มา: <http://putcharapafem0110.blogspot.com/2017/02/blog-post.html> (ก)

Nwankwojike, B. N., et at. 2012 (ข)

5) เมล็ด (seed of kernel) คือ เนื้อมะพร้าว ภายในเมล็ดเป็นช่อกลางขณะผลอ่อนจะมีน้ำอยู่เต็ม ผลแก่น้ำมะพร้าวจะแห้งไปบางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## พันธุ์มะพร้าว

เป็นพืชผสมข้ามพันธุ์ แต่ละต้นจึงไม่เป็นพันธุ์แท้ อาศัยหลักทางการผสมพันธุ์ที่เป็นไปโดยธรรมชาติ อาจแบ่งมะพร้าวออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทต้นเตี้ย และประเภทต้นสูง

### 1) ประเภทต้นเตี้ย

มะพร้าวประเภทนี้ มีการผสมตัวเองค่อนข้างสูง จึงมักให้ผลตกและไม่ค่อยกลายพันธุ์ ส่วนใหญ่นิยมปลูกไว้เพื่อรับประทานผลอ่อน เพราะในขณะที่ผลยังไม่แก่ อายุประมาณ 4 เดือน เนื้อมีลักษณะอ่อนนุ่ม และน้ำมีรสหวาน บางพันธุ์น้ำมีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีกลิ่นหอม ลักษณะทั่วไปของประเภทต้นเตี้ย (ภาพที่ 5.4) ลำต้นเล็ก โคนต้นไม่มีสะเก็ด ต้นเตี้ย โตเต็มที่สูงประมาณ 12 เมตรทางใบสั้น ถ้ามีการดูแลปานกลางจะเริ่มให้ผลเมื่ออายุ 3-4 ปี ให้ผลผลิตประมาณ 35-40 ปี มะพร้าวประเภทต้นเตี้ยมีหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น เปลือกสีเขียวเหลือง นวล (สีงาช้าง) น้ำตาลแดง หรือสีส้ม น้ำมีรสหวาน มีกลิ่นหอม มะพร้าวต้นเตี้ยทุกพันธุ์จะมีผลขนาดเล็ก เมื่อผลแก่มีเนื้อบางและน้อย ซึ่งได้แก่พันธุ์ นกคุ้ม หมูสีเขียว หมูสีเหลือง หรือนาฬิกา มะพร้าวเตี้ย น้ำหอม และมะพร้าวไฟ แต่ปัจจุบันมะพร้าวน้ำหอมกำลังเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง ที่นิยมใช้ในการบริโภคสด และส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ ตลอดจนใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม



ภาพที่ 5.4 แสดงภาพของมะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย

ที่มา: <http://putcharapafern0110.blogspot.com/2017/02/blog-post.html>



ภาพที่ 5.5 แสดงภาพของมะพร้าวพันธุ์ต้นสูง

ที่มา: <http://putcharapafern0110.blogspot.com/2017/02/blog-post.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) ประเภทต้นสูง

จากภาพที่ 5.5 ตามปกติมะพร้าวต้นสูงจะผสมข้ามพันธุ์ คือ ในแต่ละช่อดอก (จั่น) หนึ่ง ๆ ดอกตัวผู้จะค่อย ๆ หยอยบาน และร่วงหล่นไปหมดก่อนที่ดอกตัวเมียในจั่นนั้นจะเริ่มบาน จึงไม่มีโอกาสผสมตัวเอง มะพร้าวประเภทนี้เป็นมะพร้าวเศรษฐกิจส่วนใหญ่ปลูกเป็นสวนอาชีพ เพื่อใช้เนื่องจากผลแก่ไปประกอบอาหาร หรือเพื่อทำมะพร้าวแห้งใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช ลักษณะทั่วไปของประเภทต้นสูง ได้แก่ ลำต้นใหญ่ โคนต้นมีสะเกใหญ่ ต้นสูง โตเต็มที่สูงประมาณ 18 เมตร ทางใบใหญ่และยาว ถ้ามีการดูแลปานกลางจะเริ่มให้ผล เมื่ออายุ 5-6 ปี อายุยืนให้ผลผลิตนานประมาณ 80 ปี มะพร้าวต้นสูงมีผลโตเนื้อหนาปริมาณเนื้อมาก มีลักษณะภายนอกหลายอย่างที่แตกต่างกัน เช่น ผลขนาดกลาง ขนาดใหญ่ รูปผลกลม ผลรี บางพันธุ์เปลือกมีลักษณะพิเศษ คือ ในขณะที่ผลยังไม่แก่เปลือกตอนส่วนหัวจะมีรสหวานใช้รับประทานได้ จึงมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน ได้แก่ พันธุ์กะโหลก มะพร้าวใหญ่ มะพร้าวกลาง ปากจก ทะลายร้อย เปลือกหวาน

## 3) มะพร้าวพันธุ์ลูกผสม

แม้ว่ามะพร้าวพื้นเมืองที่เกษตรกรปลูกกันมาแต่ดั้งเดิม จะมีลักษณะดีหลายอย่าง เช่น มีขนาดผลค่อนข้างโต และทนทานต่อสภาพอากาศแล้งได้ดี แต่ในวงการอุตสาหกรรมมะพร้าวในปัจจุบันได้พัฒนาทางด้านคุณภาพมะพร้าวมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร กรมวิชาการเกษตรมีหน้าที่รับผิดชอบด้านวิจัยและพัฒนามะพร้าวได้ผลิตมะพร้าวพันธุ์ลูกผสม ซึ่งได้ผ่านการรับรองพันธุ์ออกมาแล้ว 2 พันธุ์ ดังนี้

3.1) พันธุ์สวีลูกผสม 1 (Sawi Hybrid No.1) เป็นมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างมะพร้าวพันธุ์มลายูสีเหลืองต้นเตี้ย x เวสต์อัฟริกันต้นสูง (MYD x WAT) ลักษณะเด่นของมะพร้าวพันธุ์นี้คือมีอายุการตกผลเร็ว สามารถเก็บผลผลิตได้ในปีที่ 5 ผลผลิตเฉลี่ย 2,781 ผลต่อไร่ หรือคิดเป็นน้ำหนักแห้ง 566 กก.ต่อไร่ จากจำนวนมะพร้าว 22 ต้นต่อไร่ เนื้อมะพร้าวแห้งมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงถึง 64 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นมะพร้าวที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าวมาก

3.2) พันธุ์ชุมพรลูกผสม 60-1 (Chumphon Hybrid 60-1) เป็นมะพร้าวลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์เวสต์อัฟริกันต้นสูง x ไทยต้นสูง สามารถเก็บผลผลิตได้ในปีที่ 5 หลังจากปลูก ขนาดผลมีตั้งแต่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ผลผลิตเฉลี่ย 2,257 ผลต่อไร่ หรือคิดเป็นน้ำหนักมะพร้าวแห้งสูงถึง 628 กก.ต่อไร่ เนื้อมะพร้าวแห้งมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง 63 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากขนาดผลของมะพร้าวพันธุ์นี้ค่อนข้างโตกว่าพันธุ์สวีลูกผสม 1 จึงสามารถจำหน่ายได้ทั้งผลสด และในรูปมะพร้าวแห้งส่งโรงงานสกัดน้ำมัน มะพร้าวลูกผสมทั้ง 2 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์พื้นเมืองเกือบ 2 เท่า กล่าวคือ พันธุ์ไทยให้ผลผลิต 1,084 ผลต่อไร่ คิดเป็นผลผลิตเนื้อมะพร้าวแห้ง 374 กก.ต่อไร่ และมีปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำมัน 59-60 เปอร์เซ็นต์

## การใช้ประโยชน์

ในส่วนกาบมะพร้าว ทางมะพร้าว และกะลามะพร้าว ในส่วนกาบมะพร้าวมักนิยมนำไปสับย่อย และตีปน จะได้ผลผลิตออกมาในสองลักษณะ ได้แก่ เส้นใยของมะพร้าวจะมีลักษณะยาว และเหนียวสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องนอน และเฟอร์นิเจอร์ และส่วนของเส้นใยขนาดเล็ก จะนิยมนำไปทำเป็นวัสดุปลูก หรือผสมกับวัสดุปลูกอื่น ๆ ในการปลูกไม้ดอกไม้ประดับ สำหรับทางมะพร้าวเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่นิยมนำไปใช้งานเนื่องจากมีปริมาณมาก และเคลื่อนย้ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาก จึงนิยมนำไปกองเป็นกลุ่ม เพื่อให้เกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติ แต่สำหรับกะลามะพร้าว นิยมนำไปเผาเป็นถ่าน เพื่อนำไปขาย การนำไปทำถ่านอัดแท่ง และการนำกะลามะพร้าวไปทำเป็นเครื่องมือ เครื่องตกแต่ง จากวัสดุธรรมชาติ เป็นต้น

### 5.1.2 ต้นหน้าวัว (Anthurium Plant)

หน้าวัวเป็นไม้ดอกที่มีความสำคัญ ตลาดต้องการมาก หน้าวัวออกดอกทั้งปี ซึ่งต่างจากดอกไม้ชนิดอื่นที่ออกดอกเพียงครั้งคราว และคุณสมบัติของดอกดีกว่าชนิดอื่น คือสามารถตลาดได้นานวัน ดังนั้นหน้าวัวจึงเป็นไม้ตัด ดอกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีสีสดงดงาม ใช้ดอกเป็นประโยชน์ในการตกแต่ง หรือปลูกเป็นไม้ประดับในร่ม หน้าวัวมีชื่อ วิทยาศาสตร์ว่า *Anthurium spp* เป็นไม้พื้นเมืองของอเมริกาใต้ อยู่ในตระกูล Avaceae หรือ Arum family คำว่า Anthurium มาจาก ภาษากรีก 2 คำ คือ anthos แปลว่าดอก และ anra แปลว่า หาง ซึ่งหมายถึง ปลีหรือช่อดอกของหน้าวัว

หน้าวัวเข้ามาในประเทศไทยครั้งแรกในปี พ.ศ.2440 ต่อมาปี 2446 พระยาพจนนปริชาได้สั่งมาจากยุโรป ต่อจากนั้นผู้ที่เลี้ยงหน้าวัวได้ผสมพันธุ์เกิดลูกผสมมากมาย มีชื่อพันธุ์ต่าง ๆ ตามผู้ที่ผสมขึ้นและมักบิดบังพ่อแม่พันธุ์ ทั้งนี้ เพราะลูกผสมพันธุ์ใหม่มีลักษณะที่ดีมีราคาแพงมาก ดังนั้น ถ้าผู้อื่นทราบพ่อแม่พันธุ์และทำการผสมพันธุ์ขึ้นเอง ทำให้ราคาของลูกผสมที่ตนผสมขึ้นใหม่ราคาตก จากเหตุผลนี้ทำให้การปลูกเลี้ยงหน้าวัวในประเทศไทยมีวงจำกัดไม่แพร่หลายมาก เพราะราคาต้นพันธุ์สูง และเอกสารต่าง ๆ ในเรื่องหน้าวัวมีน้อยมาก ทำให้ประชาชนไม่รู้จักหน้าวัว มักเข้าใจกันว่าหน้าวัวเป็นไม้ที่เลี้ยงยาก ซึ่งความจริงแล้วหน้าวัวเป็นทั้งไม้ดอกและไม้ประดับที่เลี้ยงง่ายมาก หากมีความรู้เกี่ยวกับหน้าวัวพอสมควร คงมีผู้ปลูกหน้าวัวเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำการรายได้ให้แก่ผู้ปลูก และ ถ้ามีมากพอก็จะเป็นไม้เศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ซึ่งจะเป็นไม้ตัดดอกส่งออกได้ชนิดหนึ่งทีเดียว (ไทยเกษตรศาสตร์, 2560)

#### ลักษณะทั่วไปของหน้าวัว

1) ต้น หน้าวัวเป็นพืชพวก herbaceous ลำต้นค่อนข้างไปทางไม้เลื้อย เนื้ออ่อน [14] การเจริญมีลักษณะเป็นกอ ต้นจะโตสูงขึ้น ทั้งใบกลาง ทำให้ลำต้นสูงขึ้นพันเครื่องปลูก ถ้าต้นมีลักษณะเช่นนี้จำเป็นต้องเติมเครื่องปลูกให้แก่หน้าวัว หรือหากไม่เติมเครื่องปลูก ผู้ปลูกจำเป็นต้องตัดยอด นำไปปลูกในกระถางใหม่ มิฉะนั้นแล้ว หน้าวัวจะไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควรและดอกน้อย ลง ต้นหน้าวัวอาจสูงได้ถึง 80-100 เซ็นติเมตร กว้าง 60-90 เซ็นติเมตร แล้วแต่อายุของต้นหน้าวัว (ไทยเกษตรศาสตร์, 2560)

2) ใบ ลักษณะเป็นรูปร่างต่าง ๆ กัน แต่ส่วนมากมีลักษณะเป็นรูปหัวใจ ใบของหน้าวัวบางชนิดมีใบสวยงามมาก ลักษณะคล้ายกำมะหยี่ ละเอียดเป็นมัน มีเส้นลายสีขาวเห็นเด่นชัด เหมาะใช้เป็นไม้ประดับ พันธุ์พวกนี้มีจานรองดอก เรียวยาวแคบสีเขียวไม่สวย ช่อดอกยาวชี้ พันธุ์พวกนี้ชอบอยู่ในที่มีความชื้นสูงและไม่ต้องการแสงมาก ถ้าได้รับแสงมากเกินไป ขอบใบมักจะไหม้และไม่ค่อยเจริญเติบโต เส้นใบของหน้าวัวเป็นตาข่าย มีเส้นกลางและเส้นติตริมใบเห็น ชัด หน้าวัวต้นหนึ่ง ๆ จะมีใบประมาณ 4-8 ใบ ใบแตกออกจากลำต้นเป็นลักษณะ alternate ก้านใบเป็นก้านเดี่ยว เรียวกลมยาว มีสีต่างกันไปตามพันธุ์เช่น สีเขียวแก่ เขียวอ่อน เขียวปนแดง โคนก้านใบมีกาบใบ

3) ดอก เกิดจากตาอยู่เหนือก้านใบ ภาษาสามัญเรียกดอกหน้าวัวว่า tail flower ประกอบด้วยปลี (spadix) และจานรองดอก (spathe) จานรองดอกมีลักษณะคล้ายใบติดที่โคนปลี ไม่สามารถเด็ดทิ้งได้ อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โคนปลีมีขนาดของส่วนยาวมากกว่าส่วนกว้าง งานรองดอกจะเล็กหรือใหญ่อยู่ที่อายุ สี ของจานมีสีต่าง ๆ เช่น ขาว แดง ชมพู ส้ม พันธุ์ไม้เดิม ช่อดอกมีโคนใหญ่ ขนาดรอบวง 2.5- 3.5 ซม. และเรียวยาวตั้งแต่ 5-10 ซม. ดอกแต่ละดอกเรียงอัดแน่นติดต่อกัน ลักษณะดอกอยู่ในประเภทดอกสมบูรณ์ (perfect flower) มีทั้งเกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ดอกจะบานหลังจากจานคลี่ประมาณ 2-3 วัน ดอกจะเริ่มบานจากโคนปลีเป็นลำดับจนสุดปลี และเกสรตัวเมียจะแก่ก่อน (ไทยเกษตรศาสตร์, 2560) ดังนั้น โอกาสที่หน้าวัวจะผสมตัวเองมีไม่มาก

4) ราก เป็น adventitious root เกิดใต้ใบ รากใหม่ในตอนแรกจะอ้วนน้ำได้มากต่อไปจะแข็งเหนียวขึ้นตามอายุ ถ้าไม่หยั่งลงในเครื่องปลูก ก็จะงอแข็งกร้านและไม่ช่วยในการดำรงชีวิตของต้นต่อไป จึงต้องเติมเครื่องปลูกรอบ ๆ ต้น ให้เป็นที่จับของราก รากจะเจริญเติบโตต่อไป (ไทยเกษตรศาสตร์, 2560)

### ชนิดของหน้าวัว

ไม้ดอกสกุลหน้าวัวเพียง 2 ชนิดเท่านั้นที่มีการ ปลูกเป็นการค้าในเขตร้อนชื้น โดยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีเนื้อไม้อ่อนและมีอายุยืน (ไทยเกษตรศาสตร์, 2560; Baanjomyut, 2560; กองส่งเสริมพืชสวน, 2560; Arthit, 2560) แต่ละชนิดก็มีหลายพันธุ์ ได้แก่

1) *Anthurium andraeanum* ลำต้น ตั้งตรง ใบสีเขียว รูปหัวใจห้อย งานรองดอกเป็นรูปหัวใจ สีแดงเป็นมัน ปลีสีแดง หน้าวัวชนิดนี้มีหลายพันธุ์

- *Anthurium andraeanum album* งานรองดอก สีขาว ปลีไม้ซี่ โคนสี  
ขาว กลางปลีสีม่วงอ่อน ปลายสีแดง ใบเป็นมัน

- *Anthurium andraeanum giganteum* งานรองดอกสีแดงเป็นมัน รอย  
ย่นมาก ปลีสั้นและไม่ซี่ มีสีเหลืองแก่เมื่อดอกแก่จะมีสีขาว

- *Anthurium andraeanum rhodochlorum* งานรองดอกใหญ่ สีชมพู

- *Anthurium andraeanum ruuum* งานรองดอกใหญ่ย่น สีแดงเข้ม ปลี  
สีขาว ปลายสีเหลือง

2) *Anthurium scherzerianum* ใบค่อนข้างยาว คล้ายหอก สีเขียว งานรองดอกรูปไข่ สีแดงเข้ม ปลีโค้งงอ หน้าวัวชนิดนี้มีหลายพันธุ์ เช่น

- *Antherium scherzerianum mutabele* งานรองดอกด้านหลังสีส้ม  
ด้านหน้าขาวจุดส้ม

- *Antherium scherzerianum mebulosum* งานรองดอกสีแดง  
แต่ขอบขาว

- *Antherium scherzerianum rothschildca num* งานรองดอกสีแดง  
จุดสีขาว

- *Antherium scherzerianum rorugucanum* งานรองดอกสีส้ม จุดขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## พันธุ์ต่าง ๆ ของหน้าวัว



ภาพที่ 5.6 สีเส้นของดอกหน้าวัวสายพันธุ์ต่าง ๆ

ที่มา: [http://farmfriend.blogspot.com/2011/07/blog-post\\_08.html](http://farmfriend.blogspot.com/2011/07/blog-post_08.html)

หน้าวัวปลูกกันในประเทศไทยที่เป็นไม้ตัดดอกนั้น งานรองดอกที่มีสีแดงมีสายพันธุ์มากที่สุด นอกจากนั้นยังมีสีขาว ชมพู และแสด ซึ่งในแต่ละสีนั้นมีสีที่แตกต่างกันไป เช่น สีแดง สีแดงอ่อน ไปจนกระทั่งสีแดงแก่สีชมพู และสีแสดก็เช่นเดียวกัน มีชื่อพันธุ์ของหน้าวัวต่าง ๆ มากมาย เช่น

### 1) พันธุ์งานรองดอกสีแดง

พันธุ์ดวงสมร เป็นพันธุ์ที่มีงานรองดอกสีแดงเป็นมันสวยงาม กล่าวคือ งานรองดอกเป็นรูปหัวใจ หูชิดเท่ากันทั้ง 2 ด้าน ร่องน้ำตาลึก (งานรองดอกย่น) ต่างจากของต่างประเทศ ซึ่งงานรองดอกค่อนข้างเรียบ ปลีสีเหลืองเมื่อแก่มีสีขาว ปลีดอกเกือบขนานกับงานรองดอก ตรงข้ามกับของต่างประเทศที่ปลีชี้ ในปัจจุบันต่างประเทศพยายามที่จะผสมให้ปลีขนานกับงานรองดอก เพื่อประโยชน์ในการหีบห่อ (packing) ส่งต่างประเทศ เพราะการที่ปลีชี้ถูกกระทบกระเทือนขีดข่วนง่าย ทำให้ดอกเสียคุณภาพไป พันธุ์นี้พระวรนาทวินิจฉัยเป็นผู้ผสมพันธุ์ แต่นายเจือ บุตรชาย เป็นผู้เลี้ยงต่อมาจนกระทั่งออกดอก พันธุ์นี้เป็นที่นิยมกันทั่วไป เหมาะเป็นไม้ตัดดอกและเป็นไม้ประกวด จำนวนดอก เฉลี่ย 6-8 ดอกต่อต้นต่อปี

พันธุ์จักรพรรดิ เป็นพันธุ์ที่มีงานรองดอกสีแดงเช่นกัน แต่ต่างจากสีแดงของพันธุ์ดวงสมร คือดวงสมรสีแดงเข้ม แต่จักรพรรดิสีแดงเลือดนก หรือสีแดงแสด พันธุ์นี้ลักษณะของดอกสู้พันธุ์ดวงสมรไม่ได้ คือรูปร่างของงานรองดอกเป็นรูปสามเหลี่ยม หูกางไม่ชิด และยกไม่สูง แต่ได้สมดุลทั้ง 2 ข้าง ร่องน้ำตาลึก ปลีสีเหลืองเมื่อแก่มีสีขาวค่อนข้างชี้ พันธุ์นี้ได้เปรียบกว่าพันธุ์ดวงสมร คือก้านดอกอวบใหญ่แข็งแรง เลี้ยงง่ายและเจริญเติบโตดี ไม่ค่อยมีโรค แมลงรบกวน ทนแดดดีกว่าดวงสมร ผลผลิตค่อนข้างสูงกว่าเล็กน้อย คือ 6-9 ดอกต่อต้นต่อปี

พันธุ์แดงนุกูล สีแดงเข้ม รูปร่างของงานรองดอกเป็นรูปหัวใจ ร่องน้ำตาลึกหยาบ ปลายกระดก หูชิดปลายโค้งยาว สีเหลือง เมื่อแก่มีสีขาว มีเกสรตัวผู้เหมาะสำหรับใช้เป็นพ่อพันธุ์ การเจริญเติบโตช้ารากน้อย

พันธุ์กษัตริย์ศึก จานรองดอกสีแดงเข้ม มีทรงแบนรูปไข่ยาว ปลายกระดก ร่องน้ำตากลึก หูตั้งปลีชนิดปลีกด สีเหลืองเมื่อแก่จะมีสีขาว ก้านดอกเล็กสีเขียว มีสีแดงปน ใบคล้ายจักรพรรดิ

พันธุ์กรุงธน จานรองสีแดง มีรูปทรงรูปหัวใจกลม ร่องน้ำตากลึก หูชิด ลักษณะคล้ายดวงสมร แต่ฐานของโคนปลีอยู่ค่อนข้างตรงกลางมากกว่า จานรองดอกมักหยักอยู่ข้างหนึ่ง ปลีมีสีเหลืองเมื่อแก่มีสีขาว ปลายปลีมีสีเหลืองอมเขียว

พันธุ์นครน จานรองดอกสีแดงเข้ม มีรูปร่างแบนรูปหัวใจ สวยงามมาก ร่องน้ำตากลึกปานกลาง หูตั้งขนานกับจานรองดอก ก้านดอกยาว



ภาพที่ 5.7 สายพันธุ์ดอกหน้าวัวที่มีจานรองดอกสีแดง

ที่มา: <http://www.biogang.net>

พันธุ์หน้าวัวที่มีชื่อเกี่ยวกับธน เป็นลูกผสม ของนายแป๊ะฮั่ว เช่น นครนธนบุรี กรุงธน และมีพันธุ์ศรีสง่า ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีจานรองดอกสีชมพู พันธุ์นี้มีรากน้อย ข้อยาว ใบแก่งก้าง การแตกใบ และดอกไม่แน่นอน สีของจานรองดอกซีดจาง ร่องน้ำตาสะเอียด หูชิด ปลีอ

## 2) พันธุ์จานรองดอกสีส้ม

พันธุ์ผกาทอง และพันธุ์ผกามาศ สองพันธุ์นี้ พระวรรณาทินิจฉัยเป็นผู้ผสมพันธุ์ เช่นเดียวกับดวงสมร ลักษณะแตกต่างกันไปมากนัก พันธุ์ผกาทองรูปร่างของจานรองดอกค่อนข้างเป็นรูปไข่ยาวรี ร่องน้ำตาสะเอียดเล็ก ส่วนผกามาศรูปร่างค่อนข้างกลมกว่าร่องน้ำตากลึก ทั้ง 2 พันธุ์ หูตั้งเล็กน้อย ผลผลิต 6 ดอกต่อต้นต่อปี พันธุ์ผกามาศแตกเป็นกอมากกว่า รากมีน้อย จึงขยายพันธุ์ได้ช้ากว่าที่ควร



ภาพที่ 5.8 สายพันธุ์ดอกหน้าวัวที่มีจานรองดอกสีส้ม

ที่มา: <http://www.biogang.net>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ดาราทอง งานรองดอกสีส้ม รูปร่างรูปไข่ยาว ร่องน้ำตากลึก พันธุ์นี้มีลักษณะงานรอง ดอกมักบิดเบี้ยวง่ายถ้าการเลี้ยงดูไม่ดี พันธุ์นี้ถ้าตัดต้นปลูกขณะต้นไม้โตนัก จะแตกกอได้ง่ายและมาก จึงขยายพันธุ์ได้เร็ว

พันธุ์สุหรานางง งานรองดอกสีส้มสด ร่องน้ำตากลึก หูตั้งชิดแนบกัน ปลีขนานกับงานรองดอก สีเหลืองเมื่อแก่มีสีขาว ก้านดอกแข็ง พันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่คุณอำนวย เสถียรสุดาผสม นับเป็นพันธุ์ที่สวยงามมาก เหมาะเป็นไม้ตัดดอกได้ดี

พันธุ์โพธิ์ทอง งานรองดอกมีสีส้มอมแดง มีรูปทรงรูปไข่ ร่องน้ำตากลึก หูดอกตั้งแนบชิด ก้านดอกยาวแข็งแรง ปลีสีเหลืองซีดทำมุม ประมาณ 20°

พันธุ์ประไพสุหรี งานรองดอกสีส้ม ร่องน้ำตากลึก หูยกสูงตั้งแต่ 2 ข้างไปชิดแนบกับปลี ขนานกับงานรองดอก พันธุ์นี้เลี้ยงค่อนข้างยาก

พันธุ์ผูกาวลี เป็นพันธุ์ที่มีงานรองดอกสีส้ม รูปทรงค่อนข้างเป็นรูปหัวใจ ร่องน้ำตากลึกปานกลาง หูตั้งเล็กน้อย ก้านดอกอ่อน

### 3) พันธุ์ที่มีงานรองดอกสีชมพู Arthit, (2560)

พันธุ์ศรียาตรา งานรองดอกสีชมพู ร่องน้ำตากลึก หูตั้งแนบชิด รูปทรงของงานรองดอกรูปไข่ ปลีขนานกับงานรองดอก ปลีสีเหลืองแต่มีสีขาว



ภาพที่ 5.9 สายพันธุ์ดอกหน้าวัวที่มีงานรองดอกสีชมพู

<http://www.biogang.net>

### 4) พันธุ์ที่มีงานรองดอกสีขาว (กองสงเสริมพืชสวน, 2560)

พันธุ์ขาวนายหวาน งานรองดอกสีขาว มีรูปทรงรูปหัวใจ ร่องน้ำตาด้านหูของงานรองดอกยกเล็กน้อย ปลีซี่ มีสีเหลือง เมื่อแก่มีสีขาว ก้านดอกแข็งแรง

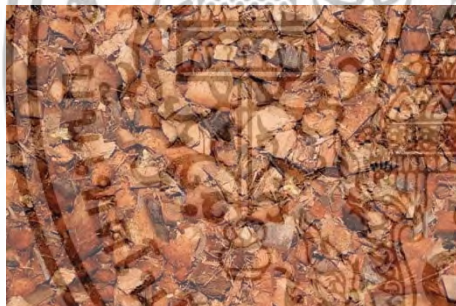


ภาพที่ 5.10 สายพันธุ์ดอกหน้าวัวที่มีจานรองดอกสีขาว

ที่มา: <https://sites.google.com/site/kinuylvely/kherux-td-hma/dxk-hna-waw>

การปลูกหน้าวัวอย่างไรจึงจะได้ผลดีนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น การปลูก การดูแลปฏิบัติรักษา แสง อุณหภูมิ ความชื้น ซึ่งอาจจะรวมไปทั้งโรงเรือน เครื่องปลูก ปุ๋ย ฯลฯ ในงานวิจัยนี้ จะกล่าวถึง เครื่องปลูกซึ่งได้จากการขึ้นรูปจากวัสดุมะพร้าวเป็นหลัก

#### วัสดุปลูก (Growing Media)



ก

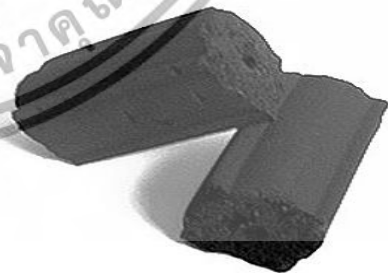


ข



ค

ง



ภาพที่ 5.11 แสดงวัสดุปลูกที่ใช้ในการปลูกไม้ดอกไม้ประดับ

ที่มา: <http://flowers-plants-fruiteconomy.com>

[http://oknation.nationtv.tv/blog/home/user\\_data/file\\_data/201212/07/615604dda.jpg](http://oknation.nationtv.tv/blog/home/user_data/file_data/201212/07/615604dda.jpg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุปลูก หมายถึง เครื่องปลูกสำหรับไม้กระถางในธรรมชาตินั้น ต้นไม้เจริญเติบโตหรือขึ้นได้ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมของพรรณพืชแต่ละชนิด แต่การปลูกเลี้ยงไม้ กระถาง เป็นการกำหนดให้ต้นไม้ต้องอยู่ในที่ที่จำกัดในภาชนะปลูก ดังนั้น เพื่อให้พืชเจริญเติบโตตามความต้องการของผู้ปลูก วัสดุปลูกควรมีคุณสมบัติโดยทั่วไป ดังนี้

1. มีความร่วนโปร่ง น้ำหนักเบา ระบายน้ำได้ดี ถ่ายเทอากาศได้ดีทั่วถึง ดูดซึมน้ำได้ดี
2. ไม่มีความเป็นกรด เป็นด่างมากเกินไป
3. มีความแน่นพอที่จะยึดให้ลำต้นทรงตัวได้
4. ไม่มีสารเคมีที่เป็นพิษต่อรากพืช
5. มีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตอย่างเพียงพอ

### 5.1.3 กระถาง หรือภาชนะปลูก

กระถาง หรือภาชนะปลูก ได้ให้ความหมายตามพจนานุกรมบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2554 (ราชบัณฑิตสถาน, 2556) ไว้ว่า กระถาง หมายถึง ภาชนะปากกว้างมีรูปร่างต่าง ๆ สำหรับปลูกต้นไม้ หรือใส่ของอื่น ๆ เช่น กระถางต้นไม้ กระถางรูป ภาชนะ หมายถึง เครื่องใช้จำพวกถ้วยโถโอชามหม้อไห เป็นต้น สำหรับใส่สิ่งของ ดังนั้น กระถางหรือภาชนะปลูกในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ภาชนะที่มีรูปร่างปากกว้าง 13 เซนติเมตร ความกว้างก้นกระถาง 10 เซนติเมตร สูง 13 เซนติเมตร ทำจากวัสดุผสมจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ กาบ และถ่านกะลามะพร้าว

วัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์จากกระถางมี 3 ประการ ได้แก่

- 1) กระถางใช้สำหรับปลูกต้นไม้โดยตรง ทำจากดิน พลาสติก กระดาษ หรือวัสดุอื่น ๆ ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้หรืออาจมีลักษณะเป็นกระบะติดถาวร อาจมีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืชที่ปลูก
- 2) กระถางที่ใช้สำหรับตกแต่ง เป็นกระถางที่ใช้ครอบหรือสวมรองรับกระถางที่ใช้ปลูกอีกชั้นหนึ่ง เป็นกระถางที่ใช้ตกแต่งจะมีรูปร่างแตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสมของสถานที่ตั้ง
- 3) กระถางที่ใช้สำหรับปลูกและตกแต่ง ในลักษณะของกระถางชนิดนี้เป็นกระถางแบบเอนกประสงค์ส่วนใหญ่จะทำมาจาก ดินเผา เซรามิก หรือพลาสติก มีการเจาะรูด้านล่างกระถางและมีจานรองหรือถาดรองเข้าชุดกัน



ภาพที่ 5.12 กระถางพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.13 กระจกดินเผา

ที่มา : <http://www.homequarterbkk.com>

หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้กระจกตามความเหมาะสม ในการจะปลูกต้นไม้ให้เจริญเติบโตได้นั้น ควรเลือกใช้กระจก หรือภาชนะปลูกที่เหมาะสมกับความต้องการของพันธุ์พืชนั้นๆ โดยมีหลักเกณฑ์พิจารณาได้ ดังนี้

1) รูปร่างของกระจก กระจกหรือภาชนะปลูก ที่มีขายตามท้องตลาดมีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของการใช้งาน ควรเลือกใช้กระจกที่มีความเหมาะสมกับขนาดของทรงพุ่มต้นไม้การยึดเกาะของรากกับเครื่องปลูก และกระจก การตั้งพื้นหรือแขวนประดับ เป็นต้น

2) สีของกระจก สีของกระจกมีผลต่ออุณหภูมิของวัสดุที่ใช้ปลูก เช่น สีดำและสีเข้ม จะทำให้อุณหภูมิของวัสดุปลูกมีอุณหภูมิสูงกว่าสีน้ำตาลหรือสีอิฐ หรือสีของกระจกที่มีสีอ่อน และเลือกสีที่เหมาะสมในการจัดวางเพื่อความสวยงาม

3) การระบายน้ำ กระจกที่สามารถระบายน้ำได้ดีจะทำให้รากพืชได้รับออกซิเจนได้อย่างเพียงพอ และสามารถป้องกันการเกิดเชื้อราที่ต้นพืช หรือเครื่องปลูก ทำให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ แต่ควรเลือกกระจกที่มีความสามารถในการระบายน้ำตามความต้องการของพืช หรือชนิดของพืช

4) การรักษาความชื้น อุณหภูมิภายในและภายนอกกระจกไม่ควรจะแตกต่างกันมากนัก เพราะจะทำให้มีผลต่ออุณหภูมิของวัสดุปลูก และการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น กระจกควรรักษาความชื้น และระบายอากาศได้อย่างเหมาะสม

5) อายุการใช้งาน และความคงทนเป็นอีกข้อที่ควรพิจารณา เพราะกระจกบางชนิดสามารถปลูกลงดินได้เลย หรือบางชนิดจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งมีข้อดี และข้อเสียแตกต่างกันออกไป

#### 5.1.4 อัตราส่วนผสมวัสดุปลูก (Media Mixed Ratio)

วัสดุเพาะกล้ามีความสำคัญในการเพิ่มคุณภาพในด้านความสม่ำเสมอของการเจริญเติบโตของต้นกล้า ความแข็งแรงของต้นกล้าก่อนการย้ายปลูก ดังนั้น การเลือกใช้วัสดุเพาะกล้าที่เหมาะสมจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การรอดตายของต้นกล้ามีสูงขึ้นเมื่อทำการย้ายปลูกในพื้นที่จริง และยังสามารถลดการเกิดโรค และแมลงในแปลงเพาะกล้าได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในการศึกษานี้ ได้แก่ ทางมะพร้าว กาบมะพร้าว และ ถ่านกะลามะพร้าว ซึ่งเป็นวัสดุเพาะกล้าที่เกษตรกรนิยมใช้เป็นจำนวนมาก จึงนำมาศึกษาการนำมาผสมเป็นวัสดุที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง

อัตราส่วน (Ratio) คือ ปริมาณอย่างหนึ่งที่แสดงถึงจำนวน หรือขนาดตาม สัดส่วนเมื่อเปรียบเทียบกับอีกปริมาณหนึ่งที่เกี่ยวข้องกัน อัตราส่วนจะเป็นปริมาณที่ไม่มีหน่วย อัตรา ส่วนผสมวัสดุปลูก (Media Mixed Ratio) ในการศึกษานี้จะหมายถึง อัตราส่วนผสมระหว่าง ทางมะพร้าว (Coconut leaf stalk) กาบมะพร้าว (Coir) และถ่านกะลามะพร้าว (Coconut shell)

## 5.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุมะพร้าว

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มีการศึกษาสมบัติทางกายภาพ (Physical Properties) ของวัสดุ มะพร้าว ได้แก่ ทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ซึ่งประกอบด้วย ความชื้น ความพรุน ค่าความเป็น กรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ขนาดเฉลี่ยของวัสดุ การดูดซึมน้ำและการระบายน้ำ การพองตัว การ ย่อยสลาย เป็นต้น และสมบัติทางกลของกระถาง (Mechanical Properties) ได้แก่ ความแข็งแรง การทนแรงกด เป็นต้น

### 5.2.1 สมบัติทางกายภาพ (Physical Properties)

สมบัติทางกายภาพ (Physical Properties) หมายถึง สมบัติเฉพาะตัวของสสาร แต่ละชนิด ซึ่งสามารถสังเกตได้ง่ายจากภายนอก ได้แก่ สี กลิ่น รส การละลาย ความแข็ง ลักษณะ ผลึก สถานะ จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น การนำความร้อน การนำไฟฟ้า เป็นต้น

สมบัติทางกายภาพสำหรับการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง ความหนาแน่น (Density) ความชื้น (Moisture) ความพรุน (Porosity) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity) ขนาดเฉลี่ยของวัสดุ (Average Size Measurement) การดูดซึมน้ำและการระบาย น้ำ (Water Absorption and Water Drainage) การพองตัว (Swelling) การย่อยสลาย (Decomposition)

#### 5.2.1.1 ความหนาแน่น (Density)

ความหนาแน่น (Density) หมายถึง อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วย ปริมาตร และยังมีค่าความหนาแน่นในอีกหลายลักษณะที่ขึ้นกับตัวแปร หรือวิธีการในการหาค่าความ หนาแน่น [20] ได้แก่

1) ความหนาแน่น (สภาพอบแห้ง) (Density (Oven-Dry)) หมายถึง อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของมวลรวมในสภาพอบแห้ง (ปริมาตรที่รวมช่องว่างที่น้ำซึม ผ่านได้)

2) ความหนาแน่น (สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง) (Density (Saturated-Surface-Dry)) หมายถึง อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของมวลรวมในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (ปริมาตร ที่รวมช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ 3) ความหนาแน่นปรากฏ (Apparent Density) หมายถึง อัตราส่วน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของมวลรวม (ปริมาตรที่ไม่รวมช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้)

4) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density) หมายถึง อัตราส่วนความหนาแน่นของมวลรวมต่อความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

5) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอบแห้ง) (Relative Density (Oven-Dry))” หมายถึง อัตราส่วนความหนาแน่นของมวลรวมในสภาพอบแห้งต่อความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

6) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ปรากฏ (Apparent Relative Density) หมายถึง อัตราส่วนความหนาแน่นปรากฏของมวลรวมต่อความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

7) ความหนาแน่นรวม (bulk density) คือ สัดส่วนระหว่างมวลวัสดุกับปริมาตรโดยพิจารณาปริมาตรรวมทั้งส่วนที่เป็นเนื้อวัสดุและช่องว่างในวัสดุ ดังนั้น ค่าความหนาแน่นรวมของวัสดุจะไม่คงที่ขึ้นอยู่กับวิธีการวัดวัสดุนั้น สามารถหาได้จากสมการ

$$\rho_b = \frac{M}{V}$$

โดยที่  $\rho_b$  คือ ความหนาแน่นรวม มีหน่วยเป็น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร  
 $M$  คือ มวลรวมของชิ้นงาน มีหน่วยเป็น กรัม  
 $V$  คือ ปริมาตรของชิ้นงาน มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร หาได้จาก  
 จากการแทนที่ปริมาตรของน้ำ

8) ความหนาแน่นวัสดุ/อนุภาค (particle density) คือ สัดส่วนของมวลวัสดุกับปริมาตรโดยพิจารณาปริมาตรเฉพาะของเนื้อวัสดุเท่านั้น ถือเป็นความหนาแน่นเฉลี่ยของวัสดุนั้น ๆ และมักจะมีค่าคงที่เนื่องจากอนุภาคต่าง ๆ นั้นมีสภาพไม่เปลี่ยนแปลงนอกเสียจากเกิดการย่อยสลาย

#### 5.2.1.2 ความพรุน (Porosity)

ความพรุน คือ ช่องว่างระหว่างตัววัสดุต่อปริมาตรทั้งหมดของวัสดุ ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามลักษณะและรูปแบบของวัสดุ มีผลต่อการออกแบบเครื่องจักรหรือการออกแบบตัวผลิตภัณฑ์ เพราะความพรุนจะมีผลทำให้คุณสมบัติทางกายภาพหรือคุณสมบัติเชิงกลเปลี่ยนไป อาทิ น้ำหนัก ความแข็งแรง หรือความชื้นของตัววัสดุเปลี่ยนไป เป็นต้น เราสามารถหาความพรุน (Porosity,  $\epsilon$ ) ได้จาก เปอร์เซ็นต์ระหว่างปริมาตรช่องว่างในเนื้อของวัสดุ (pore space,  $V_p$ ) กับปริมาตรรวม (Bulk volume,  $V_b$ ) โดยที่  $V_p$  เท่ากับผลต่างของปริมาตรรวมกับปริมาตรของเนื้อวัสดุ ( $V_p = V_b - V_s$ ) (อภิรัฐ วัชรพล และ เอนก, 2557) ดังสมการ

$$\epsilon = \left[ \frac{V_b - V_s}{V_b} \right] \times 100$$

โดยที่  $\epsilon$  คือ เปอร์เซ็นต์ความพรุนของชิ้นงาน  
 $V_b$  คือ ปริมาตรรวม (Bulk volume) มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร  
 $V_s$  คือ ปริมาตรของเนื้อวัสดุ (Solid volume) มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่  $V_s$  คือ ปริมาตรเนื้อของแข็ง (solid volume) ในวัสดุพูน ความพูนเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของวัสดุพูน ซึ่งนอกจากจะมีคามสัมพันธ์กับปริมาตรรวมและความหนาแน่นรวม (bulk density) ของวัสดุพูน (Mohsenin, 1970)

### 5.2.1.3 ความชื้น (Moisture)

ความชื้น หมายถึง หมายถึง ปริมาณของน้ำที่สะสมอยู่ในตัววัสดุ ทำให้วัสดุเกิดความชื้น มีผลทำให้วัสดุมีสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลที่เปลี่ยนไป เช่น สี ขนาด น้ำหนัก ความแข็งแรง และกลิ่นของตัววัสดุ ความชื้นยังแบ่งเป็น 2 แบบ คือ ความชื้นสมบูรณ์ และความชื้นสัมพัทธ์ ในการศึกษานี้เป็นการศึกษาความชื้นที่อยู่ในรูปของน้ำในสถานะของเหลว (Moisture) ที่อยู่ในอากาศ ของแข็ง สสารต่าง ๆ ในส่วนของ

ความชื้นสมบูรณ์ (Absolute Moisture) คือ อัตราส่วนระหว่างมวลของวัสดุและปริมาณน้ำหรือความชื้นในตัววัสดุ (หน่วยเป็นกรัม) และปริมาตรของไอน้ำในอากาศ (หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร) ณ อุณหภูมิเดียวกัน

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Moisture) หมายถึง ร้อยละของอัตราส่วนระหว่างมวลของวัสดุและปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในขณะนั้น กับมวลของไอน้ำอิ่มตัว เรามักจะเห็นการใช้งานค่าความชื้นสัมพัทธ์ในลักษณะความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (Humidity)

ความชื้น หรือ ปริมาณของน้ำที่สะสมอยู่ในวัสดุปลูก ในแต่ละชนิดจะมีปริมาณความชื้นสะสมอยู่ไม่เท่ากัน อาจจะขึ้นอยู่ในหลายปัจจัย ได้แก่ พื้นที่ผิว ความพูน อัตราการดูดซึมหรืออัตราการคายความชื้น เป็นต้น ในการศึกษาเป็นการศึกษาความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุก่อนการขึ้นรูป ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณการผสมกาว ความยาก-ง่ายในการขึ้นรูปกระถาง และในการศึกษานี้เป็นการหาความชื้นแห้งของวัสดุปลูก โดยที่เราสามารถหาความชื้นได้จากการใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analyzer) หรือสามารถคำนวณได้จาก อัตราส่วนของน้ำหนักของน้ำในวัสดุปลูกต่อมวลแห้งของวัสดุปลูก ดังสมการ

$$\%MC_d = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

เมื่อ  $\%MC_d$  คือ อัตราส่วนของน้ำหนักของน้ำในวัสดุปลูกต่อมวลแห้ง

$M_w$  คือ น้ำหนักของน้ำในวัสดุปลูก กรัม (g)

$M_s$  คือ น้ำหนักของวัสดุปลูกแห้ง กรัม (g)

### 5.2.1.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งสำหรับพืชนั้นเราควรให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของวัสดุที่นำมาใช้ปลูกอยู่ระหว่าง 5.5-6.5 หรือช่วงเป็นกรดอ่อนๆ เนื่องจากช่วงของความเป็นกรดอ่อนนั้น ธาตุอาหารที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อพืชจะละลายออกมาตามความต้องการที่เหมาะสมของพืช โดยเฉพาะกลุ่มของธาตุอาหารเสริมหรือจุลธาตุ ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายออกมาจนทำให้พืช จนเกิดปัญหาในพืช เช่น ใบมีขนาดเล็ก ใบเหลือง หรือขาวซีด ยอดสั้น แคระแกรน เป็นต้น

#### 5.2.1.5 ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity)

เป็นวิธีวัดความสามารถของน้ำในการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าซึ่งเกิดจากมีอยู่ของสารประกอบอินทรีย์หรือสารประกอบอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น แอนไอออนของคลอไรด์ ไนเตรต ซัลเฟต และฟอสเฟต (แอนไอออนคือไอออนที่มีประจุลบ) หรือ แคทไอออนของโซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก และอะลูมิเนียม (แคทไอออนคือไอออนที่มีประจุบวก) จะสามารถส่งผ่านกระแสไฟฟ้า หรือนำไฟฟ้าได้ดี แต่ในสารประกอบอินทรีย์ เช่น น้ำมัน ฟีนอล แอลกอฮอล์ และน้ำตาล นำไฟฟ้าได้ไม่ดีนัก และมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าเมื่อละลายอยู่ในน้ำ การนำไฟฟ้ายังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอีกด้วย ถ้าอุณหภูมิสูงค่าการนำไฟฟ้าก็จะยิ่งมากขึ้น ด้วยเหตุผลเหล่านี้เองจึงรายงานค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (25°C)

หน่วยที่ใช้กันทั่วไปสำหรับการวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ได้แก่  $\mu S/cm$ , หรือ  $dS/m$  ซึ่ง  $1,000\mu S/cm = 1 dS/m$

ค่าการนำไฟฟ้าจะเกี่ยวข้องกับการละลายของปุ๋ย ส่งผลให้มีผลกระทบโดยตรงกับการเลือกใช้วัสดุปลูก และการเลือกใช้อัตราส่วนของทาง กาบ และถ่าน กะลามะพร้าวมาขึ้นรูปเป็นกระถาง

#### 5.2.1.6 ขนาดเฉลี่ยของวัสดุ (Average Size Measurement)

ขนาดเฉลี่ยของวัสดุที่ใช้ในการขึ้นรูป จะส่งผลโดยตรงต่อการขึ้นรูป และขนาดเฉลี่ยของวัสดุขึ้นรูปจะมีขนาดกระจายตัวในภาชนะขึ้นรูป ในการศึกษาเป็นการสุ่มวัดขนาดของวัสดุที่ต้องการหาขนาดเฉลี่ยแล้วหารด้วยจำนวนวัสดุที่วัดทั้งหมด โดยจะทำการนำวัสดุมาเขย่าเพื่อแยกวัสดุให้เห็นถึงขนาดที่แตกต่างกันจากการลดขนาดจากกระบวนการลดขนาดวัสดุ

$$AS = \frac{\sum_{i=1}^8 \left( \frac{MN_i + MN_{i+1}}{2} \right) \times mass_{MN_i}}{\sum_{i=1}^8 mass_{MN_i}}$$

โดยที่ AS คือ ขนาดเฉลี่ยของวัสดุ  
 $MN_i$  คือ Mesh Number ที่  $i$   
 $MN_{i+1}$  คือ Mesh Number ที่  $i + 1$   
 $mass_{MN_i}$  คือ มวลของวัสดุที่อยู่ใน Mesh Number ที่  $i$

#### 5.2.1.7 การดูดซึมน้ำ และการระบายน้ำ (Water Absorption and Water Drainage)

การดูดซึมน้ำ (Water Absorption) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมเข้าไปจนเต็มช่องว่างที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ของมวลรวม แต่ไม่รวมน้ำที่เกาะอยู่ผิววนอกของมวลรวม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถที่วัสดุยอมให้น้ำซึมผ่านตัวผลิตภัณฑ์ได้ เรียกว่า เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ (Water Absorption Percentage) ในการศึกษาเป็นการศึกษาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของวัสดุที่ขึ้นรูป แล้วทำให้วัสดุมีการเปลี่ยนรูปร่างและลักษณะของชิ้นงาน เราสามารถคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำได้จาก

$$\%WA = \left[ \frac{W_w - W_d}{W_d} \right] \times 100$$

เมื่อ  $\%WA$  คือ เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของชิ้นงาน  
 $W_d$  คือ น้ำหนักของชิ้นงานหลังการแช่น้ำ กรัม (g)  
 $W_w$  คือ น้ำหนักของชิ้นงานก่อนนำมาแช่น้ำ กรัม (g)

การระบายน้ำ (Water Drainage) เป็นการศึกษาวิธีการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากชิ้นวัสดุขึ้นรูป เพื่อให้วัสดุขึ้นรูปนั้นมีสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้งาน และมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างมีประสิทธิภาพ หากวัสดุขึ้นรูปไม่สามารถระบายน้ำได้ดีมีน้ำท่วมขังจะส่งผลให้รากของพืชเน่า เป็นสีน้ำตาล ประสิทธิภาพในการดูดอาหารของรากต่ำ ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ช้า หรืออาจจะทำให้ต้นพืชตายในที่สุด ดังนั้นควรศึกษากระบวนการระบายน้ำของวัสดุขึ้นรูปอยู่ในภาวะสมดุล และเหมาะสมกับชนิดของต้นพืชที่ศึกษา

#### 5.2.1.8 การพองตัว (Swelling)

การที่วัสดุมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นในเนื้อของวัสดุนั้น ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการพองตัว สามารถคำนวณหาได้เปอร์เซ็นต์การพองตัวได้จาก

$$\%S = \frac{T_a - T_b}{T_b} \times 100$$

เมื่อ  $\%S$  คือ เปอร์เซ็นต์การพองตัวของชิ้นงาน  
 $T_a$  คือ ความหนาของชิ้นงานหลังการแช่น้ำ มิลลิเมตร (mm)  
 $T_b$  คือ ความหนาของชิ้นงานก่อนการแช่น้ำ มิลลิเมตร (mm)

#### 5.2.1.9 การย่อยสลาย (Decomposition)

การสลายตัวของวัสดุโดยมีความเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมและระยะเวลาในการใช้งานแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของวัสดุแต่ละชนิด

#### 5.2.2 สมบัติทางกล (Mechanical Properties)

สมบัติทางกล (Mechanical Properties) คือ พฤติกรรมอย่างหนึ่งของวัสดุที่สามารถแสดงออกมาเมื่อมีแรงจากภายนอกกระทำ อันได้แก่

##### 5.2.2.1 ความเค้น (stress)

เป็นลักษณะของแรงต้านที่อยู่ภายในของโลหะ ที่มีความพยายามในการต้านทานต่อแรงภายนอก ที่มากระทำต่อวัสดุนั้นหาได้จากสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

โดยที่	$\sigma$	คือ ความเค้นที่เกิดขึ้น	มีหน่วยเป็น $N/m^2$
	$F$	คือ แรงดึงที่กระทำกับวัตถุ	มีหน่วยเป็น N
	$A$	คือ พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ	มีหน่วยเป็น $m^2$

#### 5.2.2.2 ความเครียด (Stain)

เป็นความเครียดปรากฏภายใต้แรงที่มากระทำต่อเนื้อของวัสดุ จนวัสดุเกิดรับแรงนั้นไม่ไหว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างไปในทิศทางของแรงที่มากระทำ เช่น เกิดการยืดตัวออก (Elongation) หรือหดตัวเข้า (Contraction) หาได้จากสมการ

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

โดยที่	$\varepsilon$	คือ ความเครียด	
	$\delta$	คือ ความยาวที่เปลี่ยนไป	มีหน่วยเป็น (mm)
	$L$	คือ ความยาวเดิมของวัตถุ	มีหน่วยเป็น (mm)

#### 5.2.2.3 ความแข็งแรง (Strength)

หมายถึง ความแข็งแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) ความแข็งแรงกดหรือแรงอัดสูงสุด (Ultimate Compressive Strength) ซึ่งสามารถจะสังเกตได้จาก Stress-Strain Curve ที่มีค่าของแรงดึงหรือแรงกดสูงสุด และตำแหน่งปลายของเส้นกราฟ Stress-Strain จะเป็นจุดแตกหัก (Breaking Point or Fracture) นั้น เราจะเรียกกันว่า เป็นจุดความแข็งแรงที่จุดแตกหักนั่นเอง

5.2.2.4 ความแข็ง (hardness) (Askeland and Webster, 1996; Haasen, 1996; Boyer and Gall, 1985; Kehl, 1949; Sinha, 1989)

การทดสอบความแข็งเป็นการวัดความสามารถของวัสดุในการต้านการกด การขีดข่วนบนผิวของวัสดุ หรือการเสียรูปถาวร (plastic deformation) ของวัสดุ ซึ่งการทดสอบความแข็งเป็นการทดสอบที่ง่ายและรวดเร็ว การทดสอบความแข็งแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่

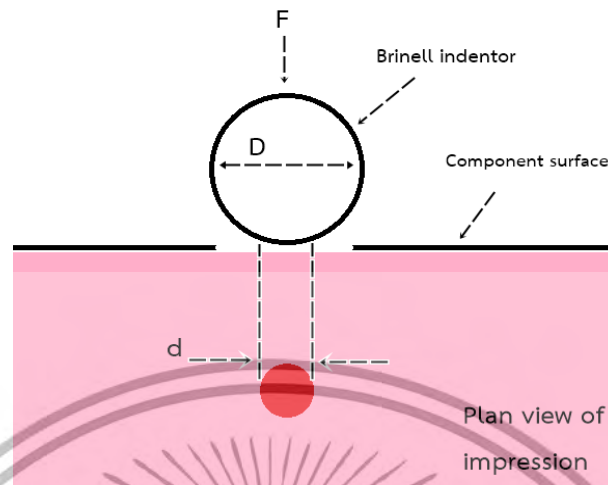
##### 1) การทดสอบความแข็งระดับมหภาค (macrohardness)

เป็นการทดสอบความแข็งโดยเฉลี่ยของวัสดุในบริเวณกว้าง และใช้น้ำหนักในการกดในระดับกิโลกรัม การวัดความแข็งในระดับมหภาคนิยมใช้วิธีทดสอบ 2 วิธีคือ วิธีทดสอบแบบบริเนลล์ (Brinell testing) และวิธีทดสอบแบบร็อคเวลล์ (Rockwell testing)

##### 1.1) ความแข็งแบบบริเนลล์ (Brinell hardness)

ทดสอบโดยใช้หัวกดวัดความแข็งเป็นลูกบอล ซึ่งทำจากโลหะที่มีความแข็งสูง กดลงบนผิวชิ้นงานที่เรียบลูกบอลที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-10 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักเพื่อถ่วงน้ำหนักลูกบอลในช่วง 1-3,000 กิโลกรัม เวลาที่ใช้ในการกดลูกบอลลงบนผิววัสดุจะใช้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาประมาณ 10-15 วินาที เมื่อนำน้ำหนักถ่วงออก จะสามารถสังเกตเห็นรอยลูกบอลที่ฝังลงไปบนผิววัสดุดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 5.14 รอยกดและการทดสอบแบบบริเนลล์

ที่มา: Donald R. Askeland, 1996

การคำนวณค่าความแข็งแบบบริเนลล์ (Brinell hardness) แทนด้วยสัญลักษณ์ HB คำนวณได้จากสมการ

$$HB = \frac{2F}{\pi D} (D - \sqrt{D^2 - d^2})$$

โดยที่  $F$  คือ น้ำหนักแรงกด มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

$D$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางลูกบอล มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (mm)

$d$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของรอยกดบนผิววัสดุ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (mm)

### 1.2) ความแข็งแบบร็อคเวลล์ (Rockwell hardness)

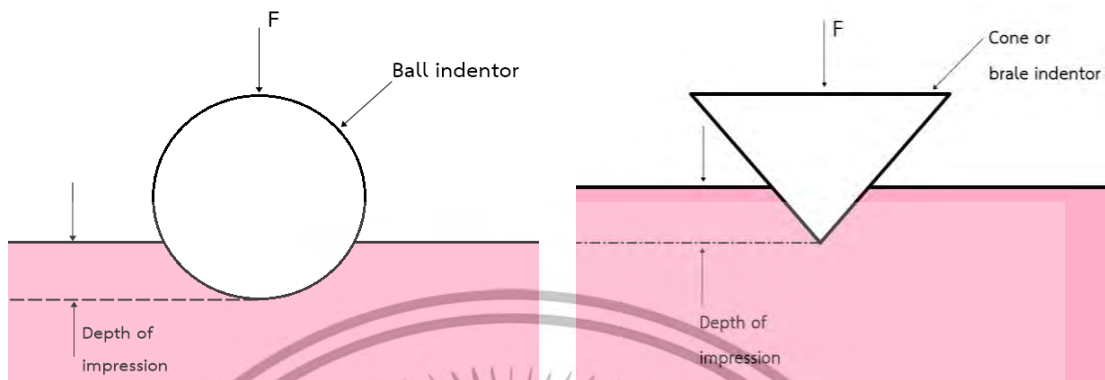
เป็นการทดสอบความแข็งคล้ายกับการทดสอบแบบบริเนลล์ หัวกดใช้วัสดุที่มีความแข็งสูงเป็นลูกบอลขนาดเล็กหรือเป็นเพชรรูปกรวย (brale) กดลงบนผิววัสดุการวัดความแข็งแทนที่จะวัดขนาดของรอยกดจะวัดความลึกของรอยกดแทน ซึ่งสามารถอ่านค่าได้จากหน้าปัดของเครื่องมือทำให้ง่ายกว่าการวัดแบบบริเนลล์ กรณีที่เป็นวัสดุอ่อนจะกดด้วยหัวกดลูกบอล และถ้าเป็นวัสดุแข็งจะกดด้วยหัวกดเพชรรูปกรวย (brale) ลูกบอลที่ใช้กดจะมีขนาด 1.587, 3.175 และ 6.350 มิลลิเมตร ส่วนหัวเพชรรูปกรวยจะมีมุมที่ปลายเท่ากับ 120 องศา การวัดแบบร็อคเวลล์จะมีด้วยกันทั้งหมด 9 สเกลแต่ที่นิยมใช้มาก ได้แก่

1.2.1) สเกลแบบ A ใช้หัวกดเพชรรูปกรวย นิยมใช้น้ำหนักกดตรง 10 กิโลกรัม และน้ำหนักกดหลัก 60 กิโลกรัม เหมาะกับการวัดวัสดุที่แข็งและบาง นิยมใช้สัญลักษณ์เป็น HRA

1.2.2) สเกลแบบ B ใช้หัวกดลูกบอล นิยมใช้น้ำหนักกดตรง 10 กิโลกรัม และน้ำหนักกดหลัก 100 กิโลกรัม เหมาะกับการวัดวัสดุแข็ง นิยมใช้สัญลักษณ์เป็น HRB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3) สเกลแบบ C ใช้หัวกดเพชรรูปกรวย นิยมใช้น้ำหนักกดตรง 10 กิโลกรัม และน้ำหนักกดหลัก 150 กิโลกรัม เหมาะกับการวัดวัสดุพวกเหล็กหล่อ เหล็กชุบผิวแข็งและวัสดุที่แข็งกว่าสเกลแบบ B ใช้สัญลักษณ์เป็น HRC



ภาพที่ 5.151 รอยกดและการทดสอบความแข็งแบบร็อกเวลล์

ที่มา: Donald R. Askeland, 1996

สำหรับค่าความแข็งร็อกเวลล์ในสเกล C เมื่ออ่านจากหน้าปัดเครื่องทดสอบแล้วนำมาคำนวณตามสมการ

$$HRC = \frac{k - (h_1 - h)}{C}$$

โดยที่  $k$  คือ ค่าคงที่หัวกดเพชรรูปกรวย=0.2 และหัวกดลูกกดบอล=0.26  
 $h_1$  คือ ความลึกของหัวกดเมื่อได้รับน้ำหนักกดหลัก (มิลลิเมตร)  
 $h$  คือ ความลึกของหัวกดเมื่อได้รับน้ำหนักกดตรง (มิลลิเมตร)  
 $C$  คือ ค่าช่วงแบ่งบนสเกลหน้าปัด (0.002 มิลลิเมตร)

## 2) ความแข็งระดับจุลภาค (microhardness)

เป็นการวัดความแข็งของวัสดุในบริเวณขนาดเล็ก ๆ ระดับจุลภาคหรือในแต่ละเฟส (phase) และใช้น้ำหนักกดน้อยมากในระดับกรัม การวัดความแข็งในระดับจุลภาค นิยมใช้การทดสอบ 2 วิธี คือ การทดสอบแบบวิกเกอร์ส (Vickers hardness test) และการทดสอบแบบนूप (Knoop hardness test)

### 2.1) ความแข็งแบบวิกเกอร์ส (Vickers hardness)

เป็นการทดสอบที่มีหัวกดเป็นรูปพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมและมีมุมยอด 136 องศา ทำจากเพชร กดลงบนผิววัสดุใช้น้ำหนักกด 1-120 กิโลกรัม ใช้สัญลักษณ์เป็น HV ซึ่งกรณีที่ใช้น้ำหนักเป็นกิโลกรัมจะมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อพื้นที่รอยกด การวัดความแข็งจะวัดระยะเฉลี่ยของเส้นทแยงมุมทั้งสองข้างของรอยกด และนำไปคำนวณค่าความแข็งตามสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$HV = \frac{2F \sin\left(\frac{136^\circ}{2}\right)}{d^2} = 1.854 \frac{F}{d^2}$$

โดยที่  $F$  คือ น้ำหนักกด กิโลกรัม (kg)  
 $d$  คือ ความยาวเส้นทแยงมุมเฉลี่ย มิลลิเมตร (mm)

## 2.2) ความแข็งแบบนูป (Knoop hardness)

เป็นการทดสอบโดยใช้หัวกดรูปทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน มีมุมยอดด้านกว้าง 130 องศา เบ้ามุมยอดด้านยาว 170 องศา 30 ลิปดา อัตราส่วนของเส้นทแยงมุมด้านยาวต่อเส้นทแยงมุมด้านกว้างเท่ากับ 7.11 และเส้นทแยงมุมด้านยาวต่อความลึกเท่ากับ 4 นิยมใช้สัญลักษณ์ของค่าความแข็งเป็น HK การคำนวณความแข็งนูปทำได้โดยการวัดเส้นทแยงมุมด้านยาวแล้วนำไปคำนวณตามสมการ

$$HK = \frac{14.23F}{l^2}$$

โดยที่  $F$  คือ น้ำหนักกดหรือแรงกด กิโลกรัม (kg)  
 $l$  คือ ความยาวเส้นทแยงมุมด้านยาว มิลลิเมตร (mm)

การทดสอบความแข็งในระดับจุลภาคนี้ รอยกดที่ปรากฏจะมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ จึงต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีสเกลบอกขนาดติดที่เลนส์ช่วยในการวัดค่าต่าง ๆ นอกจากนี้การวางชิ้นงานที่ทดสอบต้องได้ระนาบที่ตั้งฉากกับหัวกดเพื่อความถูกต้องของค่าความแข็งที่วัดได้ ถ้าชิ้นงานเป็นลักษณะของฟิล์มที่บางมากหรือชิ้นงานที่มีความหนา น้อยมากควรใช้การทดสอบความแข็งแบบนูป สำหรับการวัดค่าความแข็งของวัสดุที่ขึ้นรูปจากผงโลหะ ต้องเลือกบริเวณที่เนื้อโลหะเพื่อให้ได้ค่าความแข็งแรงที่ถูกต้อง เนื่องจากกระบวนการผลิตจะทำให้ชิ้นงานยังมีความพรุนหลงเหลืออยู่

## 5.3 การวิเคราะห์สถิติ

5.3.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความค่าแตกต่าง (Fisher's Least Significant Difference: LSD) (นิภาพร, 2552)

Fisher ได้พัฒนาวิธีการเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรครั้งละคู่ โดยต้องสุ่มตัวอย่างแต่ละชุดเป็นอิสระกัน ซึ่งเรียกว่า Fisher's LSD มีสูตรดังนี้

$$LSD = t_{1-\frac{\alpha}{2}; n-k} \sqrt{MSE \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad \text{โดยที่ } n = \sum_{i=1}^k n_i$$

เมื่อ LSD คือ สถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยวิธี Fisher's LSD

K คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

n คือ จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

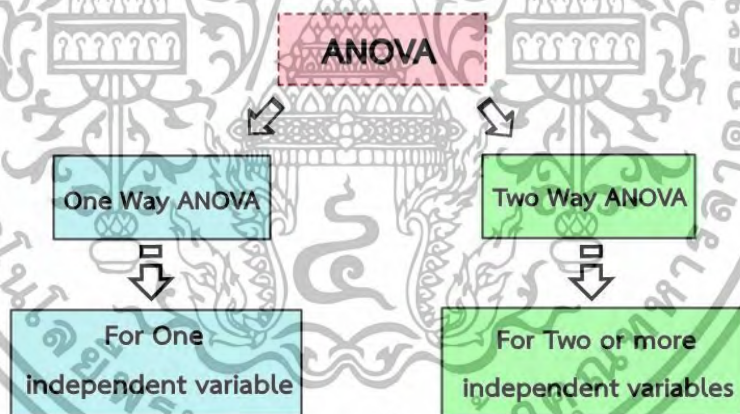
MSE คือ ค่าประมาณของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance หรือ ANOVA

(พongอำไพ, 2556)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนคือเทคนิคการวิเคราะห์ที่ใช้เพื่อทดสอบสมมติฐานที่มีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่มากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป (ตัวแปรอิสระเป็นแบบจัดกลุ่ม ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ) ถ้ามีตัวแปรอิสระเพียงตัวแปรเดียว เรียกว่า One-Way ANOVA ถ้ามี 2 ตัวแปร เรียกว่า Two-way ANOVA ถ้ามีหลายตัวแปร เรียกว่า Multi-way ANOVA การวิเคราะห์ความแปรปรวนมี 1 ตัวประกอบ One-way ANOVA ใช้สำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่มขึ้นไป เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระ 1 ตัว แบ่งออกเป็น k ประเภท จะส่งผลแตกต่างกันหรือไม่ โดยแต่ละกลุ่มควรมีสมาชิกที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนมี 2 ตัวประกอบ จะใช้กับตัวแปรอิสระ 2 ตัวพร้อมกัน โดยต้องการศึกษาผลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่มีต่อตัวแปรตาม และศึกษาปฏิสัมพันธ์ (interaction ระหว่างตัวแปรอิสระ 2 ตัวนั้น ให้สังเกตว่ามีตัวแปร 2 ชนิด คือตัวแปรอิสระ 2 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ซึ่งตัวแปรตามจะเป็นผลที่ผู้ทดลองสังเกตได้หรือวัดได้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เป็นการศึกษาคอิทธิพลของตัวแปรต้นเพียง 1 ตัวที่มีต่อตัวแปรตามหากต้องการศึกษาคอิทธิพลของตัวเป็นต้นแต่ 2 ตัวขึ้นไป จะเรียกการวิเคราะห์นี้ว่า multifactor ANOVA สำหรับในที่นี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวนกรณีที่มีตัวแปรต้น 2 ตัว ซึ่งเรียกว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) ดังภาพที่ 5.16



ภาพที่ 5.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA)

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variances) แบบจำแนกทางเดียว : One-way ANOVA ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ประเภท คือ ตัวแปรตาม (Dependent) ตัวแปรตามควรเป็นข้อมูลที่สามารถคำนวณได้ในระดับช่วง (Interval) อัตราส่วน (Ratio) แต่อาจใช้กับข้อมูลระดับลำดับมาตรา (Ordinal) บางประเภทได้ ตัวแปรอิสระ, ต้น (Independent) : ซึ่งแบ่งข้อมูลเป็นกลุ่มๆ มากกว่าสองกลุ่มขึ้นไป เพื่อทดสอบว่าในแต่ละกลุ่มที่แตกต่างกันนั้น จะทำให้ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม แตกต่างกันหรือไม่ ตัวแปรอิสระ, ตัวแปรต้นอาจเป็นข้อมูลระดับนามมาตรา (Nominal) หรือ ลำดับมาตรา (Ordinal) เนื่องจากมีจำนวนตัวแปรอิสระ หรือ ตัวแปรต้น จำนวน 1 ตัวแปร ที่มีการนำมาแบ่งเป็นกลุ่มต่าง ๆ จึงเรียกว่า One-Way ANOVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.)

เป็นค่าที่วัดการกระจายของข้อมูลที่ทำให้ทราบว่าคะแนนแต่ละจำนวนนั้นมีค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะน้อย ถ้าข้อมูลมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย และจะมีค่ามากถ้าข้อมูลมีค่าแตกต่างไปจากค่าเฉลี่ยมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ รากที่สองของค่าความแปรปรวน

### 5.3.4 สัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variance, C.V.)

สัมประสิทธิ์ความแปรผัน เป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบการกระจายของข้อมูล 2 ชุดขึ้นไป ซึ่งค่า C.V. จะไม่มีหน่วย และข้อมูลชุดที่มีค่า C.V. มากจะมีการกระจายมากกว่าข้อมูลชุดที่มีค่า C.V. ต่ำ

5.4 เอกสารงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือมีความใกล้เคียงกับการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพสมบัติเชิงกลของทาง กาย และกะลามะพร้าวที่มีผลต่อการขึ้นรูปกระถาง และการเจริญเติบโตของต้นหน้าวัว

#### 5.4.1 เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางจากขุยและใยมะพร้าว

ได้ออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถาง ควบคุมการทำงานและส่งผ่านแรงด้วยระบบไฮดรอลิกส์ วิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้ใช้งาน ซึ่งเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงต่อหนึ่งวัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปากกระถางกว้าง 4 นิ้ว (สุจิน และ อีรเวท, 2552)

#### 5.4.2 เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางจากขุยและใยมะพร้าว

ได้ออกแบบและสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการอัดขึ้นรูปกระถางจากขุยและใยมะพร้าว โดยเครื่องมือสามารถอัดขึ้นรูปกระถางได้ 2 ขนาด มีกำลังการผลิตสูงสุด 120 ใบต่อชั่วโมง กระถาง 2 ขนาดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปากกระถาง 106 มิลลิเมตร และ 135 มิลลิเมตร ทั้งยังออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดเตรียมวัสดุ ประกอบไปด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการตี กายมะพร้าว เครื่องมือที่ใช้ในการคัดแยกขนาดของขุยมะพร้าว และเครื่องมือที่ใช้ในการผสมวัตถุดิบ (สุจิน และ อีรเวท, 2553)

5.4.3 อิทธิพลของความชื้นในคอนกรีตกระทำต่อคุณสมบัติทางกายภาพของปุ๋ยอัดเม็ดที่ขึ้นรูปด้วยแป้นอัดแบบซิลิวันโมเดล

ได้ศึกษาการสลายตัวของตัวอย่างเม็ดปุ๋ย ถูกประมวลผลตามวิธีการของ Suppadit (2009b) โดยจะวางเม็ดปุ๋ยตัวอย่างไว้ที่กลางแจ้งเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อศึกษาการสลายตัวของเม็ดปุ๋ย ซึ่งอัตราการย่อยสลาย 0.987 (Suppadit, Pongpiachan and Panomsri, 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.4.4 กาบมะพร้าวและการแปรรูปเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของมะพร้าว

เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของเปลือกมะพร้าวจากแหล่งที่มาของมะพร้าว 11 แหล่ง ทำการหาค่าความเป็นกรดเบสและค่าการนำไฟฟ้า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเปลือกมะพร้าวอยู่ระหว่าง 5.9 ถึง 6.9 และ 1.2 ถึง 2.8  $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$  ตามลำดับ  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , Ca และ Mg มีค่าที่ไม่แตกต่างกันระหว่างเปลือกมะพร้าวจากแหล่งที่มาต่าง ๆ และอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 1.8, 0.2 ถึง 0.9 2.9 ถึง 7.3 และ ค่าตั้งแต่การตรวจไม่พบจนถึง 4.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับระดับ P, B, Cu, Fe, Ni, Zn, Mn, และ Mo แตกต่างกันอย่างมากซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งที่มา ค่าจะแกว่งในช่วงตั้งแต่การตรวจไม่พบจนถึงระดับ 33 ppm ระดับของ Na, K, Cl และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของแกลบและอยู่ในช่วง 23-88, 126-236 และ 304-704 ppm ตามลำดับ ชุ่ยใยมะพร้าวโดยการตรวจคัดกรองแยกผงชุ่ยใยมะพร้าวผ่านตะแกรงที่มีขนาดรูตะแกรงตาข่าย 3, 6 หรือตะแกรงตาข่าย 13 มิลลิเมตร จะมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าปริมาณเส้นใย ปริมาณของแข็งรวม ช่องว่างความพรุน ซึ่งช่องว่างดังกล่าวได้แก่ ช่องว่างแบบที่มีอากาศเข้าไปได้กับช่องว่างที่มีน้ำเข้าไปได้ ปริมาณการอุ้มน้ำ ค่าเหล่านี้เมื่อมาเทียบกับใยมะพร้าวที่ไม่เสียรูปหรือมะพร้าวที่ผ่านการเขย่าแรงๆ อย่างไรก็ตามขนาดของตะแกรงไม่ได้เกี่ยวข้องกับค่าต่าง ๆ เหล่านี้ ผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของไม่มีการบีบอัดความดันและระดับความชื้นระหว่างการบีบอัดของเปลือกมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการคายน้ำ (Konduru, Evans and Stamps, 1999)

#### 5.4.5 การศึกษาการพองตัวของกระถางขึ้นรูปจากเส้นใยกกช้าง

เป็นการศึกษาการพองตัวของกระถางที่อัดขึ้นรูปจากเส้นใยกกช้าง เพื่อศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปกระถางให้มีการพองตัวน้อยที่สุด ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบคือ ปริมาณความหนาแน่นเส้นใยและอัตราส่วนกาว จากนั้นนำกระถางที่ได้จากการอัดขึ้นรูปมาทดสอบคุณสมบัติการพองตัว เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระถางและเก็บข้อมูลโดยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ (MiniTab) จากการทดลองสรุปได้ว่า เส้นใย 385 กรัม กาว 224 กรัม ที่ค่าการพองตัว 12.68% ในการวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม นำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดสอบคุณสมบัติเท่ากับ 12.96% มีค่าต่างกันที่ 0.28 หรือ 0.28% (อำนาจ, 2554)

#### 5.4.6 ปุ๋ยและวัสดุปลูกสำหรับต้นหน้าวัว

ประสิทธิภาพของการผลิตดอกหน้าวัวในประเทศบราซิลมีปัจจัยหลักคือ การให้ปุ๋ยและการเลือกใช้วัสดุปลูกที่มีคุณภาพ แต่เกษตรกรจำนวนมากไม่ให้ความสำคัญกับการเตรียมวัสดุปลูกอย่างมีคุณภาพ จึงได้มีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมที่แตกต่างกันต่อคุณภาพและประสิทธิภาพการผลิตดอกหน้าวัวเพื่อการค้าในประเทศบราซิลขึ้น (Cuquel, et al., 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.4.7 เส้นใยจากผลพลอยได้สำหรับงานอุตสาหกรรมกระดาษ

เส้นใย กระดาษ และเยื่อกระดาษ เป็นผลพลอยได้จากวัสดุทางการเกษตร ซึ่งมีราคาถูกและสามารถหาได้ง่าย ที่มาของวัสดุเหล่านี้ ได้แก่ ผลผลิตจากการปลูกข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าว ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เลย์ อ้อย สับปะรด กล้วย และมะพร้าว เป็นหลัก สำหรับงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จะเป็นการศึกษาโครงสร้างของเส้นใย คุณสมบัติ กระบวนการผลิต หรืออาจรวมถึงความเหมาะสมของเส้นใยในการทำอุตสาหกรรม (Reddy, and Yang, 2004)

#### 5.4.8 การศึกษาเส้นใยของกล้วยและมะพร้าว องค์ประกอบทางพฤกษศาสตร์ การย่อยสลายความร้อน และการสังเกตพื้นผิว

ในอดีตใยหินถูกนำมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อนในบ้านจนปี 1997 วัสดุฉนวนในซีเมนต์ควรปรับปรุงลักษณะฉนวนของวัสดุก่อสร้าง เพื่อให้ได้วัสดุฉนวนต้นทุนต่ำสำหรับการก่อสร้าง การผสมปูนซีเมนต์ด้วยเส้นใยพืช (VF) – เป็นกล้วย, มะเขือและซีเมนต์, น้ำตาลขานอ้อย เป็นต้น พฤติกรรมของแม่โครที่เสริมด้วยปูนซีเมนต์หรือคอนกรีตได้รับการศึกษาโดยนักวิจัยหลายคนในส่วนของลักษณะทางกล เช่น ความต้านทานแรงดึงและแรงดึงความเหนียวแตกเป็นชิ้น ส่วนที่ศึกษากันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุผสม เช่น ความหนาแน่น ความพรุน การตั้งค่า ได้รับการตรวจสอบ ในการวิจัยมุ่งเน้นไปที่พฤติกรรมทางความร้อนของเส้นใยพืชที่เสริมการรวมตัวกันของเส้นใยพืชซึ่งส่วนใหญ่ในการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรทำให้เกิดการแบ่งเบาค่าใช้จ่าย

การศึกษาจากเส้นใยธรรมชาติจากต้นกล้วยและมะพร้าวจำนวน 4 เส้นจากวิธีทางเคมี และเนื้อสัมผัส ผลการวิจัยพบว่าองค์ประกอบทางเคมีและพฤกษศาสตร์ขึ้นอยู่กับ (1) เส้นใยในต้นไม้ (2) ชนิดของต้นไม้ที่พวกมันมาจาก (วัชพืชสีเขียวหรือไม่) การสลายตัวของเส้นใยกล้วยด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นของไฟโรไลซิส ตัวอย่างที่มีความขรุขระและประกอบด้วยเส้นใยกลางที่มีผนังเป็นของไมโครไฟเบอร์ของเซลลูโลส การศึกษาเหล่านี้จะช่วยให้เราสามารถเลือกคุณสมบัติของไฟโรไลซิสของเส้นใยก่อนการรวมตัวกันในเมทริกซ์ซีเมนต์เพื่อทำนายพฤติกรรมของวัสดุผสมคอมโพสิต ที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ในอนุภาค (Bilba, Arsene and Ouensanga, 2006)

#### 5.4.9 ลักษณะการบดและคุณสมบัติความชุ่มชื้นของมะพร้าว

ผลของขนาดอนุภาคต่อคุณสมบัติความชุ่มชื้น การลดขนาดอนุภาคมีผลกระทบต่อโครงสร้างทางกายภาพของเส้นใยซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติความชุ่มชื้นเช่นความสามารถในการอุ้มน้ำ, ความสามารถในการกักเก็บน้ำและความจุน้ำ คุณสมบัติความชุ่มชื้นเหล่านี้ถูกศึกษาจากขนาดอนุภาคที่แตกต่างกันของเส้นใยมะพร้าว การลดลงของขนาดอนุภาคจาก 1127 – 550  $\mu\text{m}$  ส่งผลต่อคุณสมบัติในส่วนของความชุ่มชื้นพบว่าความชุ่มชื้นลดลงตามขนาดอนุภาค (Raghavendra, et al., 2005)

#### 5.4.10 การศึกษาลักษณะที่มีความแข็งแรงต่อการใช้วัสดุเหลือใช้เป็นตัววัสดุสังเคราะห์ในคอนกรีต

ลักษณะความแข็งแรงของคอนกรีตที่ทำจากวัสดุเหลือใช้พบว่าคอนกรีตที่ทำจากเศษวัสดุเหลือใช้ของกระเบื้องเซรามิกทำให้มีความแข็งแรงคล้ายกันในการบีบอัดแรงดึงและแรงดัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ที่มากกว่าไม่ว่าการฉ้อโกงทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากคอนกรีตทั่วไป ค่ากำลังรับแรงอัดของก้อนคอนกรีตที่ทำจากฉนวนกันความร้อนเซรามิคและคอนกรีตแก้วเท่ากับ 16 และ 26.34 ตามลำดับเมื่อเทียบกับคอนกรีตทั่วไป นอกจากนี้ยังพบว่าค่ากำลังรับแรงดัดและค่ากำลังรับแรงดึงที่แตกต่างกันมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดสอบแรงอัด ดังนั้นจึงสามารถมองเห็นได้ว่ากระเบื้องเซรามิกขยจะสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างชนิดอื่น ๆ ในการผสมคอนกรีตในคอนกรีตได้ นอกจากนี้เกณฑ์ทางเศรษฐกิจและความแข็งแรงแล้วคอนกรีตที่ทำจากวัสดุเหลือใช้เช่นเศษวัสดุจะช่วยแก้ปัญหาการกำจัดขยะเหล่านี้ (Sekar, Ganesan and Nampoothiri, 2011)



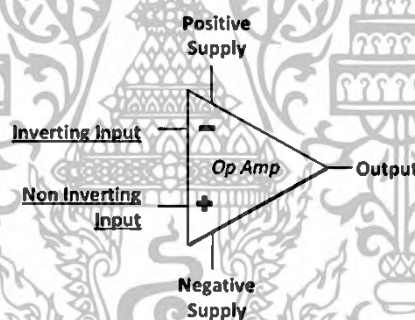
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 6 : เครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดและผลมะพร้าว

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่าง ๆ ที่นำไปใช้ในการสร้างเครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดและผลมะพร้าว ได้แก่ ออปแอมป์ อาคูนานาโน จอ LCD เครื่องวัดแร่ธาตุและพีเอช (Rapitest ทั้งแบบเข็มและแบบดิจิทัล) โดยรายละเอียดของหัวข้อต่าง ๆ มีดังนี้

### 6.1 ออปแอมป์ (operating amplifier)

ออปแอมป์ (Op-Amp) (นัทร, 2550) เป็นคำย่อมาจาก operating amplifier เป็น วงจรขยายแบบต่อตรง (direct coupled amplifier) ที่มีอัตราการขยายสูงมากใช้การป้อนกลับแบบลบไปควบคุมลักษณะการทำงาน ทำให้ผลการทำงานของวงจรไม่ขึ้นกับพารามิเตอร์ภายในของออปแอมป์ วงจรภายในประกอบด้วยวงจรขยายที่ต่ออนุกรมกัน คือ วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลด้านทางเข้า วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลภาคที่สอง วงจรเลื่อนระดับและวงจรขยายกำลังด้านทางออก สัญลักษณ์ที่ใช้แทนออปแอมป์จะเป็นรูปสามเหลี่ยม เกลียว ไอซีออปแอมป์เป็นไอซีที่แตกต่างไปจากลิเนียร์ ไอซีทั่วไป คือ ไอซีออปแอมป์มีขาอินพุต 2 ขา เรียกว่า ขาเข้าไม่กลับเฟส (non-inverting input) หรือขา (+) และขาเข้ากลับเฟส (inverting input) หรือขา (-) ส่วนทางด้านออกมีเพียงขาเดียวดังแสดงในภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 สัญลักษณ์ออปแอมป์

คุณสมบัติของออปแอมป์ในทางอุดมคติ

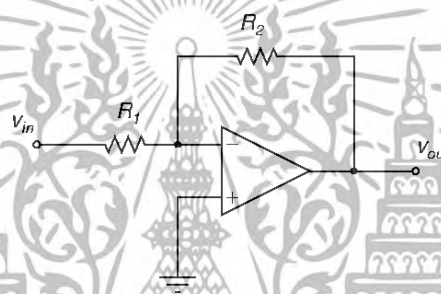
1. อัตราขยายมีค่าสูงมากเป็นอนันต์หรืออินฟินิตี้ ( $AV = \infty$ )
2. อินพุตอิมพีแดนซ์มีค่าสูงมากเป็นอนันต์ ( $Z_i = \infty$ )
3. เอาต์พุตอิมพีแดนซ์มีค่าต่ำมากเท่ากับศูนย์ ( $Z_o = 0$ )
4. ความกว้างของแบนด์วิธ (Bandwidth) ในการขยายสูงมาก ( $BW = \infty$ )
5. สามารถขยายสัญญาณได้ทั้งสัญญาณ AC และ DC
6. การทำงานไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 6.1.1 วงจรขยายแบบกลับเฟส (inverting amplifier)

ในวงจขยายออปแอมป์นั้นสามารถที่จะกำหนดอัตราขยายของวงจรได้โดยการใช้ วงจรเนกาทีฟฟีดแบ็ค (negative feedback) เมื่อเราป้อนสัญญาณเข้าทางขา inverting (ขาลบ) แรงดันด้านทางออกจะมีมุมเฟสต่างไปจากแรงดันทางเข้า 180 องศา ซึ่งมีลักษณะตรงข้าม โดย สัญญาณตรงกันข้ามนี้จะถูกป้อนกลับผ่าน  $R_2$  เข้ามายังขาอินเวอร์ตติ้งอีกครั้งหนึ่งดังแสดงในภาพที่ 6.2 ตรงจุดนี้จะทำให้สัญญาณเกิดการหักล้างกัน อัตราขยายก็จะลดลง ถ้าตัวต้านทานที่เป็นตัว ป้อนกลับมีค่ามาก จะทำให้สัญญาณป้อนกลับมีขนาดเล็ก อัตราขยายออกจึงสูง ถ้าตัวต้านทานที่ ป้อนกลับมีค่าน้อย สัญญาณป้อนกลับไปได้มาก อัตราขยายก็จะลดลง ดังนั้น อัตราส่วนของความ ต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$  จะเป็นตัวกำหนดอัตราขยายของวงจรโดยไม่ขึ้นกับอัตราขยายของออป แอมป์ที่พิจารณาได้ดังสมการที่ 2.1

$$AV = -\frac{R_2}{R_1} \quad (2.1)$$

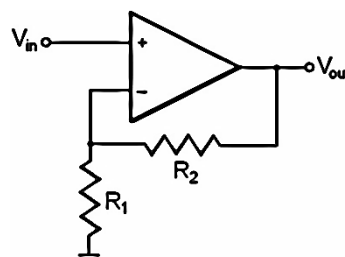


ภาพที่ 6.2 วงจขยายออปแอมป์แบบกลับเฟส

### 6.1.2 วงจขยายแบบไม่กลับเฟส (Non-Inverting Amplifier)

วงจขยายนี้เป็นวงจขยายอีกแบบหนึ่งที่ต้องการเฟสในการขยายเป็นเฟสเดียวกัน ดังนั้น การป้อนสัญญาณอินพุตจึงต้องป้อนเข้าที่ขาอินเวอร์ตติ้ง (ขาบวก) ซึ่งเมื่อขยายออกที่ เอาต์พุตแล้วจะได้สัญญาณเอาต์พุตที่มีเฟสเหมือนเดิม ดังแสดงในภาพที่ 6.3 ดังนั้น ในวงจขยาย แบบไม่กลับเฟสนี้การป้อนกลับเพื่อลดอัตราขยายจึงยังคงต้องป้อนไปยังขาอินเวอร์ตติ้ง (ลบ) เพื่อให้เกิดการหักล้างของสัญญาณกันภายในตัวโอซีออปแอมป์ โดยสามารถหาอัตราขยายของ วงจรได้จากสมการที่ 2.2

$$AV = \frac{R_2}{R_1} + 1 \quad (2.2)$$

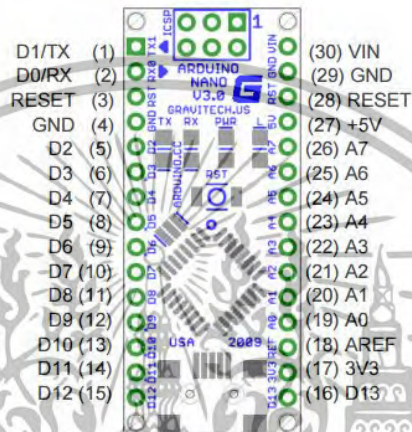


ภาพที่ 6.3 วงจขยายออปแอมป์แบบไม่กลับเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.2 อาดูโนนาโน (Arduino Nano)

Arduino คือ โครงการที่นำชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลต่าง ๆ มาใช้ร่วมกันในภาษาซี ซึ่งภาษาซีนี้เป็นลักษณะเฉพาะ คือ มีการเขียนโลบารีของอาดูโนขึ้นมาเพื่อให้การสั่งงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่แตกต่างกันสามารถใช้งานโค้ดตัวเดียวกันได้ โดยตัวโครงการได้ออกแบบบอร์ดทดลองมาหลายๆ รูปแบบเพื่อใช้งานกับ IDE ของตนเองได้ ซึ่งอาดูโนมีหลากหลายรุ่นแต่ที่ใช้ในโครงการเครื่องวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินนี้ใช้เป็นอาดูโนรุ่น อาดูโนนาโน โดยมีส่วนประกอบดังแสดงในภาพที่ 2.4 และคำอธิบายหน้าที่ของขาแต่ละขาบนอาดูโนนาโน ดังตารางที่ 6.1



ภาพที่ 6.4 ส่วนประกอบของอาดูโนนาโน

ตารางที่ 6.1 คำอธิบายหน้าที่แต่ละขาของอาดูโนนาโน

Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 3
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	3.3 Volt output (form FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A0-A7	Input	Analog input channel 0 to 7
27	5 Volt	Output or Input	5 Volt output (from on-board regulator) or 5 Volt (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

อาดูโนนาโน 3.0 เป็นอาดูโนที่ใช้หน่วยประมวลผล ATmega328 เช่นเดียวกับ Arduino Uno จึงมีความสามารถเท่ากัน แต่แตกต่างกันตรงที่อาดูโนนาโน 3.0 ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็ก โดยตัดส่วนของ Socket ที่ไม่จำเป็นออกและยังคงความสามารถในการติดต่อผ่าน USB port เหมือนบอร์ดอาดูโนตัวใหญ่ ซึ่งรายละเอียดของบอร์ดอาดูโนนาโนมีดังตารางที่ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 6.2** รายละเอียดของบอร์ดอาตูดูโน่นาโน

Microcontroller	Atmel ATmega168 or ATmega328
Operating Voltage (logic level)	5 V
Input Voltage (recommended)	7 - 12 V
Input Voltage (limits)	6 - 20 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	16 KB (ATmega168) or 32 KB (ATmega328) of which 2 KB used by boot loader
SRAM	1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Dimensions	0.73" x 1.70"

### 6.3 จอ LCD

LCD (liquid crystal display) ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตัลเหลว หลักการคือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่างหรือที่เรียกว่า backlight อยู่และเมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไป กระตุ้นที่ผลึกก็จะทำให้ผลึกโปร่งแสงและทำให้แสงที่มาจากไฟ backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้ก็จะไม่สว่าง ผลึกจะมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตัล เช่น สีเขียวหรือสีฟ้า ฯลฯ ทำให้เมื่อมองไปที่จอก็จะพบกับตัวหนังสือ แล้วพบกับพื้นหลังสีต่าง ๆ กัน จอ LCD เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่ยิมนำมาใช้ร่วมกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย จอ LCD มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักษรเรียกว่า Character LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้วและแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า Graphic LCD นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลขหรือหน้าปัดวิทยุ เป็นต้น จอ LCD แบ่งเป็น 2 แบบหลักๆ ตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

1. Character LCD เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอ LCD ขนาด 16x2 หมายถึง ใน 1 แถวมีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน และส่วน 20x4 จะหมายถึง ใน 1 แถวมีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัด

2. Graphic LCD เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอขึ้นแสงหรือปล่อยแสงออกไป ทำให้อ่านนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนจุด (pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 คือจอที่มีจุดตามแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด

หลักการทำงานอาศัยของเหลวพิเศษที่มีคุณสมบัติการบิดแกนโพลาไรซ์ของแสง ถ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าไประหว่างสารเหลวนั้นโมเลกุลจะบิดตัวและทำให้แสงไม่สามารถผ่านกระจกออกมาได้ ถ้าไม่มีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าแสงจะทะลุผ่านออกมาได้ดังแสดงในภาพที่ 2.5 อธิบายการทำงานเกิด

จากกระจกโพลาไรซ์ 2 แผ่น ที่มีแกนตั้งฉากกันแสงจะไม่สามารถลอดผ่านออกมาได้เปรียบเหมือนเอา

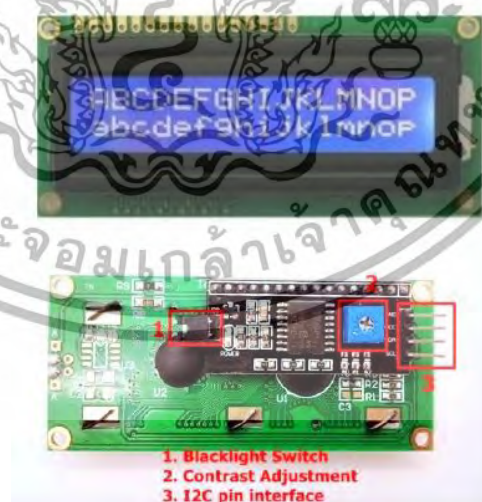
เอกสารนี้เป็นอีกกลวิธีหนึ่งที่ใช้เพื่อป้องกันการรั่วไหลของข้อมูลในกรณีที่ผู้ใช้เผลอเปิดดูหน้าจอโดยไม่ควร

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แว่นตาโพลาริซสองอันมาบิดทำมุมตั้งฉากกันแสงจะไม่ลอดผ่านและมีการค้นพบว่ามิของเหลวชนิดหนึ่งที่ปกติแล้วจะสามารถ "บิดแกนโพลาริซของแสง" ได้ จึงเกิดความคิดเอามาทำจอ LCD โครงสร้างของ LCD ทั่วไปจะประกอบขึ้นด้วยแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกันอยู่ โดยเว้นช่องว่างตรงกลางไว้ 6-10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใส เพื่อใช้แสดงตัวอักษรตรงกลางระหว่างตัวนำไฟฟ้าแบบใสกับผลึกเหลว มีชั้นของสารที่ทำให้โมเลกุลของผลึกรวมตัวกันในทิศทางที่แสงส่องมากระทบ เรียกว่า Alignment Layer และผลึกเหลวที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบ Magnetic โดย LCD สามารถแสดงผลให้เรามองเห็นได้ทั้งหมด 3 แบบด้วยกัน ดังนี้

1. แบบใช้การสะท้อนแสง (Reflective Mode) โดย LCD แบบนี้ใช้สารประเภทโลหะเคลือบอยู่ที่แผ่นหลังของ LCD ซึ่ง LCD ประเภทนี้เหมาะกับการนำมาใช้งานในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ
2. แบบใช้การส่งผ่าน (Transitive Mode) โดย LCD แบบนี้ว่างหลอดไฟไว้ด้านหลังจอเพื่อทำให้การอ่านค่าที่แสดงผลทำได้ชัดเจน
3. แบบส่งผ่านและสะท้อน (Transflective Mode) โดย LCD แบบนี้เป็นการนำเอาข้อดีของจอแสดงผล LCD ทั้ง 2 แบบมารวมกัน

ในบทนี้จะกล่าวถึงจอ LCD ที่แสดงผลเป็นอักขระหรือตัวอักษร ตามท้องตลาดทั่วไปจะมีหลายแบบด้วยกัน มีทั้ง 16 ตัวอักษร 20 ตัวอักษรหรือมากกว่าและจำนวนบรรทัดจะมีตั้งแต่ 1 บรรทัด 2 บรรทัด 4 บรรทัดหรือมากกว่า ตามแต่ความต้องการและลักษณะของงานที่ใช้หรืออาจจะมีแบบสั่งทำเฉพาะงานก็เป็นได้ โดยจะยกตัวอย่างจอ LCD ขนาด 16x2 character (16 ตัวอักษร 2 บรรทัด) สามารถหาซื้อได้ง่ายและมีราคาไม่สูง เหมาะสมกับการใช้งานแสดงผลไม่มากในหน้าจอดีเดียว จอ LCD 16x2 character ที่นิยมวางจำหน่ายจะมีอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือ LCD แบบปกติที่เชื่อมต่อแบบขนาน (Parallel) และ LCD แบบที่เชื่อมต่ออนุกรม (Serial) แบบ I2C โดยทั้ง 2 แบบ ตัวจอมีลักษณะเดียวกันเพียงแต่แบบ I2C จะมีบอร์ดเสริมทำให้สื่อสารแบบ I2C ได้เชื่อมต่อได้สะดวกขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 6.5



ภาพที่ 6.5 จอ LCD 16x2 character (I2C)

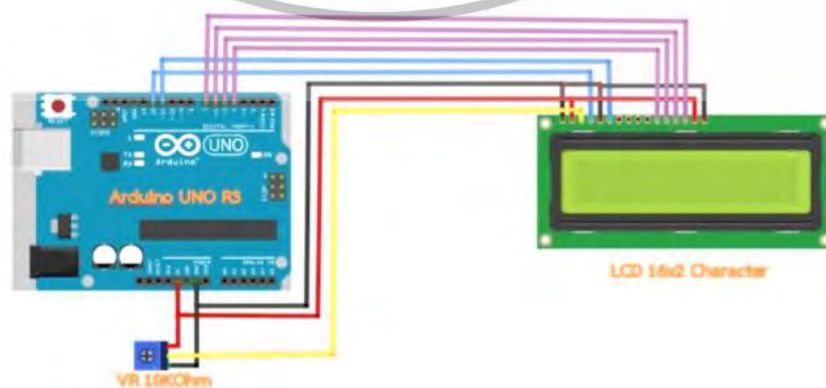
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมหรือสั่งงาน โดยทั่วไปจอ LCD จะมีส่วนควบคุม (controller) ที่อยู่ในตัวแล้ว ผู้ใช้สามารถส่งรหัสคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของจอ LCD (I2C) เช่นเดียวกันกับจอ LCD แบบธรรมดา พุดต่างๆ คือ รหัสคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมนั้นเหมือนกัน แต่ต่างกันตรงที่รูปแบบในการรับส่งข้อมูล โดยจอ LCD 16x2 ที่มีการส่งข้อมูลรูปแบบ I2C ที่ใช้ขาเพียง 4 ขาที่ใช้ในการเชื่อมต่อเท่านั้น ในการควบคุมหรือสั่งงานจอ LCD Controller ของจอนี้เป็น Hitachi เบอร์ HD44780 และขาในการเชื่อมต่อระหว่าง LCD กับ Arduino มีดังนี้

1. GND เป็นกราวด์ใช้ต่อระหว่าง Ground ของ Arduino กับ LCD
2. V<sub>CC</sub> เป็นไฟเลี้ยงวงจรที่ป้อนให้กับ LCD ขนาด +5V DC
3. V<sub>O</sub> ใช้ปรับความสว่างของหน้าจอ LCD
4. RS ใช้บอกให้ LCD Controller ทราบว่า Code ที่ส่งมาจากขา Data เป็นคำสั่งหรือข้อมูล
5. RW ใช้กำหนดว่าจะอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ LCD Controller
6. E เป็นขา Enable หรือ Chips Select เพื่อกำหนดการทำงานให้กับ LCD Controller
7. DB0-DB7 เป็นขาสัญญาณ Data ใช้สำหรับเขียนหรืออ่านข้อมูลหรือคำสั่งกับ LCD Controller

วิธีการสั่งงานจะแตกต่างกันไปโดย LCD Controller สามารถรับรหัสคำสั่งจาก Arduino ได้จากสัญญาณ RS, RW และ DB0-DB7 ในขณะที่สัญญาณ E มีค่า Logic เป็น “1” ซึ่งสัญญาณเหล่านี้จะใช้ร่วมกันเพื่อกำหนดเป็นรหัสคำสั่งสำหรับสั่งงาน LCD โดยหน้าที่ของแต่ละสัญญาณสรุปได้ดังนี้

1. E เป็นสัญญาณ Enable เมื่อมีค่าเป็น “1” เป็นการบอกให้ LCD ทราบว่าอุปกรณ์ภายนอกต้องการติดต่ออ่านหรือเขียนข้อมูล “0” ให้ LCD ไม่สนใจสัญญาณ RS RW และ DB7-DB0
2. RS เป็นสัญญาณสำหรับกำหนดให้ LCD ทราบว่าอุปกรณ์ภายนอกต้องการติดต่อกับ LCD ในขณะนั้นเป็นรหัสคำสั่งหรือข้อมูล
3. RW เป็นสัญญาณสำหรับบอกให้ LCD ทราบว่าอุปกรณ์ภายนอกต้องการอ่านหรือเขียนกับ LCD โดย RW = “0” หมายถึง เขียน และ RW = “1” หมายถึง อ่าน
4. DB0-DB7 เป็นสัญญาณแบบ 2 ทิศทาง โดยจะสัมพันธ์กับสัญญาณ RW ใช้สำหรับรับคำสั่งและข้อมูลระหว่าง LCD กับอุปกรณ์ภายนอก โดยถ้า RW = “0” สัญญาณ DB7-DB0 จะส่งจากอุปกรณ์ภายนอกมาที่ LCD แต่ถ้า RW = “1” สัญญาณ DB7-DB0 จะส่งจาก LCD ไปยังอุปกรณ์ภายนอก



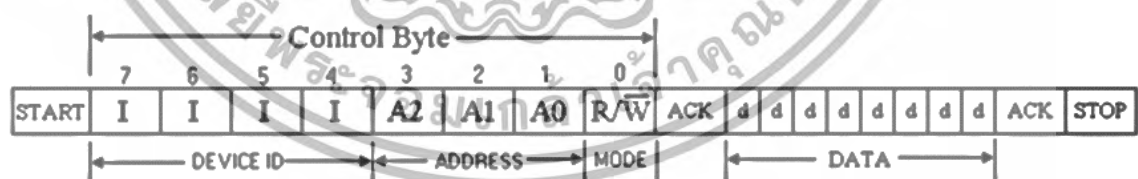
ภาพที่ 6.6 ขาที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ Arduino UNO R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อสัญญาณขาข้อมูลระหว่าง Arduino กับ LCD Controller สามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ การเชื่อมต่อแบบ 8 บิต (DB0-DB7) และการเชื่อมต่อแบบ 4 บิต (DB4-DB7) ทั้งสองแบบแตกต่างกันเพียงจำนวนขาที่ใช้คือ 8 หรือ 4 ขา และยังสามารถทำงานได้เหมือนกัน อย่างไรก็ตามในการส่งข้อมูลแบบ 4 ขา ผลย่อมทำได้ช้ากว่า 8 ขา แต่ไม่ได้ช้ามากจนสังเกตได้ด้วยสายตาในการต่อกับ Arduino นั้นจึงนิยมต่อเพียง 4 ขาหรือ 4 บิตเท่านั้น เพื่อเป็นการประหยัดขาในการต่อใช้งานไปไว้ต่อกับอุปกรณ์อื่น ตัวอย่างเช่น Arduino UNO R3 นั้นมีขาให้ใช้งานค่อนข้างน้อยดังแสดงในภาพที่ 2.6 ซึ่งการเชื่อมต่อกันระหว่างขาของ Arduino UNO R3 และขาของจอ LCD 16x2 ดังตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 การเชื่อมต่อกันระหว่างขาของ Arduino UNO R3 และ ขาของจอ LCD 16x2

VR 10 k $\Omega$	LCD	Arduino
GND	VSS/GND	Ground
VCC	VDD	5 VDC
Signal	VO/VEE	-
-	RS	Digital Pin 12
-	RW	Ground (เพราะเราต้องการเขียน)
-	E/EN	Digital Pin 11
-	DB4	Digital Pin 4
-	DB5	Digital Pin 5
-	DB6	Digital Pin 6
-	DB7	Digital Pin 7
-	A	5 VDC
-	K	Ground



ภาพที่ 6.7 การรับ-ส่งข้อมูล แบบ I2C BUS

ลำดับขั้นตอนการรับ-ส่งข้อมูลแบบ I2C BUS ดังแสดงในภาพที่ 6.7 มีดังนี้

1. MCU จะทำการส่งสถานะเริ่มต้น (START) เพื่อแสดงการขอใช้บัส
2. แล้วตามด้วยรหัสควบคุม (Control Byte) ซึ่งประกอบด้วยรหัสประจำตัวอุปกรณ์ Device ID, Device Address และ Mode ในการเขียนหรืออ่านข้อมูล
3. เมื่ออุปกรณ์รับทราบว่า MCU ต้องการจะติดต่อด้วย ก็จะต้องส่งสถานะแสดงว่ารับรู้ (acknowledge) หรือแจ้งให้ MCU รับรู้ว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP) เพื่อบอกว่าสิ้นสุดการใช้บัสแล้ว

#### 6.4 Rapitest รุ่น 1880 (Rapidtest 4 way Soil Tester model 1880)



ภาพที่ 6.8 ลักษณะของเครื่องวัดธาตุ NPK โดยรวม รุ่น Rapitest 1880

เครื่องวัดดิน Rapitest 4in1 รุ่น 1880 ดังแสดงในภาพที่ 6.7 ใช้ตรวจดิน โดยวัดจากปริมาณปุ๋ย NPK โดยรวมในดิน สภาพกรดต่างของดิน ความชื้นดิน และปริมาณแสงที่ได้รับ สำหรับการปลูกพืชผักทุกประเภท ไม้ดอก ไม้พุ่ม ใช้ทดสอบเงื่อนไขการเจริญเติบโตของพืชให้เหมาะสมในภาพรวมได้ไม่ยากโดยเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับสภาพที่พืชผักต้องการ ซึ่งคุณสมบัติของเครื่อง Rapitest 1880 มีแสดงไว้ตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 คุณสมบัติของเครื่อง Rapitest 1880

Specifications			
ชื่อธาตุ	Too Little (น้อยเกินไป)	Ideal Range (เหมาะสม)	Too Much (มากเกินไป)
ไนโตรเจน	50 ppm	50 ถึง 200 ppm	200 ppm ขึ้นไป
ฟอสฟอรัส	4 ppm	4 ถึง 14 ppm	14 ppm ขึ้นไป
โพแทสเซียม	50 ppm	50 ถึง 200 ppm	200 ppm ขึ้นไป
pH : 0 to 9 pH			
Moisture : 1-4			
Light : 1000-10000 Fc/hr			
Probes :	3 probes 3.8 inch in length		

โดยความสามารถของเครื่อง Rapitest 1880 สรุปได้ดังนี้

1. สามารถบอกระดับความเข้มแสงที่พืชได้รับ
2. สามารถบอกระดับความชื้นดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สามารถบอกความสมบูรณ์ของดิน ซึ่งเป็นค่าโดยรวมของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามค่ามาตรฐานของ USDS
4. สามารถบอกระดับความเป็นกรดต่าง (pH) ของดิน
5. เพื่อปรับพีชหรือดินให้มีความเหมาะสมกัน
6. มีตารางระดับความชื้นที่เหมาะสมกับพืชกว่า 100 ชนิด (พืชผักของอเมริกาดูเป็นแนวทางได้ แต่อาจต้องปรับให้เหมาะกับบ้านเรา)
7. ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่

### 6.5 Rapitest รุ่น 1835 (Rapitest 3-way digital analyzer รุ่น 1835)



ภาพที่ 6.9 ลักษณะของเครื่องวัดธาตุ NPK โดยรวม รุ่น Rapitest 1835

เครื่องมือสำหรับวัดคุณภาพของดินดังแสดงในภาพที่ 6.8 สามารถใช้วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ผลรวม NPK ในดิน และอุณหภูมิของดิน ใช้ตรวจสอบสถานะของแปลงปลูกทั้งกลางแจ้งหรือในโรงเรือน เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนเตรียมและปรับสภาพดินก่อนปลูกพืชหรือปรับปรุงสถานะต่างๆ ให้เหมาะสมกับชนิดของพืชที่ปลูกหรือวางแผนจะปลูก เหมาะกับเกษตรกรสมัยใหม่และบุคคลทั่วไปที่รักการปลูกต้นไม้เป็นงานอดิเรก ซึ่งมีวิธีการใช้งานเครื่องวัด ดังนี้

1. ขุดหน้าดินบริเวณที่ต้องการตรวจสอบออก 2 นิ้ว ขุดดินลึกลงไป 5 นิ้ว และกะเทาะให้ดินเป็นชั้นเล็กๆละเอียดให้มากที่สุดนำเศษหิน เศษใบไม้ กิ่งไม้ที่ทับถมอยู่ออก เพราะมันมีผลต่อการทดสอบ ตรวจสอบตัวอย่างดินที่ต้องการทดสอบลงในแก้วหรือภาชนะที่สะอาดแล้วใส่ตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ลงไป รดน้ำลงในดินให้ทั่ว คนให้ดินและน้ำเข้ากันจนเป็นโคลนขึ้น

2. ใช้แผ่นใยขัดแห้งตรวจค่า ให้สะอาดเป็นเงา ระวังหลีกเลี่ยงส่วนปลายของขามิเตอร์ ขัดคราบ Oxide ที่อาจจะเกาะที่ผิวหน้าของโลหะออก ใช้สำลีก้อนหรือกระดาษทิชชูเช็ดตั้งแต่หัวอ่านจนสุดที่มีมือจับ

3. ปรับปุ่มขึ้นลงด้านข้างเพื่อเลือกค่าที่ต้องการวัด เสียบแท่งตรวจค่าลงไปตรง ๆ ในตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ให้ลึก 2.5 ถึง 3 นิ้ว ถ้าเสียบลงไปไม่สิ้นไหล ให้ย้ายตำแหน่งเสียบใหม่ อย่าใช้แรงกดแท่งอ่านค่า หมุนแท่งอ่านค่าตามเข็มนาฬิกาและตรงข้ามเข็มนาฬิกาด้วยปลายนิ้วหลายๆ ครั้ง ให้แน่ใจว่าดินเปียกกระจายเกาะที่ผิวหน้าแท่งอ่านค่าจนทั่ว

4. รอประมาณ 60 วินาที สำหรับวัดค่า pH และ 10 วินาที สำหรับค่า Fertility อ่านค่าที่วัดได้ที่หน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าค่าเริ่มต้นของมิเตอร์เท่ากับ 7 pH หรือสูงกว่า : ให้ใช้ดินออกจากถังวัดค่าให้หมดและ  
 ชัดถังวัดค่าให้สะอาดจนเป็นเงาและเสียบถังวัดค่าลงในดินตรงตำแหน่งใหม่ อย่าเสียบลงใน  
 ตำแหน่งเดิม หมุนถังวัดค่า 2-3 ครั้งด้วยปลายนิ้วและรอประมาณ 30 วินาที ก่อนการอ่านค่า  
 สุดท้าย

ถ้าค่าเริ่มต้นของมิเตอร์ต่ำกว่า 7 pH : ให้ใช้ดินออกจากถังวัดค่าให้หมด ไม่ต้องชัดถังวัด  
 ค่าให้สะอาดจนเป็นเงา เสียบถังวัดค่าลงในดินตรงตำแหน่งใหม่ อย่าเสียบลงในตำแหน่งเดิม หมุน  
 ถังวัดค่า 2-3 ครั้ง ด้วยปลายนิ้วและรอประมาณ 60 วินาที ก่อนการอ่านค่าสุดท้าย โดยปริมาณของ  
 ธาตุ NPK ในช่วงต่าง ๆ ของเครื่องวัดธาตุ NPK โดยรวม Rapitest รุ่น 1835 ดังตารางที่ 6.5 ซึ่ง  
 ppm คือ จำนวนหนึ่งในล้านส่วน โดยค่ามาตรฐานของ Fertility ที่เครื่องได้คาร์เบรทไว้ คือ

1. ช่วง 0-2 (Too little) หมายถึง มีปริมาณสารอาหารไม่เพียงพอที่พืชจะนำไปใช้ได้และ  
 อาจแสดงว่าในดินมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่ำ
2. ช่วง 3-7 (Ideal) หมายถึง มีปริมาณสารอาหารในดินที่พอเพียง อยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสม
3. ช่วง 8-9 (Too much) หมายถึง มีปริมาณสารอาหารในดินสูงมากเกินไป ซึ่งอาจจะ  
 หมายถึงมีปริมาณปุ๋ยเคมีที่มากเกินไปหรืออาจมีปัญหาจากดินเค็ม อาจทำให้เกิดปัญหารากไหม้ ใบ  
 ไหม้และจุลินทรีย์ในดินตายได้

ตารางที่ 6.5 ปริมาณของธาตุ NPK ที่วัดได้ของเครื่อง Rapitest รุ่น 1835

ชื่อธาตุ	Too Little (น้อยเกินไป)	Ideal Range (เหมาะสม)	Too Much (มากเกินไป)
ไนโตรเจน	50 ppm	50 ถึง 200 ppm	200 ppm ขึ้นไป
ฟอสฟอรัส	4 ppm	4 ถึง 14 ppm	14 ppm ขึ้นไป
โพแทสเซียม	50 ppm	50 ถึง 200 ppm	200 ppm ขึ้นไป

วิธีการดูแลรักษาของเครื่อง Rapitest รุ่น 1835 มีดังนี้

1. อย่าทิ้งถังวัดค่าในดินนานเกินความจำเป็น เพราะถังวัดโลหะอาจเสียได้
2. ให้แน่ใจว่าทำความสะอาดถังวัดค่าสะอาดและแห้งดีแล้วก่อนเก็บ เพราะอาจทำ  
 ให้ เกิดคราบ Oxidation ที่ผิวหน้าเหล็กได้
3. เก็บมิเตอร์ให้พ้นจากวัตถุประเภทโลหะ

ข้อผิดพลาดในการวัดการอ่านค่าคลาดเคลื่อน อาจเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

1. ขาอ่านค่าสัมผัสกับหิน หรือวัตถุอินทรีย์ เช่น เศษใบไม้ กิ่งไม้
2. ดินไม่แน่นพอ ทำให้ดินสัมผัสผิวถังอ่านค่าไม่ทั่ว
3. เศษดินติดแน่นที่ถังวัดโลหะ
4. ดินตัวอย่างไม่จับแน่นที่ถังวัดเพียงพอ
5. เสียบถังวัดค่าใกล้ด้านข้างและก้นกระถางมากเกินไป
6. มีแท่งปุ๋ยหรือปุ๋ยเม็ดที่ถังอ่านค่า
7. เมื่อเปิดเครื่องเพื่อวัดค่า pH ค่าเริ่มต้นควรอยู่ที่ 7 pH ซึ่งเป็นค่ากลาง

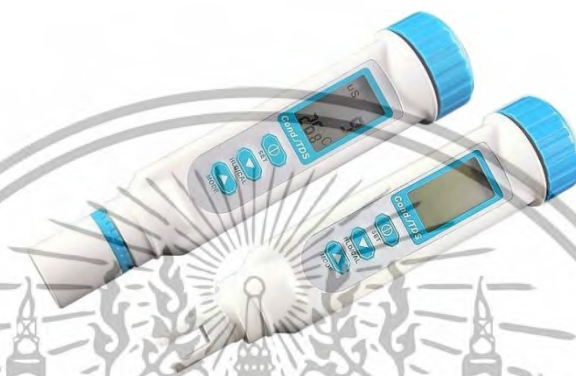
ถ้ามิเตอร์ตอบสนองช้าหรือไม่ตอบสนอง ให้ตรวจสอบดังต่อไปนี้

1. ถังวัดค่าต้องการทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พื้นที่ตัวอย่างแห้งเกินไป
  3. แ่งวัดค่าเสียหายหรือเป็นหลุม ทะลุ
- ถ้ามีเตอร์อ่านค่าเป็นกรดจัด (เฉพาะไม้กระถาง) มีวิธีแก้ไขดังนี้
1. ใส่อาหารมากเกินไป
  2. มีแ่งปุ๋ยหรือปุ๋ยเม็ดใกล้แ่งอ่านค่าอยู่เป็นจำนวนมาก

## 6.6 เครื่องวัดความเค็มในดิน รุ่น 836-1



ภาพที่ 6.10 ลักษณะของมิเตอร์ 3 in 1 รุ่น 836-1

เครื่องวัดความเค็มในดิน รุ่น 836-1 เป็นเครื่องมือวัดที่สามารถวัดได้ 3 ค่าในเครื่องเดียว ได้แก่ ค่าความเค็มของดิน (ค่า EC) ค่า TDS และค่า Temperature ดังแสดงในภาพที่ 6.9 ใช้วัดความเค็มในดิน คุณภาพน้ำชลประทานและคุณภาพน้ำในการเลี้ยงสัตว์ได้ภายในเครื่องเดียวกัน ค่า EC ในดินจะเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชผัก พืชไร่และไม้ผลทุกประเภท ความเค็มจะทำให้พืชผักตายได้เนื่องจากพืชจะสามารถดูดน้ำในดินไปใช้ได้น้อยลง พืชจะเหลืองและแห้งตาย นอกจากนั้น ปริมาณของเกลือที่มากเกินไปจะเป็นพิษต่อพืช ทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร ทำให้โตช้า ผลผลิตต่ำ ความเค็มในแต่ละระดับจะเหมาะกับพืชผัก พืชไร่และพืชสวน ในแต่ละประเภท โดยวิธีการวัดความเค็มของดินแบบง่ายกระทำได้นำดินมาทำเป็นสารแขวนลอย โดยเติมน้ำกลั่นลงไปอัตราส่วนดินต่อน้ำกลั่น เท่ากับ 1 ต่อ 5 หรือโดยการชั่งดิน 10 กรัม ใส่ในปิกรเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร คนดินให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้เวลาน 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง EC มิเตอร์ ซึ่งปริมาณค่าความเค็มที่มีผลต่อพืช ดังแสดงในตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.6 ปริมาณค่าความเค็มที่มีผลต่อพืช

ค่า EC (mS/cm)	ระดับความเค็ม	อิทธิพลต่อพืช
< 12	ไม่เค็ม	ไม่มีอิทธิพลต่อพืช
2 to 4	เค็มเล็กน้อย	มีผลต่อพืชไม่ทนเค็ม
4 to 8	เค็มปานกลาง	มีผลต่อพืชหลายชนิด
8 to 16	เค็มมาก	พืชทนเค็มเท่านั้นที่เจริญได้
> 16	เค็มจัดมาก	พืชทนเค็มน้อยชนิดที่เจริญได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อยู่ภายใต้การคุ้มครองลิขสิทธิ์ การคัดลอกหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับปรุงดินเค็ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีความเค็มในระดับเค็มจัดนั้น จะต้องมีการลงทุนเพื่อดำเนินการสูงมาก วิธีการหนึ่งที่น่าจะได้ผลประหยัด คຸ່ມค่าและเกษตรกรสามารถจัดการด้วยตัวเองได้ในพื้นที่ดินเค็ม คือ วิธีเลือกพืชทนเค็มบางชนิดที่เหมาะสม สำหรับปลูกในพื้นที่ดินเค็มที่มีระดับความเค็มต่าง ๆ กัน ดินที่มีระดับความเค็มไม่มากจนเกินไปนั้น ก็สามารถปลูกพืชบางชนิดได้

โครงสร้างของเครื่องวัดความเค็มในดิน รุ่น 836-1 มีดังนี้

1. หน่วยการวัด: uS/cm, mS/cm, ppm, ppt, °C, °F
2. วัดได้ค่าความเค็มดิน (EC) และคุณภาพน้ำชลประทาน (TDS) ภายในเครื่องเดียว
3. ป้องกันน้ำและฝุ่นได้ 100%
4. °C/°F unit switchable
5. วัดค่าและสอบเทียบเครื่องได้อย่างรวดเร็ว ง่ายตายเพียงสัมผัสปุ่มเพียงปุ่มเดียว
6. เปลี่ยนแบตเตอรี่ง่ายตาย ใช้แบตเตอรี่รุ่น LR44 4 อัน
7. ขนาดเท่าปากกา พกพาสะดวก

ลักษณะเฉพาะของเครื่องวัดความเค็มในดิน รุ่น 836-1 มีดังนี้

1. ช่วงค่าการวัดความเค็มในดิน โดยจะอยู่ในช่วง 0~1999 uS/cm หรือ 0~19.99 mS/cm
2. ช่วงค่าการวัดคุณภาพน้ำ อยู่ในช่วง 0~1999 ppm หรือ 0~19.99 ppt
3. ความละเอียด : 1 uS / 1ppm or 0.01mS / 0.01ppt
4. ความแม่นยำ : +/-1% Full Scale + 1 digit
5. Calibration standard range: (0.2~1)\* full scale
6. อุณหภูมิภายในการทำงาน : 0~50°C (32°F~122°F)
7. ปรับค่าตามอุณหภูมิอัตโนมัติ (ATC) : 0~50°C
8. TDS Factor: 0.4~1.00
9. Temperature coefficient: 0~4.0% per °C
10. Normalization temperature: 20°C or 25°C
11. แบตเตอรี่ : 4 x 1.5V batteries (Type A76 or LR44)
12. สอบเทียบ : 2 จุด (Calibration range is +/-40% of factory default parameter)
13. ระบบปิดอัตโนมัติ
14. อายุแบตเตอรี่ : มากกว่า 80 ชั่วโมงเมื่อใช้อย่างต่อเนื่อง
15. ขนาด : 165 x 35 x 32 มม.

## 6.7 การวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุ

ในหัวข้อย่อจะกล่าวถึงการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุ (organic carbon และ organic matter) เพื่อหาปริมาณธาตุ N จากเปอร์เซ็นต์ของ organic matter

คาร์บอนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอินทรีย์วัตถุ (ประมาณ 48-58%) ดังนั้น การวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุจึงนิยมใช้วิธีวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน (organic carbon) แล้วคูณกับค่า factor ซึ่งแต่เดิมนั้นนิยมใช้ค่า 1.724 (Van Bemmelen factor) โดยถือหลักที่ว่าอินทรีย์วัตถุประกอบด้วย organic carbon ประมาณ 58% อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมามีพบว่าสัดส่วนของคาร์บอนในอินทรีย์วัตถุผันแปรมากในดินแต่ละชนิด ดังนั้นการเลือกค่า constant factor ที่ตีค่าใดค่าหนึ่งจึงทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ยาก จากการศึกษาในภายหลังพบว่า ค่า constant factor ที่ใช้สำหรับดินบนควรเป็น 1.9 และดินล่างควรเป็น 2.5 ซึ่งจะแสดงได้ว่าค่า constant factor นั้นนอกจากจะผันแปรในดินแต่ละชนิดแล้ว ยังแตกต่างกันระหว่างชั้นของดินด้วย จึงมีการเสนอว่าควรจะรายงานค่าวิเคราะห์ในรูปของอินทรีย์คาร์บอนมากกว่าในรูปของอินทรีย์วัตถุ

การวิเคราะห์หา organic carbon ทำได้ดังนี้

1. วิเคราะห์หา total C ในดิน และ inorganic carbon แล้วหักค่าทั้ง 2 ออกจากกัน
2. วิเคราะห์ total C ภายหลังจากกำจัดหรือทำลาย inorganic carbon ในดิน
3. ใช้  $\text{Cr}_2\text{O}_7$  เป็นตัว oxidize คาร์บอนให้เป็น  $\text{CO}_2$  แล้วจึงวิเคราะห์  $\text{Cr}_2\text{O}_7$  ที่เหลือ โดยวิธี oxidation reduction กับ  $\text{Fe}^{+2}$  หรือโดยวิธี colorimetric

โดยในดินที่เป็น noncalcareous หรือดินที่ไม่ได้ใส่ปูนมานานค่าวิเคราะห์ total C สามารถใช้แทนค่า organic carbon ได้ สำหรับในดิน calcareous หรือดินที่เพิ่งใส่ปูนไม่นานค่า organic C จะเท่ากับ total C - inorganic C ซึ่งการวิเคราะห์หา total C สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. Dry combustion : เผาอินทรีย์วัตถุตั้งแต่  $650-1000^\circ\text{C}$  (แล้วแต่วิธีที่ใช้) จนคาร์บอนเปลี่ยนเป็น  $\text{CO}_2$  แล้ววัดปริมาณ  $\text{CO}_2$  ที่เกิดขึ้น
2. Wet combustion : ใช้  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  เป็น oxidizing agent

การวิเคราะห์ organic carbon โดยวิธี rapid dichromate oxidation เป็นวิธีที่นิยมใช้กันแพร่หลาย เพราะสะดวกและรวดเร็วและไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ แต่ค่าที่ได้ไม่ค่อยแม่นยำ ถือเป็นค่าโดยประมาณเท่านั้น อย่างไรก็ตามค่าที่ได้นี้ก็มีประโยชน์และใช้ได้ดีกับงานสำรวจและงานวิเคราะห์ดินเพื่อใช้ในการเกษตรทั่วไป แต่วิธีนี้อาจมีปัญหา interference จาก  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  และ  $\text{MnO}_2$

Indicator ที่ใช้ในการไตเตรต  $\text{Cr}_2\text{O}_7$  กับ  $\text{Fe}^{+2}$  มีหลายชนิดดังนี้

1. Diphenylamine : เป็น indicator ตัวแรกที่ใช้และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายการเติม  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , NaF หรือ HF ก่อนการไตเตรตจะทำให้ end point ชัดเจนขึ้น
2. Barium diphenylamine sulfonate : เมื่อใช้ร่วมกับ  $\text{H}_3\text{PO}_4$  พบว่าทำให้ประสิทธิภาพดีกว่าและ stable กว่า diphenylamine
3. O-phenanthroline : อาจใช้เดี่ยวๆ หรือร่วมกับ  $\text{H}_3\text{PO}_4$  จุดที่เปลี่ยนสีของ O-phenanthro-line นี้จะเกิดที่ oxidation-reduction potential สูงกว่า diphenylamine แต่มีปัญหา คือ สีของมันมักถูกดูดซับ (absorb) โดยอนุภาคดินทำให้มองเห็น end point ไม่ชัดเจน ดังนั้น จึงนิยมกรองสารละลายก่อนไตเตรต
4. N-phenylanthranilic acid : ให้ end point ชัดเจนมาก ปัจจุบันมีผู้นิยมใช้กันมากขึ้น

**การวิเคราะห์ organic carbon โดยวิธี Walkley and black**

เทคนิคนี้เป็นวิธีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยสารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1. Potassium dichromate ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 1 normal: ละลาย  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  จำนวน 49.04 กรัม (อบแห้งที่อุณหภูมิ  $105^\circ\text{C}$ ) ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
2. Sulfuric acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) เข้มข้น (ไม่ต่ำกว่า 96%): ในกรณีที่ดินมี  $\text{Cl}^-$  สูงให้เติม  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  ในอัตราส่วน 15 กรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Phosphoric acid ( $H_3PO_4$ ) เข้มข้น: Option

4. O-phenanthroline – ferrous complex Indicator 0.025 M: ละลาย O – phenanthro-line monohydrate 1.48 กรัม และ ferrous sulfate heptahydrate ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 0.7 กรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร

5. Ferrous sulfate heptahydrate ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 0.5 normal: โดยละลายสารนี้จำนวน 140 กรัม ในน้ำ 500 มิลลิลิตร เติม  $H_2SO_4$  เข้มข้น 15 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น (อาจใช้  $Fe(NH_4)(SO_4) \cdot 6H_2O$  จำนวน 196.1 กรัม แทน  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  ก็ได้)

วิธีการทดลองมีดังนี้

1. บดดินให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มม.
  2. ชั่งดินตัวอย่างด้วย analytical balance จำนวน 0.5-2 กรัม (หรือชั่งดินจำนวนเท่ากับที่มีคาร์บอน 10-25 มิลลิกรัม) ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
  3. เติม  $K_2Cr_2O_7$  1 normal จำนวน 5 มิลลิลิตร โดยใช้ pipet แก้ว flask เบาๆ ให้ดินผสมกับสารละลาย
  4. เติมกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้นจำนวน 10 มิลลิลิตร โดยเร็วให้กรดผสมกับ soil suspension โดยตรงแก้ว flask ไปรอบๆ เบาๆ จนดินและสารละลายผสมกันดี หลังจากนั้นเขย่าแรงขึ้นเป็นเวลา 1 นาที
  5. ตั้ง flask ไว้ให้ทำปฏิกิริยา 30 นาที
  6. เติมน้ำ 15-20 มิลลิลิตร และหยด O-phenanthroline indicator 3-5 หยด
  7. Titrate soil suspension กับ 0.5 normal  $FeSO_4$  เมื่อใกล้ถึง end point สารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเขียวเข้ม ที่จุดนี้ค่อยๆ เติม  $FeSO_4$  ลงไปช้าๆ จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวอมน้ำเงินเป็นสีแดง (ควรดูสีในบริเวณที่สว่างและใช้ background สีขาว เพื่อจะให้เห็นสีชัดเจนยิ่งขึ้น) ถ้า end point ที่ได้ไม่ชัดเจนควรกรองสารละลายก่อนการไทเทรต
  8. ทำ blank (ไม่ใช่ตัวอย่างดิน) โดยวิธีเดียวกัน เพื่อเป็นตัว standardize  $K_2Cr_2O_7$  และเป็นตัวเปรียบเทียบปริมาณ  $K_2Cr_2O_7$  ที่ถูก reduced โดยดินตัวอย่าง
  9. ในกรณีที่พบว่า สารละลาย  $K_2Cr_2O_7$  ที่ถูกใช้ถูก reduced โดยตัวอย่างดินมากกว่า 75% ให้ทำการวิเคราะห์ใหม่โดยลดปริมาณดินลง
- สูตรที่ใช้ในการคำนวณหา %organic carbon สามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 2.9 จากนั้นนำค่า %organic carbon ที่ทำได้เข้าสมการที่ 2.10 เพื่อหาค่า %organic matter

$$\%organic\ carbon = \frac{(Blank - Sample) \times N(FeSO_4) \times 0.003 \times 100 \times 1.33}{Weight(g)}$$

(2.9)

โดย 0.003 คือ milliequivalent weight ของ C ที่ถูก oxidized

1.33 คือ ค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยคิดค่าเฉลี่ย % recovery ของคาร์บอนในดินมีค่าประมาณเท่ากับ 75%

Weight คือ น้ำหนักของตัวอย่างดิน (มีหน่วยเป็นกรัม)

Blank คือ ค่าปริมาณของ  $FeSO_4$  ที่ไทเทรตในตัวอย่างที่ไม่ใส่ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sample คือ ค่าปริมาณของ  $\text{FeSO}_4$  ที่ไตเตรตในตัวอย่งที่ทำการทดลอง

$$\% \text{organic matter} = 1.724 \times \% \text{organic carbon} \quad (2.10)$$

โดย %organic matter ในสมการที่ 2.10 นั้นจะพิจารณาปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในดิน ประมาณอยู่ 2.5%

### 6.8 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available phosphorous)

ฟอสฟอรัสในดินส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยากับ divalent และ trivalent cations เช่น Ca, Mg, Fe, Al และตกตะกอนอยู่ในสภาพที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายดิน ซึ่งเป็นส่วนที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้มีน้อยมาก ฟอสฟอรัสในสารละลายดินนี้จะอยู่ในสภาพสมดุลกับฟอสฟอรัสในรูปของแข็งและฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงในรูปฟอสเฟต การที่ฟอสฟอรัสจะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในสารละลายดินมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและรูปฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงไว้

การที่ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสถูกควบคุมโดยปัจจัยหลายอย่าง จึงได้มีความพยายามที่จะหาสารเคมีเพื่อนำมาสกัดเอาฟอสฟอรัสส่วนที่พืชจะสามารถดูดไปใช้ออกมา แต่เนื่องจากฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินมีหลายรูป ค่าที่ได้จากการสกัดโดยใช้สารเคมีต่างชนิดกันจึงมีผลต่างกัน และเพื่อให้มั่นใจว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้นี้ พืชสามารถนำไปใช้ได้จริง จึงต้องนำค่าที่ได้นี้ไปหาค่าสหสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต การดูดฟอสฟอรัส (uptake) และผลผลิตของพืชเสียก่อน หลังจากนั้น จึงสามารถนำค่าที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยแก่พืช การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินประกอบด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

1. การสกัดเพื่อให้ P ละลายออกมาอยู่ในสารละลายดิน

2. การวิเคราะห์หาปริมาณ P ในสารละลายที่ได้จากการสกัด

การสกัดเพื่อให้ P ละลายออกมาอยู่ในสารละลายดินสามารถกระทำดังนี้

1. รูปของฟอสฟอรัสที่ถูกสกัดด้วยไอออนในน้ำยาสกัด (extractant)

ไอออนที่ใช้ในการสกัดฟอสฟอรัสมีหลายชนิด ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  และ  $\text{SO}_4$  ซึ่งใช้กันค่อนข้างแพร่หลาย

1.1 Hydrogen ions จะทำให้ฟอสฟอรัสในรูป Ca-P ทั้งหมดรวมทั้ง basic Ca-P เช่น hydroxy-apatite ละลายได้มากขึ้น นอกจากนั้น  $\text{H}^+$  ยังสกัด Al-P และ Fe-P ได้ด้วย โดยอัตราการละลายของ Al-P จะช้ากว่า hydroxyapatite ส่วน Fe-P ละลายช้ามาก ในดินที่มี Ca-P, Al-P และ Fe-P ความสามารถของ  $\text{H}^+$  ในการสกัด  $\text{Ca} > \text{Al} > \text{Fe}$

1.2 Hydroxide ions ละลาย Fe-P และ Al-P ได้ดีแต่สกัด basic Ca-P ได้น้อยมาก นอกจากนั้น  $\text{OH}^-$  ยังทำปฏิกิริยากับอินทรีย์วัตถุทำให้อินทรีย์ฟอสฟอรัสบางส่วนถูกปลดปล่อยออกมา จึงไม่นิยมใช้ในดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง

1.3 Fluoride ions จะตกตะกอนกับ soluble Ca เป็น  $\text{CaF}_2$  ดังนั้น จึงสกัด Ca-P ที่ละลายได้ดี เช่น  $\text{CaHPO}_4$  ออกจากดินได้มาก นอกจากนั้น fluoride ยังทำปฏิกิริยา complex กับ Al ทำให้ฟอสเฟตที่ทำปฏิกิริยากับ Al ถูกปลดปล่อยออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 Bicarbonate ions จะตกตะกอนกับ Ca เป็น  $\text{CaCO}_3$  ทำให้มี Ca ในสารละลายดินน้อยลง จึงสกัด Ca-P ออกมาได้มากขึ้น นอกจากนั้น  $\text{HCO}_3^-$  ยังสกัด Al-bound phosphate โดยเข้าแทนที่ Al และ Al จะตกตะกอนกับ  $\text{OH}^-$  แต่  $\text{HCO}_3^-$  ไม่สามารถสกัด basic Ca-P และ Al-P หรือ Fe-P ที่มี oxide เคลือบอยู่ โดยทั่วไปแล้ว  $\text{HCO}_3^-$  และ  $\text{F}^-$  จะสกัดสารประกอบชนิดเดียวกัน แต่ปฏิกิริยาที่เกิดจาก  $\text{F}^-$  จะรุนแรงกว่าและ  $\text{F}^-$  สามารถสกัดส่วนประกอบบางชนิดที่  $\text{HCO}_3^-$  ไม่สามารถสกัดได้

1.5 Acetate ions สามารถทำปฏิกิริยากับ polyvalent metal cations ในดิน เกิดเป็นสารประกอบ complexes ที่ไม่ค่อยแข็งแรง เมื่อไม่มี H ions ความสามารถในการสกัด P ของ acetate จะน้อย การใช้ acetate มีจุดประสงค์สำคัญในการป้องกันไม่ให้เกิด re-adsorption ของฟอสเฟตที่สกัดโดย ions อื่น

1.6 Sulfate ions ปฏิกิริยาของ  $\text{SO}_4$  คล้ายกับ acetate ดังนั้นจึงใช้ในการป้องกันการเกิด re-adsorption เช่นเดียวกับ acetate

## 2. สารละลายที่ใช้สกัดฟอสฟอรัส

สารละลายที่ใช้สกัดฟอสฟอรัสมีหลายกลุ่ม ดังนี้

2.1 สารละลายกรดแก่ (strong mineral acids)

2.2 สารละลาย buffer ของกรดอ่อน (buffered solutions of weak acids)

2.3 สารละลาย buffer ของด่าง (buffered solutions of weak bases)

2.4 สารละลายของเกลือที่เป็นกลาง (solution of neutral salts)

2.5 น้ำหรือกรดหรือเกลือเจือจาง (water or other dilute salts or acids)

2.6 สารละลายสกัดที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศไทยได้แก่ Bray I, Bray II และ Olsen

## 3. การสกัดฟอสฟอรัสในดินโดยสารละลาย Bray

เป็นวิธีสกัดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่นิยมใช้กันแพร่หลาย หลักการสำคัญ คือ ใช้กรด HCl ร่วมกับ  $\text{NH}_4\text{F}$  เป็นตัวสกัดฟอสฟอรัสที่ละลายได้ง่ายในกรดซึ่งได้แก่ แคลเซียมฟอสเฟต และบางส่วนของเหล็กและอลูมิเนียมฟอสเฟต  $\text{NH}_4\text{F}$  จะละลายเหล็กและอลูมิเนียมฟอสเฟตโดยทำปฏิกิริยากับ metal ions เกิดเป็น complex ion ในสารละลายที่เป็นกรด วิธีนี้ใช้ได้ดีกับดินกรด Smith et al. (1957) [5] พบว่าในดิน calcareous การใช้ดินต่อสารละลายกรดในอัตรา 1:50 จะดีกว่าอัตราส่วน 1:7 ที่ใช้ในวิธี Bray I มีฉะนั้นค่าที่ได้จากการสกัดโดยสารละลาย Bray I จะต่ำมาก เนื่องจาก  $\text{CaCO}_3$  ในดินทำปฏิกิริยา neutralization กับกรดอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นยังมีผลการทดลองอื่นๆ ที่แสดงให้เห็นว่า Ca จาก calcite อาจทำปฏิกิริยากับ fluoride เกิดเป็น  $\text{CaF}_2$  ซึ่งจะทำปฏิกิริยาทำให้เกิด immobilize ของฟอสฟอรัส (Simillie and Syers, 1972) [6] วิธี Bray ที่ใช้กันแพร่หลายมี 2 วิธี คือ

1. Bray I (0.025 normal HCl + 0.03 normal  $\text{NH}_4\text{F}$ ) อัตราส่วน 1:7 เวลาที่สกัด 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Bray II (0.1 normal HCl + 0.03 normal NH<sub>4</sub>F) อัตราส่วน 1:10 เวลาที่สกัด 1 นาที

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1. Bray I (0.025 normal HCl + 0.03 normal NH<sub>4</sub>F) : โดยใช้ NH<sub>4</sub>F 1.0 normal 15 มิลลิลิตร ผสมกับ 0.5 normal HCl 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2. Bray II (0.1 normal HCl + 0.03 normal NH<sub>4</sub>F) : โดยใช้ NH<sub>4</sub>F 1.0 N 15 มิลลิลิตร ผสมกับ 0.5 normal HCl 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 500 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

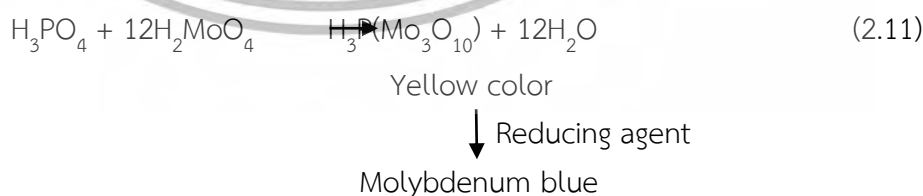
วิธีการสกัดมีดังนี้

ชั่งดิน 2.5 กรัม ใส่ extracting solution (Bray I ใช้ 17.5 มิลลิลิตร Bray II ใช้ 25 มิลลิลิตร) เขย่าทันทีด้วยมือเป็นเวลา 45 วินาที แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 เก็บสารละลายที่ได้ (aliquot) ไว้เพื่อวิเคราะห์ต่อไป ซึ่งในกรณีที่เขย่าด้วยเครื่องควรทำครั้งละไม่เกิน 6 flask เพราะการใส่ extracting solution แล้วตั้งทิ้งไว้จะทำให้ค่าที่ได้ผิดไป เนื่องจากมีการ absorption เข้าไปใหม่

หมายเหตุ : สัดส่วนของดิน : extracting solution และเวลาที่ใช้เขย่าอาจต่างกันในแต่ละห้องปฏิบัติการ เช่น 1:7, 1:10 และเวลาเขย่าอาจจะเป็น 45 วินาที 1 นาที หรือ 1-5 นาที เช่นดินกรด ดินทรายบางชนิด ในกรณีที่ดินมี fluoride สูง ให้เติม boric acid ไปลด interference ที่อาจเกิดขึ้นได้ในขบวนการ develop สี

#### 4. การวิเคราะห์หา P ในสารละลายที่ได้จากการสกัดดิน

การวิเคราะห์หา P ในสารละลายที่ได้จากการสกัดดิน นิยมใช้วิธี molybdenum blue ซึ่งเป็นวิธีที่ sensitive มาก ทำให้นิยมใช้กันแพร่หลายที่สุด หลักการของวิธี molybdenum blue คือ สารละลาย acid molybdate ทำปฏิกิริยากับ orthophosphate จะเกิดสารประกอบ phosphomolybdate complex และเมื่อ reduce สารประกอบนี้จะเกิดเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 2.11



สารประกอบที่ใช้เป็น reducing agent มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีผลต่อการเกิดสี ความเข้มของสี (intensity) และความคงทน (stability) ของสี การตอบสนองหรือทำปฏิกิริยากับ interfering substances ต่างกัน นอกจากนั้นยังต้องการเวลาในการ develop สีต่างกันด้วย reducing agent ที่นิยมใช้กันแพร่หลายได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Ascorbic acid : sensitivity ตั้งแต่ 0.2-2 ppm โดยต้องการ potassium antimony tritrate ( $\text{KSbO}_3 \cdot \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ) เป็น catalyst ใช้เวลาเกิดสี 10 นาที และ stable นาน 24 ชั่วโมง มีปัญหาเรื่อง interference น้อย จึงนิยมใช้กันแพร่หลาย

2. Stannous chloride : เป็น reducing agent ที่ sensitive ที่สุด (วัดความเข้มข้น 0.02 - 0.2 ppm) ใช้เวลา 5 นาที ในการเกิดสี แต่สีที่เกิด stable เพียง 20 นาที interference ได้แก่  $\text{Si} > 200 \text{ ppm}$ ,  $\text{Fe}^{++} > 100 \text{ ppm}$ ,  $\text{Fe}^{+3} > 2 \text{ ppm}$

3. Sulfonic acid : sensitivity 0.1-5 ppm ใช้เวลาในการเกิดสีเพียง 12 นาที แต่ stable เพียง 10 นาที จึงไม่นิยมใช้

ข้อควรระวังมีดังนี้

ในการ develop สีด้วยวิธี molybdenum blue นี้จะต้องควบคุมปริมาณกรดให้ดี เพราะถ้าความเป็นกรดอ่อนเกินไป molybdate เองจะทำให้เกิดสีถึงแม้ว่าจะไม่มีฟอสฟอรัส ซึ่ง Interference ที่สำคัญ ได้แก่ silicate และ arsenate เพราะจะให้สีใกล้เคียงกับฟอสเฟต ในสภาพธรรมชาติ arsenate มักไม่มีปัญหา ส่วน silicate แก้ไขโดยการปรับ pH ให้ต่ำลง ถ้ามี  $\text{Fe}^{+3}$  มากกว่า 10 ppm. จะทำให้ความเข้มของสีลดลง

การคำนวณหาปริมาณของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณของฟอสฟอรัส (P) ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 2.12

$$\text{ppm P} = \frac{\text{Conc.} \times \text{Bray II} \times \text{final vol}}{\text{Weight} \times \text{Aliquot}} \quad (2.12)$$

โดย Conc. คือ ค่าความเข้มข้น (Conc) ที่อ่านได้จากเครื่อง Spectrophotometer

ppm P คือ ค่าฟอสฟอรัสในล้านส่วน

Bray II คือ ปริมาณสารละลาย Bray II ที่ใช้ในการทดลอง

Weight คือ น้ำหนักของตัวอย่างดิน

Aliquot คือ ปริมาณดินตัวอย่างที่ได้จากการสกัด

Final vol คือ ปริมาณสารละลายที่เตรียมจะวัด

## 6.9 Exchangeable and Soluble Potassium

โพแทสเซียมในดินที่พืชดูดไปใช้ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูป exchangeable ซึ่งมีอยู่ในปริมาณน้อย คือ ตั้งแต่ <100 จนถึง 2,000 ppm หรือประมาณ 1% ของ total K ในดิน ส่วน water soluble K นั้น โดยทั่วไปแล้วจะมีปริมาณน้อยมาก ยกเว้นใน saline soil

Exchangeable K หมายถึง โพแทสเซียมที่เป็นอิสระและสามารถแลกเปลี่ยนกับ cation ของเกลือต่าง ๆ ที่ละลายไปในดิน ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินนี้ขึ้นกับธรรมชาติของ cation ที่จะเข้ามาแทนที่ ในทางปฏิบัติ exchangeable K หมายถึง ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ด้วย 1.0 normal  $\text{NH}_4\text{OAc}$  water soluble K ในดินพวก non saline ปริมาณ water soluble K

มีน้อยมากจึงอาจถือว่าเป็นปริมาณ K ที่สกัดได้ด้วย  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 normal คือปริมาณ exchangeable K เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในดินพวก saline ควรจะวิเคราะห์ water soluble K ใน saturated extract แล้วนำค่าที่ได้มาหักลบออกจากปริมาณที่สกัดได้ด้วย  $\text{NH}_4\text{OAc}$

### Availability Indices

ค่าวิเคราะห์ K ที่นิยมใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมในดิน (availability indices) ส่วนใหญ่นิยมใช้ค่าผลรวมของ exchangeable รวมกับ water soluble K เช่น การสกัดดินด้วย 1.0 normal  $\text{NH}_4\text{OAc}$  pH 7.0

### วิธีสกัดดินด้วย 1 normal Ammonium acetate

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1. Ammonium acetate ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) 1.0 normal pH 7.0 : โดยชั่ง ammonium acetate 77.08 g ละลายในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 7.0 ด้วย acetic acid หรือ  $\text{NH}_4\text{OH}$  จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร แล้วเก็บสารละลายนี้ในขวดแก้วหรือขวด polypropylene

2. Standard K solution 1000 ug K/ml : ละลาย KCl ที่แห้งจำนวน 0.9533 กรัม ในน้ำ และปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

3. Working standard K 100 ug K/ml : ละลาย KCl 1000 ug K/ml จำนวน 10 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

4. Standard K 0-10 ppm : เตรียม standard K จาก working standard K 100 ppm ในขวดปรับปริมาตร

การสกัดโพแทสเซียมมีดังนี้

1. วิธี Centrifugation และ decantation ชั่งดิน 10 กรัม (ใช้ดิน 5 กรัม ถ้าดินนั้นมี K > 500 ppm.) ใส่ใน centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม  $\text{NH}_4\text{OAc}$  25 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 10 นาที centrifuge จนได้ supernatant liquid ที่ใส เทส่วนที่ใสใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรของ soil extract ที่ได้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วย  $\text{NH}_4\text{OAc}$  เขย่าให้เข้ากัน (ถ้าสารละลายที่ได้มีอนุภาคดินแขวนลอยอยู่ให้กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 soil extract ที่ได้นี้ใช้วิเคราะห์ K ได้ โดยวิธี flame photometer หรือ atomic absorption ดังที่กล่าวไว้ข้างล่าง

2. วิธีเขย่า ชั่งตัวอย่างดิน 2.5 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด  $\text{NH}_4\text{OAc}$  ลงไป 25 มิลลิลิตร เขย่าติดต่อกันนาน 30 นาที (180 รอบต่อนาที) กรองโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้  $\text{NH}_4\text{OAc}$  เขย่าให้เข้ากัน สารละลายนี้ใช้วัด K โดยวิธี flame photometer หรือ atomic absorption ก็ได้

หมายเหตุ : ห้ามใช้ดินที่อบแห้งในการวิเคราะห์ดินที่ตากให้แห้ง ถ้ามี ex-changeable K สูง ระหว่างการตากจะทำให้เกิด K fixation ส่วนดินที่มี exchangeable K ต่ำมักจะมีการปลดปล่อย K จาก non-exchangeable ระหว่างการตาก หากต้องการวิเคราะห์ค่า K อย่างละเอียดแม่นยำไม่ควรตากดินให้แห้ง แต่ควรใช้ดินอีกชุดหนึ่ง ในการหาปริมาณความชื้น แล้วคำนวณกลับมาเป็น air dried หรือ oven dried

การวิเคราะห์หาโพแทสเซียมใน Soil extract

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวัดค่า K โดย flame photometer มักใช้ wavelength เท่ากับ 766.5 nm และใช้ air-acetylene หรือ air-propane เป็น flame ถ้าวิเคราะห์ K ในสารละลายที่มี  $\text{NH}_4\text{OAc}$  ในภาชนะเตรียม standard จะต้องเติม  $\text{NH}_4\text{OAc}$  ด้วย ในเครื่อง flame photometer นิยมเตรียม standard 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ug K/มิลลิลิตร สูตรที่ใช้คำนวณหาปริมาณของโพแทสเซียมแสดงไว้ในสมการที่ 2.13

$$\text{ppmK} = \frac{\text{Data read} \times 25}{\text{weight}} \quad (2.13)$$

โดย	ppm K	คือ ปริมาณโพแทสเซียมในส่วน
	Data read	คือ ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
	weight	คือ น้ำหนักของดินตัวอย่าง (กรัม)

#### 6.10 ความสำคัญและการตรวจสอบดิน

ดินเป็นที่อยู่ของรากพืชซึ่งทำหน้าที่ดูดน้ำและอาหารไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของลำต้น ที่อยู่เหนือดิน รากพืชต้องใช้พลังงานซึ่งได้จากการหายใจในการดูดน้ำและอาหารจากดิน ดังนั้น ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชจะต้องเป็นดินที่มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี (การแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างอากาศในดินและอากาศเหนือดินเกิดขึ้นได้ดี) และมีธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ ยังควรมีระดับความเป็นกรด - ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการละลายได้ของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช ถ้าพืชมีการเจริญเติบโตไม่ดี ปัจจัยแรกที่ต้องพิจารณาคือระบบรากของพืช เกษตรกรควรตรวจสอบว่ารากมีการเจริญเติบโตเป็นอย่างไร มีปัจจัยแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการทำงานของรากหรือไม่ โครงสร้างของดินและความสมบูรณ์ของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตและการทำงานของ รากเป็นอย่างมาก การใช้มือจับหรือสัมผัสก่อนดินสำหรับผู้ที่มีความชำนาญแล้วสามารถบอกถึงโครงสร้างหรือความร่วนซุยของดินได้อย่างหายบาย แต่การวิเคราะห์ดินจะบอกได้ว่าดินนี้เหมาะสมต่อการปลูกพืชหรือไม่ เกษตรกรควรต้องมีการปรับปรุงดินอย่างไรให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชที่จะ ปลูก นอกจากนี้ การวิเคราะห์ดินยังสามารถบอกถึงปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดิน ทำให้เกษตรกรทราบได้ว่าควรต้องมีการใส่ปุ๋ยเพิ่มแก่พืชหรือไม่ และควรใส่ปุ๋ยอะไร

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์นั้นเกษตรกรควรเก็บตัวอย่างให้เป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ที่จะเพาะปลูก การเก็บตัวอย่างผิดหรือไม่เป็นตัวแทนที่ดีจะไม่ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงดิน ซึ่งเป็นการเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายโดยเปล่าประโยชน์ ก่อนการเก็บตัวอย่างดินนั้นเกษตรกรควรมีข้อมูลพื้นฐานของพืชที่จะปลูกก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความลึกของระบบราก เพื่อที่จะได้เก็บตัวอย่างดิน ตามความลึกของระบบราก พืชที่จะปลูก เช่น พืชมีระบบรากลึก 30 ซม. แต่รากส่วนใหญ่แผ่กระจายบริเวณใกล้ผิวดิน การเก็บตัวอย่างก็ควรแบ่งเป็น 2 ระดับความลึก คือ 0- 15 ซม. และ 15- 30 ซม. ก่อนเก็บตัวอย่างควรตากหญ้าที่ผิวดินออกก่อนแล้วใช้สว่านเจาะดินระดับ 0-15 และ 15- 30 ซม. ควรเจาะดินจากหลายๆ จุดแล้วนำดินที่เจาะที่ระดับความลึกเดียวกันมาผสมรวมกันก่อนแบ่งมาเพียงตัวอย่างละ 0.5 กก. เพื่อส่งวิเคราะห์ ดินที่เก็บมาควรใช้เป็นตัวแทนของดินทั้งสวนได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าสวนมีพื้นที่ใหญ่มากก็ควรแบ่งพื้นที่สวนออกเป็นแปลงเล็กก่อน เช่น แบ่งเป็นแปลงละประมาณ 10 ไร่ และในพื้นที่ 10 ไร่นี้ก็ใช้ส่วนเจาะดินประมาณ 20 จุด แล้วนำดินที่เจาะได้มาผสมรวมกัน แล้วแบ่งส่งวิเคราะห์ประมาณ 0.5 กก. ถ้าไม่มีส่วนเจาะดินก็ใช้จอบขุดดินแทนได้โดยใช้จอบขุดดินลึกเป็นรูปสามเหลี่ยมแล้วใช้พลั่วมือค่อยๆ แซ่ดินจากผิวดินลึกลงไปตามความลึกของหลุมที่ขุดไว้ทำแบบเดียวกันนี้หลายๆ จุด นำดินที่ขุดได้มาผสมรวมกันแล้วแบ่งส่งวิเคราะห์ประมาณ 0.5 กก. เช่นเดียวกัน

การเก็บตัวอย่างดินหลังปลูกนั้น ควรเก็บดินใต้ทรงพุ่มของต้น โดยเก็บดินบริเวณชายพุ่ม เก็บรอบต้นประมาณ 3-4 จุด และเก็บจากหลายๆ ต้นมารวมกันแล้วแบ่งส่งวิเคราะห์ประมาณ 0.5 กก. เกษตรกรอาจแบ่งสวนเป็นแปลงเล็กก่อนเก็บดินแบบเดียวกับการเก็บตัวอย่างดิน ก่อนปลูกก็ได้ สำหรับระดับความลึกที่ควรเก็บขึ้นอยู่กับความลึกของระบบราก ถ้าต้นไม้ผลยังเล็กอยู่ก็เก็บดินลึก 15 หรือ 30 ซม. เมื่อต้นไม้โตขึ้นและรากเจริญเติบโตมากขึ้นก็ควรเก็บตัวอย่างดิน 2 ระดับความลึก โดยเก็บที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 หรือ 0-30 และ 30- 60 ซม. แล้วแต่ความลึกของระบบราก เกษตรกรควรเก็บดินวิเคราะห์ทันทีหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จแล้วเพื่อตรวจ คุณคุณสมบัติของดิน และระดับธาตุอาหารในดินว่าเป็นอย่างไร เกษตรกรจะต้องมีการจัดการหรือปรับปรุงดินอย่างไรให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช

ดินที่ดีที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชควรมีส่วนที่เป็นของแข็ง 50% ซึ่งประกอบด้วย ส่วนที่เป็นอินทรีย์สาร 45% และอินทรีย์สาร 5% และส่วนที่เป็นน้ำ และอากาศอย่างละ 25% โดยปริมาตร สำหรับสัดส่วนของน้ำและอากาศนั้นจะผันแปรตามสภาพการให้น้ำหรือการรดกของฝนและความสามารถในการระบายน้ำหรือคูยัดน้ำของดิน เช่น หลังการให้น้ำหรือฝนตกใหม่ๆ ส่วนน้ำจะมามากกว่าส่วนของอากาศ แต่เมื่อดินแห้งส่วนของอากาศจะมากกว่าส่วนที่เป็นน้ำ เป็นต้น องค์ประกอบต่าง ๆ ของดินเหล่านี้มีคุณสมบัติหรือหน้าที่ที่แตกต่างกัน ดังนี้คือ

1. อินทรีย์สาร เป็นแหล่งกำเนิดของธาตุอาหารของพืชและจุลินทรีย์ดินและเป็นส่วนที่ควบคุมลักษณะเนื้อดิน
2. อินทรีย์สาร เป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ดิน และเป็นส่วนที่ควบคุมโครงสร้างของดิน
3. น้ำให้น้ำแก่พืชและเป็นตัวทำละลายธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินเพื่อให้รากพืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้
4. อากาศ ให้ออกซิเจนแก่รากพืชใช้ในการหายใจและช่วยในกระบวนการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ดิน ดินที่มีน้ำขัง ดินที่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวที่มีการพองตัวมากจนช่องอากาศเล็กลงเมื่อดิน เปียก และขบวนการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ออกซิเจนในดินลดลง

โครงสร้างดิน เป็นการเกาะตัวกันของอนุภาคดินเป็นเม็ดดินหรือก้อนดิน มีขนาดเล็กขนาดเม็ดทรายหรือขนาดใหญ่หลายเซนติเมตร ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยธรรมชาติ หรือเกิดจากการไถพรวน ช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างก้อนดินจะมีขนาดใหญ่เป็นที่อยู่ของอากาศ แต่ช่องว่างภายในก้อนดินจะมีขนาดเล็กเป็นที่อยู่ของน้ำทำให้ดินมีคุณสมบัติ ในการอุ้มน้ำไว้ได้ อนุภาคดินที่มีการเกาะตัวกันอย่างดี จะมีช่องขนาดใหญ่และมีความต่อเนื่องของ ช่องทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้ดี ดินแน่นทึบเกินไปจะมีการระบายน้ำไม่ดี หรือดินโปร่งเกินไปก็จะไม่อุ้มน้ำ อิวมีสัจตเป็นสารเชื่อมอนุภาคดินให้เกาะตัวกันได้ดี ดังนั้นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินเหล่านี้จะช่วยให้ดินมีโครงสร้างที่ ดีขึ้น ดินที่แน่นทึบก็จะร่วนซุยขึ้น มีการระบายน้ำดีขึ้น ส่วนดินทรายเนื้อหยาบก็จะมีการเกาะตัวกันมากขึ้น ทำให้มีการอุ้มน้ำได้มาก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวนวโศภการีใช้ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้น ดินดูดซับธาตุอาหารไว้ได้มากขึ้น การเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แกดินทำได้โดยการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก การปลูกพืชตระกูลถั่วแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด และวัสดุอินทรีย์อื่น ๆ

พืชมีความต้องการธาตุอาหารในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชมีอยู่ด้วยกัน 16 ธาตุ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ซึ่งพืชได้มาจากอากาศและน้ำ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง โบรอน สังกะสี โมลิบดีนัม และ คลอรีนซึ่งพืชได้มาจากดิน อินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งสะสมหลักของธาตุอาหารที่มีประจุลบ (nutrient anions) ในปริมาณมาก การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุโดยกิจกรรมของแบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซิซจะทำให้ธาตุอาหารเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ 95% ของไนโตรเจน 50% หรือมากกว่าของฟอสฟอรัส และ 80% ของกำมะถันทั้งหมดในดินเป็นองค์ประกอบอยู่ในอินทรีย์วัตถุ นอกจากนี้ แหล่งสะสมของโบรอน และโมลิบดีนัมในดินก็อยู่ในอินทรีย์วัตถุ และยังดูดซับอยู่กับออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม และสารประกอบไฮดรอกไซด์

เนื่องจากธาตุอาหารในดินที่อยู่ในรูป ของสารละลายดินจะถูกดูดไปโดยรากพืช ธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกทดแทนได้จากธาตุต่าง ๆ ที่ดูดซับอยู่ที่แร่ดินเหนียวใน ดิน และที่ฮิวมัสโดยขบวนการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange) หรือโดยการสลายตัวอย่างช้า ๆ ของแร่ธาตุในดินและโดยการสลายตัวอย่างรวดเร็วของ อินทรีย์วัตถุในดิน อย่างไรก็ตาม อัตราการทดแทนของธาตุอาหารเหล่านี้ช้ากว่าอัตราที่พืชดูดไปจากดินเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต ดังนั้น เมื่อตรวจพบว่าปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของ พืชในดินมีอยู่น้อย เกษตรกรควรต้องเพิ่มธาตุอาหารให้แกดินในรูปของปุ๋ย

## ปุ๋ย

ปุ๋ย (Fertilizers) คือ สารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ใด ๆ ที่ใส่ในดินแล้วให้ธาตุอาหารพืช แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ปุ๋ยอินทรีย์ กับ ปุ๋ยอนินทรีย์ รายละเอียดของแต่ละประเภทยังมีดังนี้

### 1. ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด

1.1 ปุ๋ยคอก ได้แก่มูลสัตว์ต่าง ๆ เป็นแหล่งสำคัญของอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารพืช

1.2 ปุ๋ยหมัก ได้แก่ การนำเศษพืชต่าง ๆ มาหมัก เศษพืชที่มีค่า C/N ratio กว้างจะย่อยสลายได้ช้า ดังนั้น จึงมีการเติมธาตุอาหารไนโตรเจนให้แก่กองปุ๋ยหมัก ในการหมักสัดส่วนของคาร์บอน/ไนโตรเจนจะต้องแคบเข้าจนกระทั่งมีค่าประมาณ 15/1 จึงจะสามารถนำไปใส่ให้แก่พืชได้ โดยที่ไม่มีการแย่งธาตุอาหารไนโตรเจนในดิน จากพืช นอกจากนี้ในระหว่างการหมักอาจมีการเติมธาตุอาหารอื่น ๆ นอกเหนือจากการเติม ธาตุไนโตรเจน

1.3 ปุ๋ยพืชสด ได้แก่ พืชตระกูลถั่วต่าง ๆ ที่ถูกไถกลบลงไปในดิน พืชตระกูลถั่วมีแบคทีเรียอาศัยอยู่ที่รากและสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ โดยปกติจะไถกลบเมื่อพืชตระกูลถั่วกำลังออกดอกเพราะเป็นระยะที่พืชตระกูลถั่ว มีธาตุอาหารอยู่ในต้นสูงที่สุด การเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ดินโดยการใช้ปุ๋ยพืชสดเป็นวิธีการที่นิยมใช้ปรับ บรุงดินก่อนการปลูกพืชเพราะสามารถทำได้ง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย และเป็นการเพิ่มธาตุอาหารไนโตรเจนแกดิน

2. ปุ๋ยอนินทรีย์ ได้แก่ปุ๋ยเคมีต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ตามชนิดของธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบหลักของปุ๋ยนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารหลัก คือ ปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0, 21-0-0, 15-0-0) ปุ๋ยฟอสฟอรัส (0-46-0, 0-20-0, 18-46-0, 0-52-34, 0-3-0) ปุ๋ยโพแทสเซียม (0-0-60, 0-0-50, 13-0-46)

2.2 ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารรองซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัสดุปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตร เช่น ปูนขาว ปูนโดโลไมท์ หินปูนบด หินฝุ่น และที่อยู่ในรูปของปุ๋ยและสารเคมี เช่น แคลเซียมไนเตรท แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซัลเฟต (ยิบซัม) แมกนีเซียมซัลเฟต (ดีเกลือ กลิเซอร์ไรท์) และผงกำมะถัน

2.3 ปุ๋ยที่ให้จุลธาตุอาหารซึ่งพืชต้องการใช้ในปริมาณน้อย ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของปุ๋ยเกล็ดที่มีทุกธาตุรวมกันสำหรับใช้พ่นทางใบ แต่ที่อยู่ในรูปสารเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ยเดี่ยวให้ทางดินและใบได้ คือ ทองแดง (คอปเปอร์ซัลเฟต) โบรอน (บอแรกซ์ กรดบอริก) เหล็ก (เหล็กซัลเฟต) แมงกานีส (แมงกานีสซัลเฟต แมงกานีสคลอไรด์) และสังกะสี (สังกะสีซัลเฟต สังกะสีออกไซด์) และอยู่ในรูปของสารประกอบคีเลทที่มีราคาแพง เช่น เหล็กคีเลท และแมงกานีสคีเลท เป็นต้น

ในการใส่ปุ๋ยแก่พืชเกษตรกรไม่ควรใส่ชิดโคนต้นแต่ควรใส่ให้ห่างโคนต้นอย่างน้อย 30 ซม. หรือในกรณีที่มีพุ่มขนาดใหญ่ เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยโดยการหว่านโดยรอบทรงพุ่มจากบริเวณชายพุ่มเข้ามาถึงประมาณครึ่งหนึ่งของรัศมีทรงพุ่มและเพื่อให้การใส่ปุ๋ยแต่ละครั้งมีการสูญเสียน้อยและพืชได้รับประโยชน์มากที่สุด เกษตรกรควรปฏิบัติดังนี้

1. เลือกชนิดของปุ๋ยที่ใส่ให้ถูกต้อง (right kind)
2. ใส่ปุ๋ยในปริมาณที่พอเหมาะ (right amount)
3. ใส่ปุ๋ยในเวลาที่เหมาะสม (right time)
4. ใส่ปุ๋ยในบริเวณที่พืชเอาไปใช้ได้ง่าย (right place)

ประเด็นที่เกษตรกรต้องเข้าใจเกี่ยวกับหลักการให้ธาตุอาหารแก่พืช มีดังนี้

1. ในบรรดาธาตุอาหารที่พืชต้องการไม่ว่าจะมากหรือน้อย ธาตุที่มีอยู่น้อยจะเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืช หรืออาจกล่าวได้ว่าพืชจะมีการตอบสนองต่อธาตุอาหารที่ใส่เมื่อดินขาดธาตุนั้น หรือมีธาตุนั้นอยู่ในปริมาณที่ต่ำ

2. การที่ใส่ธาตุอาหารเพิ่มแล้วมีการตอบสนองเพียงเล็กน้อยไม่ได้หมายความว่าถ้าใส่ธาตุอาหารให้มากขึ้นพืชจะมีการตอบสนองมากขึ้น หรือมีการเจริญเติบโตมากขึ้น

ลักษณะการขาดธาตุอาหารแต่ละชนิดของพืชเป็นลักษณะที่เฉพาะเจาะจง โดยทั่ว ๆ ไปอาการผิดปกติมักปรากฏที่ใบและถ้าขาดรุนแรงอาการจะปรากฏที่ผล เนื่องจากธาตุอาหารต่าง ๆ มีความสามารถในการเคลื่อนย้ายในต้นพืชได้แตกต่างกัน อาการผิดปกติที่ใบเนื่องจากการขาดธาตุอาหารต่างกันจะปรากฏในตำแหน่งใบที่ ต่างกัน แต่เมื่ออาการผิดปกติเหล่านี้ปรากฏให้เห็นย่อมหมายถึงว่าอาการขาดธาตุนั้น ๆ อยู่ในระยะที่รุนแรง พืชที่เริ่มขาดอาหารมักไม่ปรากฏอาการผิดปกติใด ๆ ให้เห็นแต่จะมีผลกับปริมาณ และคุณภาพของผลผลิต การวิเคราะห์พืช เป็นวิธีการที่บอกให้ ทราบว่าพืชที่ปลูกอยู่นั้นเริ่มขาดอาหารหรือยัง แต่การแปลผลค่าวิเคราะห์พืชจะมีความถูกต้องและเกิดประโยชน์ได้นั้นต้องเริ่ม จากการเก็บตัวอย่างที่ถูกต้อง เกษตรกรควรปรึกษานักวิชาการเกษตรเพื่อขอคำแนะนำในการเก็บตัวอย่างที่ถูกต้อง

การวินิจฉัยและการคาดคะเนการขาดธาตุนั้น เกษตรกรสามารถวินิจฉัยหรือคาดคะเนการขาดธาตุอาหารในพืชได้โดยการสังเกตการเจริญเติบโตหรืออาการผิดปกติของพืชจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช อย่างไรก็ตาม แต่ละวิธีก็มีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน การใช้ทุกวิธีร่วมกันจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินจะบอกให้ทราบได้ว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์เพียงใด โดยปกติเกษตรกรควรเก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์เพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของ ดินก่อนปลูก และเพื่อปรับปรุงดินให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช และควรวิเคราะห์ดินทุก 1-2 ปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละปีจะได้ทราบว่าธาตุอาหารใน ดินเหลืออยู่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพหรือมีแนว โน้มว่าพืชจะขาดธาตุอาหารถ้าไม่มีการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมให้แก่ดิน จากผลการวิเคราะห์ดินพบว่าบางครั้งแม้ว่าดินจะมีธาตุอาหารอยู่มากพอแต่พืชก็ ยังมีอาการผิดปกติให้เห็นได้ ในกรณีนี้การปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีหรือกายภาพของดินอาจช่วยให้พืชเจริญเติบโตเป็นปกติได้ โดยทั่วไปนักวิชาการเกษตรจะแนะนำให้เกษตรกรปรับปรุงดินให้มี pH 6-6.5 ซึ่งเป็นช่วง pH ที่ธาตุอาหารส่วนใหญ่ในดินมีความเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด

อาการขาดธาตุอาหารส่วนใหญ่เป็นลักษณะค่อนข้างเฉพาะเจาะจงสำหรับแต่ละธาตุ ถ้าเกษตรกรมีความคุ้นเคยกับอาการต่าง ๆ ที่พืชแสดงออกเกษตรกรจะสามารถวินิจฉัย สาเหตุของความผิดปกติของต้นไม้ที่ปลูกได้จากการสังเกตดูอย่างใกล้ชิด แต่ก็มีอาการขาดของบางธาตุที่คล้ายกันมากจนยากที่จะระบุได้อย่างถูกต้องจาก การสังเกต และถ้ามีการขาดมากกว่า 1 ธาตุก็ยิ่งทำให้การวินิจฉัยทำได้ยากขึ้น ต้องอาศัยความชำนาญ หรือมีผลการวิเคราะห์พืชและดินเข้าช่วยด้วย

เนื่องจากพืชอาจมีการขาดธาตุอาหารแอบแฝง โดยที่ยังไม่แสดงอาการให้เห็นถ้าการขาดธาตุอาหารไม่รุนแรง การวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพืชและนำผลวิเคราะห์มาเทียบกับค่ามาตรฐาน จะบอกให้ทราบได้ว่าพืชนั้น ๆ มีความสมบูรณ์อยู่ในระดับใด ดังนั้น เกษตรกรจึงควรมีการตรวจวัดระดับความสมบูรณ์ของพืชอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละปีเพื่อการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและทันต่อเวลา

คุณสมบัติดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชมีดังนี้

คุณสมบัติดิน	ค่าที่เหมาะสม	การแก้ไขปรับปรุง
พีเอช (pH)	6-7	ดินกรดใส่ปูน ดินด่างใส่กำมะถันผงหรือใส่ปุ๋ยที่มีผลค้ำเป็นกรด
อินทรีย์วัตถุ (OM ; %)	2.5-3	ใส่ปุ๋ยอินทรีย์
ฟอสฟอรัส (P; ppm)	26-42	ใส่ปุ๋ย 0-46-0, 18-46-0, 0-52-34, 0-42-56
โพแทสเซียม (K; ppm)	130	ใส่ปุ๋ย 0-0-60, 0-0-50, 13-0-46
แคลเซียม (Ca; ppm)	1,040	ใส่ปูนหรือใส่ปุ๋ย 15-0-0
แมกนีเซียม (Mg; ppm)	135	ใส่ปูนโดโลไมท์ ดิเกลีอ กลิเซอร์ไรท์
เหล็ก (Fe; ppm)	11-16	พ่นเหล็กคีเลท เหล็กซัลเฟต
แมงกานีส (Mn; ppm)	9-12	พ่นแมงกานีสคีเลท แมงกานีสซัลเฟต
ทองแดง (Cu; ppm)	0.9-1.2	พ่นจุนสี
โบรอน (B; ppm)	0.6-1.2	พ่นบอแร็กซ์ โซลูบอร์
สังกะสี (Zn; ppm)	0.9-3	พ่นสังกะสีคีเลท สังกะสีซัลเฟต

โดยสรุปจะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ดิน เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถบริหารจัดการดินและธาตุอาหารให้แก่พืช ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการวิเคราะห์พืชจะช่วยให้เกษตรกรสามารถเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

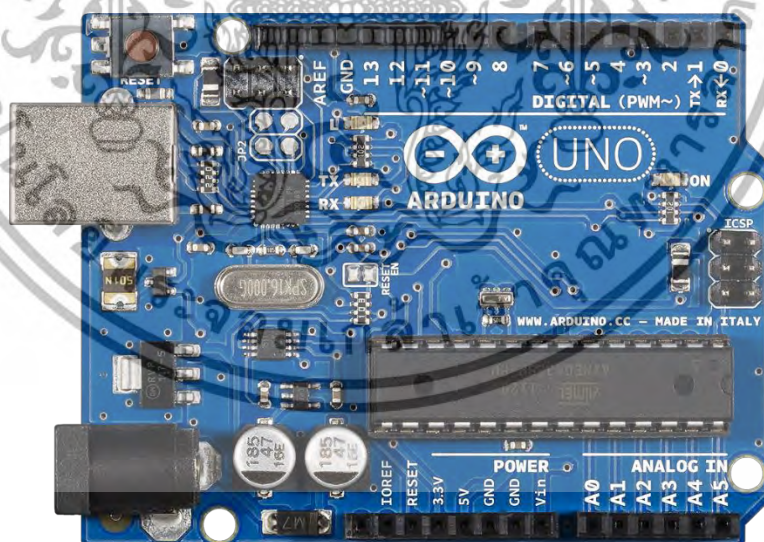
ทราบสาเหตุของอาการผิดปกติของพืช และสามารถจัดการแก้ไขได้อย่างถูกต้อง โดยที่เกษตรกรต้องเก็บตัวอย่างดินและพืชให้เป็นตัวแทนที่ดีที่สุด

### กิจกรรมย่อยที่ 7 : เครื่องบดและอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมด้วยแขนกลและเครื่องชั่งน้ำหนัก

ในบทนี้จะกล่าวถึงเนื้อหาต่าง ๆ ในเบื้องต้นที่ถูกนำไปแสดงไว้ในเครื่องบดและอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมด้วยแขนกลและเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยรายละเอียดของหัวข้อต่าง ๆ มีดังนี้

#### 7.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR (ณัฐชนก, 2553)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เป็นบอร์ดสำเร็จภาพที่รวมไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นมาไว้ในบอร์ดเดียวพร้อมทั้งเปิดเผยข้อมูลที่สำคัญ ทั้งลายวงจรและตัวอย่างโปรแกรม ผู้ใช้จึงสามารถนำไปพัฒนาต่อได้ง่ายเพียงแคมีบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการเริ่มเรียนรู้ในเรื่องของอิเล็กทรอนิกส์และเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น ในโครงการวิจัยนี้จะใช้ Arduino Uno R3 ในการควบคุมการทำงานระบบทั้งหมด



ภาพที่ 7.1 บอร์ด Arduino Uno R3 (แหล่งที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>)

Arduino Uno R3 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open-source บนแพลตฟอร์ม Arduino ของแท้จากผู้ผลิต arduino.cc ประเทศอิตาลี ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ใช้ชิพ ATmega328 ทำงานที่ความถี่ 16 MHz หน่วยความจำแฟลช 32 KB และ แรม 2 KB ตัวบอร์ดใช้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันไฟเลี้ยง 7-12 V มีระดับแรงดันไฟฟ้าในการทำงานและขาสัญญาณอยู่ที่ 5 V (TTL) มีดิจิตอลเอาต์พุตและอินพุต 14 ขาเป็น PWM ได้จำนวน 6 ขา มีแอนะล็อกอินพุตจำนวน 6 ขา Serial UART จำนวน 1 ชุด และ I2C จำนวน 1 ชุด SPI จำนวน 1 ชุด เขียนโปรแกรมบนซอฟต์แวร์ Arduino IDE และโปรแกรมผ่านพอร์ต USB เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจเริ่มต้นเรียนรู้การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือแม้แต่ผู้ที่ไม่เคยเรียนรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์ก็สามารถนำมาสร้างต้นแบบที่เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ได้

จุดเด่นของบอร์ด Arduino คือง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐานไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นและยังมี Arduino Community คือกลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาให้มีความแข็งแกร่งเป็น Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน ราคาไม่แพง และมีคุณสมบัติ Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

### การใช้งานโปรแกรมบน Arduino

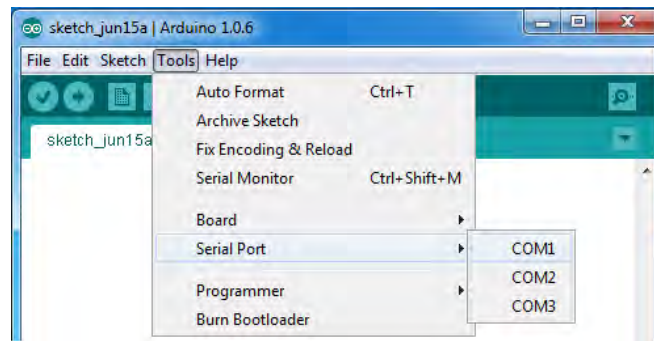
การเริ่มต้นเขียนโปรแกรมในลำดับแรกโดยเข้าไปยังโปรแกรม Arduino 1.0.6 เข้าไปยังเมนูบาร์เลือก Tools เลือก Board จากนั้นทำการเลือกรุ่นให้เหมาะสมกับบอร์ดการใช้งานที่เลือกใช้ ดังแสดงในภาพที่ 7.1 ถ้าหากยังไม่ตั้งค่าในส่วนนี้ เมื่อถึงขั้นตอนการรันโปรแกรมลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โปรแกรมจะไม่สามารถรันได้ ดังภาพที่ 7.2



ภาพที่ 7.2 รุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload

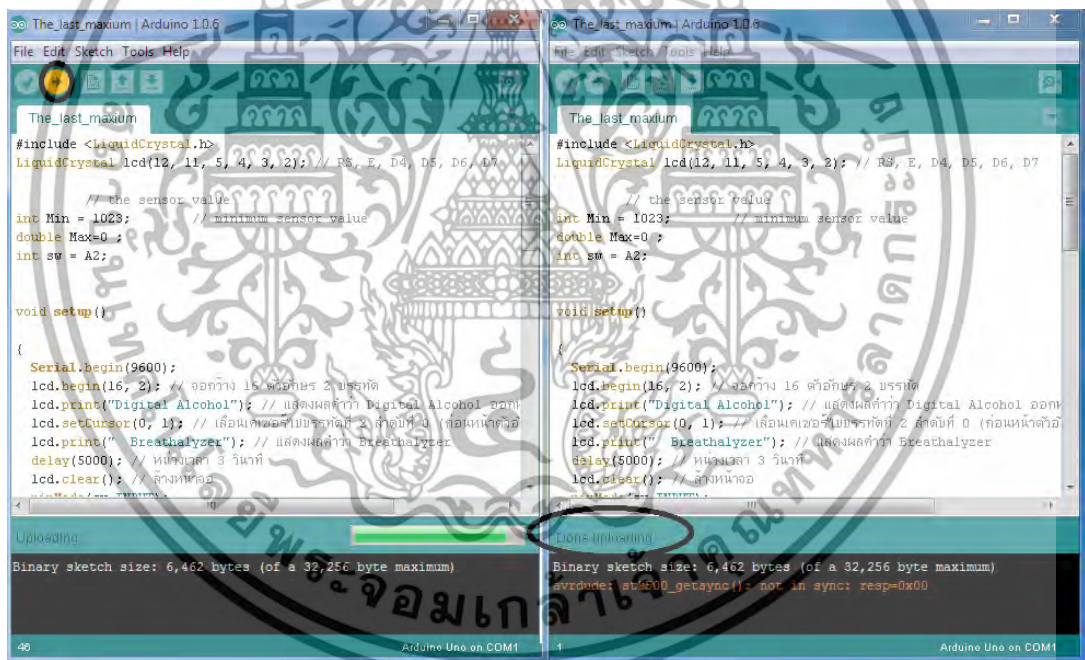
หลังจากตั้งค่าบอร์ดให้ตรงกับรุ่นแล้ว ต่อด้วยการเข้าเมนูบาร์เลือก Tools เลือก Serial port เลือก Port ให้ตรงกับ Port ที่บอร์ดเชื่อมต่อในส่วนนี้จะเป็นการเชื่อมต่อกับ Port COM 3 ดังแสดงในภาพที่ 7.3 หลังจากนั้นก็เริ่มเขียนโปรแกรมได้แล้ว โดยส่วนของโปรแกรมจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ void setup กับ void loop ในส่วนของ void setup จะเป็นการตั้งค่าส่วนของโปรแกรมต่าง ๆ ส่วน void loop จะเป็นส่วนของตัวโปรแกรมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.3 หมายเลข Comport ของบอร์ด

กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 7.4 (ก) จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ดโปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง Done uploading ดังแสดงในภาพที่ 7.4 (ข) และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที



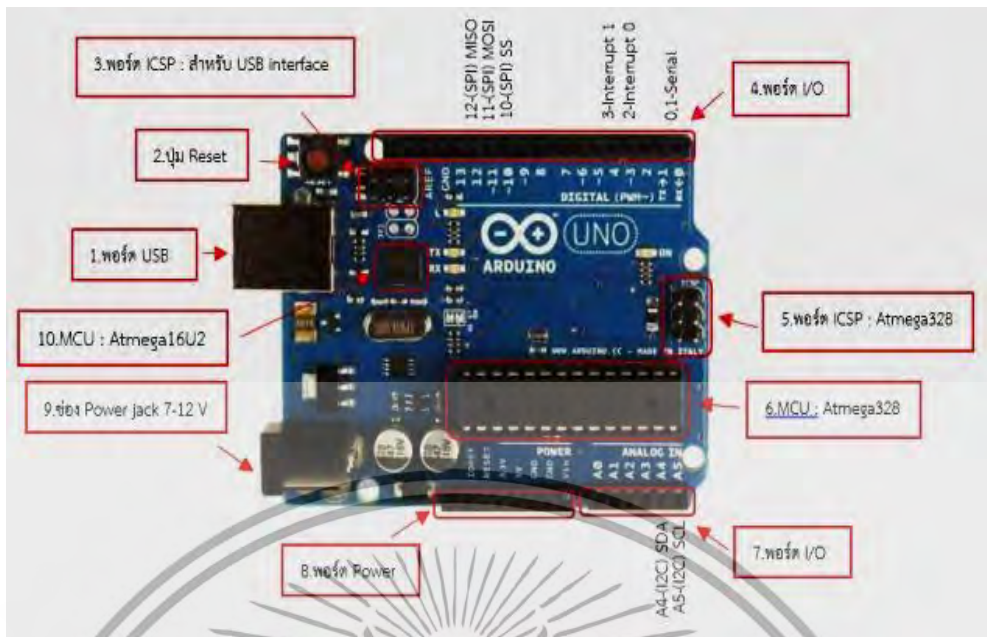
(ก)

(ข)

ภาพที่ 7.4 การ Compile โค้ดโปรแกรม

ตำแหน่งของพอร์ตบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Arduino UNO R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.5 พอร์ตต่าง ๆ ของบอร์ด Arduino UNO R3

ตำแหน่งที่ 1 USBPort ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

ตำแหน่งที่ 2 Reset Button เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

ตำแหน่งที่ 3 ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2

ตำแหน่งที่ 4 I/O Port Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 ทั้งนี้ บางขาจะทำหน้าที่อื่นเพิ่มเติมด้วย เช่น ขา 0 เป็นขา Tx, ขา 1 เป็น Rx, ขา 3, 5, 6, 9, และ 10 เป็น Serial ส่วนขา 11 เป็นขา PWM

ตำแหน่งที่ 5 ICSP Port Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

ตำแหน่งที่ 6 MCU Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

ตำแหน่งที่ 7 I/O Port นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณแอนะล็อกตั้งแต่ขา A0-A5

ตำแหน่งที่ 8 Power Port ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอกประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin

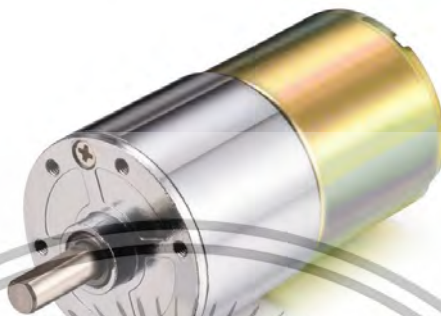
ตำแหน่งที่ 9 Power Jack รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

ตำแหน่งที่ 10 MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

## 7.2 มอเตอร์ไฟฟ้า (บอร์ด Arduino Uno R3, 2559)

มอเตอร์ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลการทำงานปกติของมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์และสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดแรงดูดและแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสอง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติที่โดดเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะ หรือให้กำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า เป็นต้น การศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงดังในภาพที่ 7.6 จึงควรรู้จักอุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ



ภาพที่ 7.6 รูปร่างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ที่มา : <https://www.aliexpress.com/cheap/cheap-dc-motor-12v.html>

### 7.2.1 มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)

1. มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor) คือ มอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ว่า ซีรีส์ฟิลด์ (Series Field) มีคุณลักษณะที่ดีคือให้แรงบิดสูง นิยมใช้เป็นตัวกำลังของรถไฟฟ้า รถยกของ เครื่องไฟฟ้า ความเร็วรอบของมอเตอร์อนุกรมเมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมาก แต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็วก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทำงานหนักความเร็วลดลง แต่ขดลวดของมอเตอร์ไม่เป็นอันตราย จากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า เครื่องเป่าผม มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรมใช้งานหนักได้ดี เมื่อใช้งานหนัก กระแสไฟฟ้าจะมาก ความเร็วรอบจะลดลง เมื่อไม่มีโหลดมาต่อ ความเร็วจะสูงมาก อาจเกิดอันตรายได้ ดังนั้นเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่อเสมอ

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor) หรือเรียกว่าชันท่มอเตอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้ ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะต่อขนานกับขดลวดชุดอาร์เมเจอร์ มีคุณลักษณะที่สำคัญคือ มีความเร็วคงที่ แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ แต่ความเร็วรอบคงที่ ชันท่มอเตอร์ส่วนมากเหมาะกับงานพัดลม เพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย

3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor) หรือเรียกว่าคอมเปา์ดมอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมเป็นการนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานและแบบอนุกรมมารวมกัน ซึ่งมีคุณลักษณะพิเศษคือมีแรงบิดสูง (High starting torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ ตั้งแต่ยังไม่มีโหลด จนกระทั่งมีโหลดเต็มที่ และมีวิธีการต่อขดลวดขนานหรือขดลวดชั้นที่อยู่ 2 วิธี คือ

วิธีที่หนึ่งคือ ต่อขดลวดชันทขนานกับอาร์เมเจอร์ เรียกว่า ชอทชันทคอมเปา์ดมอเตอร์ (Short Shunt Compound Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีสองคือ ต่อขดลวดชั้นที่ขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอาเมเจอร์ เรียกว่า ลองชันทน์คอมเปาต์มอเตอร์ (Long shunt motor)

### หลักการการทำงานของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นจะทำงานโดยป้อนแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะแปร่งผ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นและกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็กสร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้น จะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกันและทิศทางเดียวจะเสริมแรงกันทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ ซึ่งวางแกนเพลลาและแกนเพลลานี้ สวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้อาร์มาเจอร์นี้หมุนได้ขณะที่ตัวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ ซึ่งหมายความว่าตัวหมุนการที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกริยาต่อกันทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง

เมื่อมีกระแสไหลในขดลวดตัวนำที่พันอยู่บนแกนอาร์มาเจอร์ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบ ๆ ตัวนำและทำปฏิกริยากับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ ทำให้เกิดแรงผลักขึ้นบนตัวนำ ทำให้อาร์มาเจอร์หมุนไปได้ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลและวางอยู่บนแกนของอาร์มาเจอร์ โดยวางห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ (r) กำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดที่ปลาย (A) และไหลออกที่ปลาย (B) จากคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดผ่านซึ่งกันและกัน ดังนั้น ปริมาณของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีจำนวนมากที่ด้านบนของปลาย (A) จึงทำให้เกิดแรง  $F_1$  กดตัวนำ (A) ลงด้านล่างและขณะเดียวกันที่ปลาย (B) นั้น เส้นแรงแม่เหล็กจะมีปริมาณมากที่ด้านหน้าทำให้เกิดแรง  $F_2$  ดันให้ตัวนำ B เคลื่อนที่ด้านบนของแรง  $F_1$  และ  $F_2$  ทำให้อาร์มาเจอร์ของมอเตอร์เกิดการเคลื่อนที่ไปได้ ดังนั้นการทำงานของมอเตอร์จึงขึ้นอยู่กับหลักการที่ว่า เมื่อเอาตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปวางในสนามแม่เหล็ก มันจึงพยายามทำให้ตัวนำเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก

### คุณสมบัติทั่วไปของมอเตอร์

คุณสมบัติประจำตัวของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละประเภทจะมีลักษณะโครงสร้าง ลักษณะงาน และลักษณะของวงจรแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น คุณสมบัติของมอเตอร์อนุกรม คือ ลักษณะโครงสร้าง ประกอบด้วยขดลวดสนามแม่เหล็กที่มีความต้านทานต่ำมาก (พันด้วยลวดทองแดงเส้นใหญ่ น้อยรอบแกนขั้วแม่เหล็ก) ต่อเป็นอนุกรมกับอาร์มาเจอร์และต่อโดยตรงกับแรงดันเมน ลักษณะวงจร (A1 – A2) เป็นอาร์มาเจอร์ต่อเป็นอนุกรมกับขดลวดสนามแม่เหล็กชุดอนุกรม (D1 – D2) และต่อโดยตรงกับสายเมน (L+, L-) จึงทำให้มีความเร็วสูง เมื่อโหลดมีค่าลดลง จึงเป็นมอเตอร์ที่หมุนไม่คงที่ ความเร็วเปลี่ยนแปลงไปตามโหลด จะเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้เป็นมอเตอร์สตาร์ทเครื่องพ่นน้ำ คุณสมบัติทางเทคนิคเป็นคุณสมบัติประจำเครื่องกลไฟฟ้าแต่ละประเภท ซึ่งถ้าเจาะลึกเข้าไปในเชิงวิชาการ สามารถทดสอบและวัดด้วยเครื่องมือวัดได้ด้วยวิธีทดลองในห้องปฏิบัติการทดลอง ส่วนใหญ่จะแสดงด้วยกราฟเพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าหนึ่งกับอีกค่าหนึ่ง เช่น สมรรถนะในการกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแสดงด้วย “กราฟแม่เหล็กอิ่มตัว (Saturation curve)” สมรรถนะในการจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแสดงด้วย External Characteristic ส่วนคุณสมบัติทางเทคนิคของมอเตอร์จะแสดงด้วย Performance Curve ซึ่งได้แก่ สมรรถนะในการหมุนขับโหลด (Speed load Curves) แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสมอเตอร์ ( $n =$  ความเร็วรอบให้อยู่บนแกน Y หรือ Ordinate และ  $I_a =$  กระแสอาร์มาเจอร์ให้อยู่บนแกน X หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

abscissae) หรืออาจให้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ ( $n$  เป็น ordinate หรือ แกน  $Y$ ) กับ ทอร์ค หรือกำลังที่หมุนข้างงาน ( $T =$  ทอร์ค,  $P =$  กำลังวัตต์หรือกิโลวัตต์ ให้อยู่บนแกน  $x$  หรือ abscissae) จุดประสงค์เพื่อต้องการให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของความเร็วรอบของมอเตอร์ที่หมุน ขั้วโพลดว่า จะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เมื่อโพลดมีการเปลี่ยนแปลง

### 7.2.2 มอเตอร์กระแสสลับ (AC Motor)

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟสหรือซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (AC Single Phase) ซึ่งแบ่งออกได้หลายชนิด ได้แก่ สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split-Phase motor), คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor), รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion-type motor), ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor) และเซ็ดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded-pole motor) ฯลฯ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับจำเป็นต้องมีการใช้งานที่เสถียรทั้งนี้เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน โดยเทียบได้ดังตารางที่ 7.1

ในการคำนวณค่ากำลังของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟสให้เหมาะสมต่อการใช้งาน สามารถคำนวณได้โดยอาศัยสมการ  $kW = H.P * 0.75$  เช่น เราเลือกใช้มอเตอร์ที่มีขนาด 3 H.P. เราจะได้กำลังของมอเตอร์เท่ากับ  $3 * 0.75 = 2.25 kW$  เป็นต้น

### 7.3 รีเลย์ (มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, 2559)

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็กเพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะโดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดเพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย ตัวอย่างรูปร่างของรีเลย์ 12VDC/10A 125VAC และ 12VDC/30A 240VAC ดังแสดงในภาพที่ 7.7 และ 7.8

ตารางที่ 7.1 รายละเอียดการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส

ขนาดมอเตอร์		กระแสของมอเตอร์ (แอมป์)	มอเตอร์เอซี	มอเตอร์ดีซี
POWER		Three Phase 50-60 Hz	Single Phase	DC
Kw	แรงม้า (H.P.)	380 Volt	220 Volt	220 Volt
0.37	0.5	1.03	3.12	2.26
0.55	0.75	1.6	4.76	3.31
0.75	1	2	6.01	4.29
1.1	1.5	2.6	7.6	6.35
1.5	2	3.5	10.4	8.25
2.2	3	5	15.1	12.3
3	4	6.6	20	16.2
4	5.5	8.5	25.1	21.6
0.5	7.5	11.5	34.6	29.2
7.5	10	15.5	46.8	38.4
10	13.5	20	60	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11	15	22	68	57
15	20	30	90	76
18.5	25	37	111	94
22	30	44	130	113
30	40	60	178	150
37	50	72.5	218	186
45	60	85	254	221
55	75	105	315	276
75	100	138	414	364
90	125	170	511	450
110	175	245	710	630
160	220	300	900	791
200	270	370	1108	971
220	300	408	1230	1079
250	350	475	1426	1259
315	430	584	1728	1547



ภาพที่ 7.7 รูปร่างของรีเลย์ 12VDC/10A 125VAC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7.8 รูปร่างของรีเลย์ 12VDC/30A 240VAC

### ส่วนประกอบสำคัญของรีเลย์

ส่วนของขดลวด (Coil) เหนียวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แก่โลหะไปกระทบให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนียวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทบให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน...

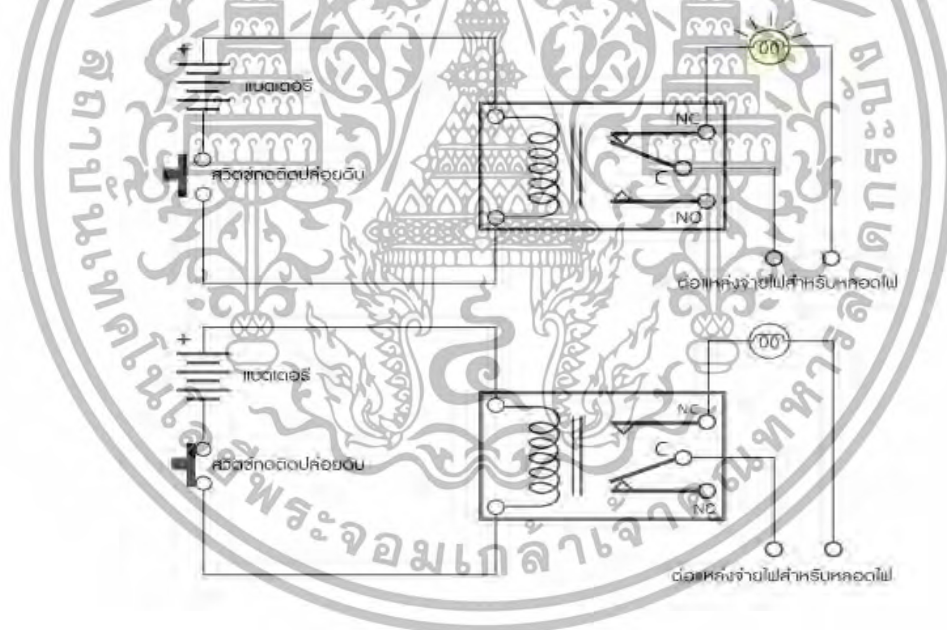
ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการ

จุดต่อ NC ย่อมาจาก Normal Close หมายความว่า ปกติปิดหรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนียวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

จุดต่อ NO ย่อมาจาก Normal Open หมายความว่า ปกติเปิดหรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนียวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิด/ปิด เช่น โคมไฟสนามหน้าบ้าน

จุดต่อ C ย่อมาจาก Common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

โดยโครงสร้างภายในและตัวอย่างการต่อรีเลย์เพื่อใช้งานมีแสดงไว้ในภาพที่ 7.9



ภาพที่ 7.9 โครงสร้างภายในและการต่อรีเลย์

### ข้อคำนึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป...

แรงดันใช้งานหรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ ตัวรีเลย์จะระบุค่าแรงดันใช้งานไว้ (หากใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12VDC คือ ต้องใช้แรงดันที่ 12VDC เท่านั้น หากใช้มากกว่านี้ขดลวดภายในตัวรีเลย์อาจจะขาดได้หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ เพราะตัวรีเลย์ไม่ระบุขั้ว การใช้งานกระแสไฟฟ้าผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10A 220AC คือ หน้าสัมผัสของรีเลย์นั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220VAC แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสไฟฟ้าต่ำจะเป็นการดีกว่า เพราะถ้ากระแสมาหน้าสัมผัสของรีเลย์จะละลายเสียหายได้

รีเลย์ที่นิยมใช้งานและรู้จักกันแพร่หลายมีอยู่ 4 ชนิด คือ

1. อาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay)
2. รีดรีเลย์ (Reed Relay)
3. รีดสวิตช์ (Reed Switch)
4. โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid-State Relay)

หลักการทํางานคล้ายขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทํางานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์กำลัง (Power Relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลังมีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา
2. รีเลย์ควบคุม (Control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่

#### ชนิดของรีเลย์

การแบ่งชนิดของรีเลย์สามารถแบ่งได้ 11 แบบ คือ ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของขดลวด(Coil) หรือ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) ได้แก่

1. รีเลย์กระแส (Current relay) คือ รีเลย์ที่ทํางานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under current) และกระแสเกิน (Over current)
2. รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ที่ทํางานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under voltage) และ แรงดันเกิน (Over voltage)
3. รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่นจึงจะทํางานได้
4. รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน
5. รีเลย์เวลา (Time relay) คือ รีเลย์ที่ทํางานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย มี 4 แบบ ได้แก่
  - รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ รีเลย์ที่มีเวลาทํางานเป็นส่วนกลับกับกระแส
  - รีเลย์กระแสเกินชนิดทํางานทันที (Instantaneous over current relay) คือรีเลย์ที่ทํางานทันทีทันใด เมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดที่ตั้งไว้
  - รีเลย์แบบดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Definite time lag relay) คือ รีเลย์ที่มีเวลาทํางานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น
  - รีเลย์แบบอินเวอสดิฟิไนต์ไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ รีเลย์ที่ทํางานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และแบบดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน
6. รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทํางานโดยอาศัยผลต่างของกระแส
7. รีเลย์มีทิศทาง (Directional relay) คือรีเลย์ที่ทํางานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย ผู้ที่นำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจะมีความผิดตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่าง ๆ

- รีแอคแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)
- อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)
- โมห์รีเลย์ (Mho relay)
- โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)
- โพลาริไซซ์โมห์รีเลย์ (Polarized mho relay)
- ออฟเซตโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)

9. รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

10. รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

11. บุคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz's relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นภายในหม้อแปลงจะทำให้ น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัสให้รีเลย์ทำงาน

#### ประโยชน์ของรีเลย์

1. ทำให้ระบบส่งกำลังมีเสถียรภาพสูง โดยรีเลย์จะตัดวงจรเฉพาะส่วนที่เกิดความผิดปกติออกเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการลดความเสียหายให้แก่ระบบน้อยที่สุด
2. ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมส่วนที่เกิดความผิดปกติ
3. ลดความเสียหายไม่ลุกลามไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ
4. ทำให้ระบบไฟฟ้าไม่ดับทั้งระบบเมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นในระบบ

#### คุณสมบัติที่ดีของรีเลย์

1. ต้องมีความไว คือ มีความสามารถในการตรวจพบสิ่งผิดปกติเพียงเล็กน้อยได้
2. มีความเร็วในการทำงาน คือ ความสามารถทำงานได้รวดเร็วทันใจไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์และไม่กระทบต่อระบบ โดยเวลาที่ใช้ในการตัดวงจรขึ้นอยู่กับระดับของแรงดันของระบบด้วย

- ระบบ 6-10 เควี จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 1.5 - 3.0 วินาที
- ระบบ 100-220 เควี จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.15 - 0.3 วินาที
- ระบบ 300-500 เควี จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.1 - 0.12 วินาที

#### 7.4 วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประเภทต่าง ๆ

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่สามารถเอามาย่อยและบด แล้วทำเป็นอาหารสัตว์ได้ มีดังนี้

##### 1. ฟางข้าว

#### คุณสมบัติ

1. มีคุณภาพต่ำ เยื่อใยสูง มีอัตราการย่อยได้ต่ำ จึงตกค้างอยู่ในกระเพาะหมักนาน สัตว์จึงได้รับโภชนาไม่เพียงพอ ถ้าให้กินฟางอย่างเดียววันน้ำหนักจะลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไม่เหมาะจะใช้ฟางข้าวเลี้ยงสัตว์ที่ต้องการให้แร่ธาตุที่สูง โดยไม่ปรับปรุงคุณภาพของฟางก่อน

#### การใช้เลี้ยงสัตว์และข้อจำกัด

3. ใช้ฟางข้าวอย่างเดี่ยวเลี้ยงโค - กระบือในช่วงแล้ง เพื่อการดำรงชีพของสัตว์เท่านั้น
4. ใช้ฟางข้าวเสริมด้วยใบพืชตระกูลถั่ว หรือไขมันสำปะหลังอัตรา 0.5 - 1 กิโลกรัม/ตัว/วัน เพื่อคงสภาพน้ำหนักร่างกายในช่วงแล้ง
5. ใช้ฟางข้าวที่ราดสารละลาย ยูเรีย - กากน้ำตาล (อัตราที่ใช้คือ ยูเรีย : กากน้ำตาล : น้ำ : ฟาง : เท่ากับ 1.5 : 7.5 : 80 : 100 หน่วยน้ำหนักเดียวกัน) เพื่อปรับปรุงคุณภาพฟาง และเพิ่มความน่ากิน
6. ใช้ในรูปของฟางปรุงแต่ง (หรือฟางหมัก) จะเพิ่มโปรตีนและการย่อยได้สูงขึ้น

#### ข้อแนะนำการใช้

1. การใช้ฟางข้าวราดสารละลาย ยูเรีย - กากน้ำตาล หรือฟางปรุงแต่งเลี้ยงโค - กระบือ ควรให้อาหารชั้นเสริมด้วยในกรณีสัตว์ที่ให้ผลผลิต เช่น ในโคนม ใช้ฟางปรุงแต่งร่วมกับอาหารชั้นที่โปรตีนรวมไม่ต่ำกว่า 15% ยอดโภชนะย่อยได้ไม่น้อยกว่า 65% อัตราที่ให้เสริม 1 กิโลกรัมต่อการผลิตน้ำนม 2 - 2.5 กิโลกรัม เพื่อให้มีส่วนสัมพันธ์กันในการใช้เป็นอาหารได้เต็มที่
2. การใช้ฟางข้าวหรือฟางปรุงแต่งเลี้ยงโค - กระบือ เป็นระยะเวลานาน ควรเสริมวิตามิน AD3E ให้ด้วยการฉีด หรือเพิ่มให้เพียงพอในกรณีให้อาหารชั้นร่วมด้วยเพื่อป้องกันการขาด

#### 2. ยอดอ้อย

#### คุณสมบัติ

1. เป็นวัสดุเหลือใช้จากไร่อ้อย ได้แก่ ส่วนยอดรวมทั้งใบบริเวณยอดหรือปลายลำต้น
2. ยอดอ้อยหมัก เป็นกรรมวิธีเก็บยอดอ้อยสดไว้ใช้ในฤดูการผลิต ในการหมักเติมวัตถุดิบ เช่น กากน้ำตาล ยูเรีย หรือรำ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและเร่งขบวนการหมัก
3. ยอดอ้อยสดและหมัก มีความน่ากินสูงกว่ายอดอ้อยอบแห้ง
4. ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาก ได้ทั้งในรูปสด หมัก หรืออบแห้ง โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง และควรใช้ร่วมกับอาหารชั้น หรือวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่น ๆ เช่น ใบพืชตระกูลถั่ว ไขมัน สำปะหลัง เพราะยอดอ้อยมีคุณค่าทางอาหารต่ำ
5. ยอดอ้อยมักมีอยู่ในไร่แบบกระจัดกระจาย ในบางพื้นที่อาจมีปัญหาในการเก็บรวบรวมมาใช้

#### การใช้เลี้ยงสัตว์และข้อจำกัด

1. ในกรณีที่มีการเลี้ยงโค - กระบืออยู่ใกล้ๆ พื้นที่ปลูกอ้อย ควรนำวัสดุเหลือนี้มาใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์ และเก็บถนอมไว้ใช้ในกรณีมีมากเหลือเพื่อ ในช่วงขาดแคลนอาหารหยาก
2. กรณีใช้กับสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูง ควรเสริมอาหารชั้น ที่ปรับระดับพลังงานและโปรตีนให้สูงขึ้นเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 3. ต้นถั่วลิสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คุณสมบัติ** ส่วนลำต้นและใบหลังเก็บเกี่ยวฝักแล้ว ยังมีสีเขียวอยู่เล็กน้อย

**การใช้เลี้ยงสัตว์และข้อจำกัด**

1. ใช้เป็นอาหารหยาบ ทั้งในรูปสด ตากแห้งหรือหมักร่วมกับกากน้ำตาลหรือยูเรีย แต่ใช้ในรูปสดจะได้ประโยชน์มากกว่า และควรใช้ร่วมกับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟางข้าว เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์
2. ต้นถั่วลิสงหลังจากเก็บเมล็ดแล้วถ้าปล่อยให้แห้งเกินไป ใบจะร่วงเหลือส่วนของลำต้นซึ่งแข็งสัตว์กินได้น้อย

#### 4. เปลือกฝักและต้นถั่วลิสง

**คุณสมบัติ** ส่วนของต้นใบและเปลือกฝักถั่วลิสงหลังเก็บเกี่ยวและนวดเอาเมล็ดออกแล้ว

**การใช้เลี้ยงสัตว์และข้อจำกัด**

1. ใช้เป็นอาหารหยาบในโคกระบือ ในรูปตากแห้งหรือหมักร่วมกับกากน้ำตาลหรือยูเรีย
2. ใช้เสริมร่วมกับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟาง
3. เปลือกฝักและต้นถั่วที่ฝายการนวดเอาเมล็ดออกแล้วก็มีเศษชิ้นย่อยเล็กๆ เวลาสัตว์กินจะฟุ้งกระจาย สูญเสีย และกินได้น้อย

#### 5. เปลือกและต้นข้าวโพดฝักอ่อน

**คุณสมบัติ**

1. เป็นผลพลอยได้จากการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน ประกอบด้วยส่วนของเปลือกและไหม ส่วนของลำต้นและยอดอ่อน ซึ่งถอนจากต้นก่อนเก็บฝักข้าวโพด
2. การใช้เลี้ยงสัตว์และข้อจำกัด
3. ใช้ในรูปของอาหารหยาบ ใช้มากในโคนม โคขุน
4. ใช้ในรูปของพืชสด ใช้แทนหญ้า หรือสลับกับหญ้า
5. ทำเป็นพืชหมัก เก็บไว้ใช้ได้นาน
6. ในส่วนของยอดข้าวโพดมีโปรตีนสูง โคชอบกินมาก แต่มีจำนวนน้อย

**การใช้เลี้ยงสัตว์และข้อจำกัด**

1. ใช้ได้โดยไม่จำกัดปริมาณ ในโคนมอาจกินได้ถึงวันละ 30 - 50 กิโลกรัม/ตัว/วัน
2. การใช้เป็นอาหารโคนมขณะกำลังให้นม ควรให้อาหารชั้นอย่างเพียงพอ เพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น
3. ควรกินเป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ หากให้กินตั้งแต่ต้นสัตว์จะเลือกกินเฉพาะใบจะเหลือต้นทิ้งจำนวนมาก

#### 6. เปลือกสับประรด

**คุณสมบัติ** เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตสับประรดกระป๋อง ประกอบด้วย ส่วนของเปลือกแกนกลาง เศษเนื้อ และจุก (ตะเกียง) รวมทั้งผลที่ตัดทิ้งจากไร่และพ่อค้ารายย่อย

**การนำมาใช้เลี้ยงสัตว์**

1. ใช้ได้ดีในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคนม โคเนื้อ แพะและแกะ
2. ใช้เป็นอาหารหยาบในรูปของเปลือกสับประรดแห้ง และหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ใช้ผสมอาหารชั้นในรูปของเปลือกสับปะรดแห้ง

## 7. กากมะเขือเทศ

**คุณสมบัติ** ผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำมะเขือเทศ

**การใช้เลี้ยงสัตว์และข้อจำกัด**

1. ใช้เป็นอาหารหยาบโดยเสริมร่วมกับอาหารหยาบชนิดอื่น ๆ เช่น หญ้าสด หญ้าแห้ง หรือ ฟางข้าว เป็นต้น
2. กากมะเขือเทศตากแห้ง ใช้ทดแทนแหล่งโปรตีนได้บางส่วนในสูตรอาหารชั้น
3. ไม่สามารถเก็บกากมะเขือเทศไว้ได้นาน จะเน่าเสียและขึ้นราได้ง่าย

## 7.5 อาหารเสริมอัดก้อนคุณภาพสูงและการผสมอาหาร

อาหารหมายถึงสสารใด ๆ ซึ่งบริโภคเพื่อเสริมโภชนาการให้แก่ร่างกาย อาหารมักมาจากพืชหรือสัตว์ และมีสารอาหารที่สำคัญ อาทิ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน หรือแร่ธาตุ สิ่งมีชีวิตย่อยและดูดซึมสสารที่เป็นอาหารเข้าสู่เซลล์เพื่อนำไปสร้างพลังงาน คงชีวิต และ/หรือ กระตุ้นการเจริญเติบโต

อาหารสัตว์มีความสำคัญ และจำเป็นการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของสัตว์ อาหารของสัตว์อาจได้มาทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และ/หรือ เกิดขึ้นจากการแปรสภาพที่ได้จากพืช หรือสัตว์ เป็นสิ่งที่มีสารอาหารและเป็นประโยชน์ในการบำรุงร่างกายสัตว์ ซึ่งอาหารสัตว์ส่วนมากจะได้มาจากพืช เช่น มันสำปะหลัง รำ ปลายข้าว กากถั่วเหลือง เมล็ดธัญ เป็นต้น

อาหารสัตว์มี 2 แบบ คือ อาหารหยาบและอาหารชั้น เมื่อสัตว์ได้กินอาหารเข้าไปแล้วและอาหารก็เปลี่ยนเป็นพลังงาน และพร้อมที่จะนำไปใช้ในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น

1. การเจริญเติบโต อาหารสัตว์ถูกใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อในร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งของหนัง โครงกระดูก และอวัยวะภายใน สัตว์แต่ละวัยมีความต้องการของจำนวนและปริมาณของอาหารที่ต่างกัน จึงควรจัดหาอาหารให้ถูกต้องและประหยัด เพื่อการดำรงชีพ การให้พลังงานในการทำงานของอวัยวะส่วนต่าง ๆ เพื่อสามารถให้มีชีวิตอยู่ต่อไปได้ เช่น การหายใจ การเคลื่อนไหว เป็นต้น
2. การสืบพันธุ์ สัตว์ที่มีวัยที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ จำเป็นต้องการอาหารเพื่อให้กระบวนการของอวัยวะสืบพันธุ์ทำงานได้เป็นปกติ ทั้งสัตว์เพศผู้และเพศเมีย
3. การให้ผลผลิต เมื่ออาหารเข้าสู่ร่างกายแล้วจะส่งเสริมให้สุขภาพ ร่างกายของสัตว์มีความเจริญเติบโต ไม่ว่าจะเนื้อของสัตว์ ปริมาณนมจากสัตว์ เป็นต้น

ดังนั้นอาหารสัตว์จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง จึงต้องมีการพัฒนาอาหารสัตว์ให้มีคุณค่าแก่สัตว์มากที่สุด เช่น การนำมันสำปะหลังมาทำเป็นมันหมัก

อาหารเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการผลิตน้ำนมของโคนม และต้นทุนการผลิตน้ำนม ค่าอาหารถือว่าเป็นรายจ่ายร้อยละ 40-70 ของต้นทุนการผลิตน้ำนม ปริมาณการกินอาหารจัดเป็นข้อจำกัดที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำนมของโคนมที่อยู่ในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น อย่างเช่น ประเทศไทย แม้โครีดนมในประเทศไทยสามารถกินอาหารในรูปวัตถุแห้งได้ระหว่าง 13-16 กิโลกรัม/ตัว/วัน ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน และสามารถกินอาหารในรูปวัตถุแห้งได้ระหว่าง 14-18 กิโลกรัม/ตัว/วัน ในช่วงฤดูหนาว หากแม่โครีดนมโดยเฉพาะในระหว่างหลังคลอด 100 วัน ไม่สามารถกินอาหารได้ตามต้องการในการผลิตน้ำนม แม่โครีดนมก็จะสลายกล้ามเนื้อและไขมันที่สะสมตามอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายเพื่อเป็นสารตั้งต้นในการผลิตน้ำนม ทำให้แม่โครีดนมมีสภาพร่างกายผอมลง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีปัญหาการผสมไม่ติดโคนมเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง มี 4 กระเพาะประกอบด้วย กระเพาะผ้าขี้ริ้ว กระเพาะรังผึ้ง กระเพาะสามสิบกลับ และกระเพาะแท้ กระเพาะสามส่วนรวมเรียกว่า กระเพาะหมัก การจัดการอาหารให้มีปริมาณและคุณภาพตรงตามความต้องการในการผลิตโคนมต้องคำนึงถึงความต้องการโภชนะสำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก อาหารที่กินเข้าไปจะถูกย่อยในกระเพาะในลำไส้จนสัตว์สามารถดูดซึมเอาเข้าไปในกระแสเลือดได้ อาหารส่วนที่ถูกดูดซึมเข้าไปได้ถือว่าเป็นส่วนที่ย่อยได้และส่วนที่ถูกขับถ่ายออกจากร่างกายถือว่าเป็นส่วนที่ไม่ย่อย

อาหารสำหรับโคนมมีอยู่ 2 ประเภทคือ อาหารหยาบและอาหารข้น รายละเอียดของอาหารโคนมแต่ละประเภท มีดังนี้

### 7.5.1 อาหารหยาบ

อาหารหยาบ หมายถึงอาหารที่มีความเข้มข้นของโภชนะต่อหน่วยน้ำหนักน้อย มีความฟ้ามมาก (ฟ้าม : อาหารที่มีความไม่แน่นของเยื่อใย) และมีเยื่อใยสูงเกิน 18% ของวัตถุแห้ง ย่อยได้ยาก โคนมต้องกินในปริมาณมากจึงจะได้โภชนะที่เพียงพอแก่ความต้องการของร่างกาย ส่วนใหญ่แล้วอาหารหยาบได้แก่ ส่วนต่าง ๆ ของต้นและใบพืช ซึ่งจัดเป็นอาหารหลักของโคนมและเป็นแหล่งอาหารที่มีราคาถูก

อาหารหยาบหรืออาหารที่มีเยื่อใยสูง เป็นอาหารที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับโคนม เพราะช่วยกระตุ้นให้กระเพาะบีบตัว ทำให้สัตว์ขยอกอาหารออกมาเคี้ยวเอื้อง ซึ่งในการเคี้ยวเอื้องนี้จะมีน้ำลายถูกขับออกมาเป็นจำนวนมาก น้ำลายของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะช่วยต้านความเป็นกรดในกระเพาะหมักไม่ให้ลดต่ำเกินไป มิฉะนั้นจุลินทรีย์จะมีชีวิตอยู่ไม่ได้ เนื่องจากในกระเพาะหมักมีการหมักอาหารอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงมีกรดไขมันระเหยได้ผลิตออกมาเสมอ ถ้าสัตว์ได้รับอาหารชั้นในระดับสูงก็จะมีกรดถูกผลิตออกมาในอัตราเร็วมากเพราะอาหารชั้นมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายอยู่มาก ถ้าไม่มีสารในน้ำลายมาช่วยต้านทานความเป็นกรดไว้ กระเพาะจะมีความเป็นกรดสูง จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักจะมีชีวิตอยู่ไม่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้สัตว์ป่วยหรือตายในที่สุด ด้วยเหตุนี้อาหารหยาบหรืออาหารที่มีเยื่อใยสูงจึงนับว่าจำเป็นต่อสัตว์เคี้ยวเอื้องมาก นอกจากนี้อาหารหยาบยังช่วยทำให้มีไขมันในน้ำนมสูง ถ้าโคนมได้รับอาหารหยาบไม่เพียงพอ จะทำให้น้ำนมที่ผลิตออกมามีไขมันในน้ำนมต่ำ ไม่ส่งผลดีต่อเกษตรกร

#### อาหารหยาบแบ่งได้ 3 ประเภทใหญ่ คือ

1. อาหารหยาบสด เช่น หญ้าสด ต้นและเปลือกข้าวโพด ผักอ่อนข้าวโพด ต้นและใบถั่วสด ยอดอ้อย และเปลือกสับปะรด เป็นต้น
2. อาหารหยาบหยาบแห้ง เช่น หญ้าแห้ง ฟางข้าว ต้นและใบถั่วแห้งหรือพืชอื่น ๆ ที่เก็บถนอมไว้โดยการตากแดดหรืออบให้น้ำระเหยไป จนเหลือความชื้นอยู่ในระดับที่สามารถเก็บไว้ได้โดยปลอดภัย
3. พืชหักหรือไซเลจ ได้แก่ ต้นและใบพืชที่นำไปถนอมไว้ในสภาพที่อวบน้ำและอัดอากาศ เช่น หญ้าหมัก และต้นข้าวโพดหมัก

#### ตัวอย่างอาหารหยาบ

1. **หญ้าสด** โคนมสามารถกินได้เต็มที่ ควรให้โคนมกินในตอนที่ยังไม่แก่เกินไป เพราะไม่อย่างนั้นคุณภาพของหญ้าจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ฟางข้าว เป็นผลพลอยได้จากการทำนาของเกษตรกรชาวนา ฟางข้าวสามารถเพิ่มคุณค่าทางอาหารด้วยการหมักด้วยยูเรีย 5% (ซึ่งปุ๋ยยูเรีย 5 กิโลกรัม ละลายในน้ำ 100 ลิตร ราดบนฟางข้าว 100 กิโลกรัม แล้วปิดให้สนิท ทิ้งไว้ 10-14 วัน หรือ 2 สัปดาห์ ค่อยนำออกมาให้โคนมกิน)

3. ไขมันสำปะหลังแห้ง (มันเฮย์) สามารถใช้ได้ทั้งยอดโดยหักเมื่อต้นมันมีอายุ 3-4 เดือน ซึ่งตอนนี้ไขมันสำปะหลังจะมีโปรตีนประมาณ 24% ของวัตถุแห้ง ควรตากประมาณ 2-3 แดดก่อนนำมาใช้เลี้ยงโคนม เพื่อลดระดับสารพิษไซยาไนด์ (HCN)

4. ต้นหรือเปลือกฝักข้าวโพด หากเป็นต้นข้าวโพดควรสับให้มีขนาดเล็กลงก่อนให้โคนม อาหารหยาบช่วยกระตุ้นผนังกระเพาะรูเมนให้มีการบีบตัวเป็นปกติ โคนมมีการเคี้ยวเอื้องขับน้ำลายสู่กระเพาะช่วยลดกรดในกระเพาะ ทำให้สภาพภายในกระเพาะรูเมนเหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ช่วยให้ระบบการย่อยอาหารได้ดี โคนมกินอาหารได้มากทำให้โคนมมีสุขภาพแข็งแรงให้น้ำนมมาก และมีการสืบพันธุ์ที่ดี

### 7.5.2 อาหารชั้น

ในการเลี้ยงโคนมควรเสริมอาหารชั้นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโคที่กำลังเจริญเติบโต และ/หรือให้ผลผลิตน้ำนมสูง เพราะโคนมเหล่านี้ต้องการสารอาหารสูง ถ้าหากให้กินเฉพาะอาหารหยาบอย่างเดียวจะได้สารอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายยิ่งโคนมให้ผลผลิตน้ำนมสูงขึ้นไปยิ่งต้องให้อาหารชั้นสูงมากขึ้น แต่เนื่องจากอาหารชั้นมีผลทำให้เกิดกรดในกระเพาะหมักมาก ดังนั้นในโคนมที่จะให้น้ำนมสูงและต้องได้รับอาหารชั้นสูงควรต้องระวังปริมาณอาหารชั้นที่จะให้ด้วย มิฉะนั้นจะทำให้กระเพาะหมักมีสภาพเป็นกรดมากเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะและต่อตัวโคนม การให้อาหารชั้นแก่โคนมควรต้องแบ่งให้หลายๆ มื้อ มื้อละน้อย ๆ หรือให้อาหารผสมครบส่วน (TMR : คือให้อาหารหยาบและอาหารชั้นผสมกัน) โดยคำนวณให้มีโภชนะเพียงพอกับความ ต้องการของร่างกาย เพื่อโคนมจะได้รับอาหารชั้นเข้าไปอย่างช้า ๆ ทำให้กระเพาะหมักไม่มีสภาพเป็นกรดมากนัก อาหารชั้นมีโภชนะเข้มข้นกว่าหญ้า เพราะหญ้าเพียงอย่างเดียวไม่สามารถให้โภชนะเพียงพอตามที่โคนมต้องการได้ โดยเฉพาะโคนมที่กำลังให้ผลผลิตน้ำนม ดังนั้นเมื่อโคนมกินร่วมกับหญ้าอย่างเหมาะสม โคนมจึงจะได้รับโภชนะเพียงพอตามความต้องการของร่างกาย แต่อาหารชั้นมักมีราคาแพงกว่าหญ้า ดังนั้นการให้อาหารชั้นต้องพิถีพิถัน เพื่อความประหยัดและโภชนะครบถ้วนอาหารชั้นเป็นอาหารที่มีความเข้มข้นของโภชนะต่อหน่วยน้ำหนักสูง มีเยื่อใยต่ำกว่า 18% ของวัตถุแห้ง ย่อยได้ง่าย แม้ว่าสัตว์จะกินเข้าไปน้อยก็สามารถให้สารอาหารที่เป็นประโยชน์ได้มาก แบ่งเป็น 5 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- 1 ให้พลังงาน
- 2 ให้โปรตีน
- 3 ให้เสริมแร่ธาตุ
- 4 ให้เสริมวิตามิน
- 5 ให้สารเสริมอื่น ๆ

### 7.6 อาหารและวัตถุดิบในการผลิตอาหารโคนม

#### วัตถุดิบแหล่งพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **มันเส้น/มันสำปะหลัง** ใช้เป็นแหล่งพลังงานหลัก มีโปรตีนประมาณ 2.6% มีโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN) 79% ก่อนนำมาใช้ควรตากแดดให้แห้งสนิท เพื่อลดสารพิษและลดการเกิดเชื้อรา ระวังในเรื่องการปลอมปนของต้นมันที่ติดมากับหัวมัน

2. **ปลายข้าว** ใช้เป็นแหล่งพลังงาน มีโปรตีนประมาณ 8% และโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด 80% สิ่งที่ต้องระวังคือแกลบและความชื้น

3. **รำข้าว** ใช้เป็นแหล่งของพลังงาน มีไขมันสูง อย่าเก็บไว้นานจะเหม็นหืน ทำให้คุณภาพลดต่ำลง

4. **กากน้ำตาล** เป็นผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาล มีโปรตีนต่ำเพียง 2% และโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด 70% ลักษณะเป็นของเหลวข้นเหนียวสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นหอมรสหวานทำให้อาหารที่นำมาผสมเกิดความน่ากิน

5. **เมล็ดข้าวโพด** เป็นแหล่งพลังงานที่มีโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด 80% และมีโปรตีนประมาณ 8% และยังมีวิตามินต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่น วิตามิน A, B1 สูง ก่อนนำมาผสมควรตีหรือบดให้แตกก่อน จะทำให้โคนมสามารถนำไปย่อยและใช้ประโยชน์ได้ดียิ่งขึ้น สิ่งที่ต้องระวังคือ ความชื้นในเมล็ดข้าวโพดไม่ควรให้สูงเกิน 14% เพราะจะทำให้เกิดเชื้อราและสารพิษจากเชื้อรา ทำให้เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโตและการให้น้ำนมของโคนมได้

6. **ไขมัน** เป็นแหล่งที่ให้พลังงานสูง เช่น ไขมันสัตว์ แต่ใช้ในอาหารโคได้ไม่เกิน 5% เพราะจะทำให้การกินได้และการย่อยอาหารลดลง

#### วัตถุดิบแหล่งโปรตีน

1. **เมล็ดฝ้าย** ใช้เป็นแหล่งของโปรตีน และยังเป็นแหล่งพลังงาน คือ มีโปรตีนประมาณ 15-20% แต่เมล็ดฝ้ายมีสารพิษที่เรียกว่า กอสซิบอล จึงไม่ควรใช้เมล็ดฝ้ายเกิน 25% ในสูตรอาหาร

2. **กากถั่วเหลือง** ใช้เป็นแหล่งของโปรตีน 44-48 % มีโภชนะย่อยได้ทั้งหมด 25% และยังมีพลังงานสูง แต่มีข้อจำกัดที่ราคาที่ยังคงแพง การเลือกใช้ต้องขึ้นอยู่กับราคา

3. **ใบกระถินแห้ง** ใช้เป็นแหล่งของโปรตีน 20-25 % มีโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด 75% และยังเป็นแหล่งของวิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามิน A การเลือกใช้เป็นวัตถุดิบควรระวังไม่ให้กิ่งหรือก้านใบปลอมปนมากจะทำให้คุณภาพลดลง

4. **กากเมล็ดฝ้าย** ใช้เป็นแหล่งของโปรตีน และโปรตีนไหลผ่าน คือ มีโปรตีนประมาณ 40-50 % มีสารพิษต่ำ แต่มีข้อจำกัดเรื่องราคาที่แพง

5. **กากเปียร์แห้ง** ใช้เป็นแหล่งของโปรตีน 20-27 % และมีโปรตีนไหลผ่านสูง ใช้ได้ดีแต่ไม่ควรใช้มากเกินไปจะทำให้การย่อยได้และความน่ากินลดลง

6. **ยูเรีย** ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) เป็นแหล่งของโปรตีนไม่แท้ โคนมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แต่ไม่ควรใช้เกิน 3% ในสูตรอาหารชั้น เพราะทำให้เป็นพิษได้

#### วัตถุดิบแหล่งแร่ธาตุ

1. **เกลือ** เป็นแหล่งโซเดียม และคลอไรด์ ใช้ประมาณ 1% ในสูตรอาหาร ช่วยเพิ่มรสชาติและความน่ากินของอาหาร

2. **ไคแคลเซียม-ฟอสเฟส** เป็นแหล่งของแคลเซียมและฟอสฟอรัส มีแคลเซียมประมาณ 20-24% และฟอสฟอรัส 16-18 % ใช้ในสูตรอาหารโคไม่ควรเกิน 2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เปลือกหอยปน เป็นแหล่งของแคลเซียม โดยมีแคลเซียม ประมาณ 30-40 %

4. กระดุกปน มีแคลเซียมประมาณ 30-35 % และฟอสฟอรัส ประมาณ 15%

**หมายเหตุ** กำมะถันผง มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง ใส่เพื่อให้การย่อยอาหารได้ดีขึ้น โดยเฉพาะอาหารที่มียูเรียเป็นองค์ประกอบ ใช้ในอัตรา 1 ส่วน เมื่อใช้ยูเรีย 10 ส่วน

**วัตถุดิบ ปริมาณใช้สูงสุด (%)**

### 7.7 ทางปาล์มน้ำมันสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ปัญหาที่สำคัญของการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้อง ได้แก่ โคนเนื้อ โคนนม แพะ และแกะ คือ การขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณเพียงพอตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ซึ่งปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เพื่อเป็นหลักประกันว่าสัตว์ที่เลี้ยงจะมีอาหารหยากเพียงพอต่อความต้องการ แต่เนื่องจากเกษตรกรไทยมีพื้นที่จำกัดในการปลูกพืชอาหารสัตว์ ยกตัวอย่างเช่น ฟาร์มโคนม ซึ่งเกษตรกรมีพื้นที่ใช้ในการปลูกหญ้าเฉลี่ยทั้งประเทศเพียง 0.65 ไร่ต่อตัวหรือประมาณ 13 ไร่ต่อฟาร์ม ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของเกษตรกรถูกใช้เพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจ การแก้ปัญหาการขาดแคลนพื้นที่ปลูกพืชอาหารหยากมีแนวทางแก้ไขได้หลายแนวทาง ได้แก่ การเพิ่มพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกพืชอาหารสัตว์โดยการเปลี่ยนอาชีพบางอาชีพ การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของแต่ละพื้นที่มาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาก ฯลฯ เกษตรกรในประเทศแถบแอฟริกาหรือในประเทศมาเลเซียได้นำทางปาล์มน้ำมันมาพัฒนาเป็นอาหารหยากให้แก่สัตว์เคี้ยวเอื้อง สำหรับประเทศไทยก็มีการนำทางปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นอาหารสัตว์กันบ้างแล้ว แต่การใช้ทางปาล์มน้ำมันเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องให้เกิดประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้สูงสุดนั้นจำเป็นต้องพัฒนาการใช้ทางปาล์มน้ำมันด้วย โดยใช้เทคโนโลยีการพัฒนาวัตถุดิบเพื่อที่จะทำให้ได้อาหารสัตว์ที่เหมาะสมด้วย เช่น การถนอมพืชอาหารสัตว์โดยการหมัก ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับเป็นอย่างดี ทั้งในแง่ความสามารถในการกินได้และการย่อยได้ แต่เนื่องจากส่วนของทางปาล์มน้ำมันที่สามารถใช้ประโยชน์ได้นั้นมีความแปรผันทางด้านปริมาณและคุณภาพไปตามแต่ละตำแหน่งของทางปาล์มน้ำมัน

ที่ผ่านมา อังคณาและคณะ (2549) ได้พัฒนาแหล่งอาหารหยากจากทางปาล์มน้ำมันเพื่อนำมาใช้เป็นอาหารแพะ โดยได้ทำการตรวจสอบผลกระทบของกรรมวิธีการหมักทางปาล์มน้ำมันร่วมกับอาหารชั้นเพื่อใช้เป็นอาหารแพะ แล้วตรวจสอบปริมาณและคุณภาพของน้ำนมแพะที่ผลิตได้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากทางปาล์มน้ำมันที่จะนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ซึ่งผลงานวิจัยของอังคณาและคณะ (2549) นั้นเป็นผลงานวิจัยที่ดีและมีประโยชน์ต่อเกษตรกรหรือหน่วยงานที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่จังหวัดชุมพรเป็นอย่างมาก การทดลองบางส่วนในงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบเพียงบางส่วนเท่านั้น เพื่อเป็นแนวทางในเบื้องต้นสำหรับการนำทางปาล์มน้ำมันมาแปรรูปเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องในจังหวัดชุมพร

## กิจกรรมย่อยที่ 8 : การสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย คาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤตเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดด้วยการเหวี่ยงแยก รอบต่ำแบบควบคุมอุณหภูมิ

มะพร้าวเป็นพืชในตระกูลปาล์มชนิดหนึ่ง ลักษณะของลำต้นสูง ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Cocosnucifera* Linn. และชื่อสามัญ คือ Coconut ถิ่นกำเนิดของมะพร้าวอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตั้งแต่แหลมมลายูจนถึงปาปัวนิวกินี มะพร้าวเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีการปลูกอย่างแพร่หลาย ประเทศไทยปลูกมะพร้าวเกือบทุกภาคแต่บริเวณที่ปลูกมากที่สุดคือ ภาคใต้ (เกษตร , 2541) เพราะปลูกง่ายในภูมิประเทศที่มีอากาศอบอุ่นและมีแสงแดดมาก สามารถปลูกได้ในสภาพดินร่วนหรือปนทราย ที่มีความเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย หรือมี pH ระหว่าง 6-7 มะพร้าวเป็นไม้ยืนต้น มีลำต้นสูง 20.30-30.0 เมตร จัดเป็นไม้ลำต้นเดี่ยวระบบรากเหมือนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่วไปคือไม่มีระบบรากแก้ว แต่มีรากฝอยซึ่งมีขนาดเท่า ๆ กัน ส่วนใบของมะพร้าวเป็นใบประกอบขนนก มีสีเขียว เรียงติดกันเป็นแผงทั้งสองข้างและเมล็ดหรือเอนโดสเปิร์ม คือส่วนที่กะลาหุ้มไว้ทั้งหมด นับตั้งแต่แผ่นเนื้อเยื่อบาง ๆ จนถึงเนื้อมะพร้าว เมื่อมะพร้าวแก่เนื้อจะมีลักษณะแข็งหนาและมีน้ำมันสะสมปริมาณมาก(อภิสิทธิ์, 2554)

### 8.1 น้ำมันมะพร้าว

#### 8.1.1 คุณสมบัติด้านเคมีและกายภาพของน้ำมันมะพร้าว

##### 8.1.1.1 สมบัติด้านเคมี

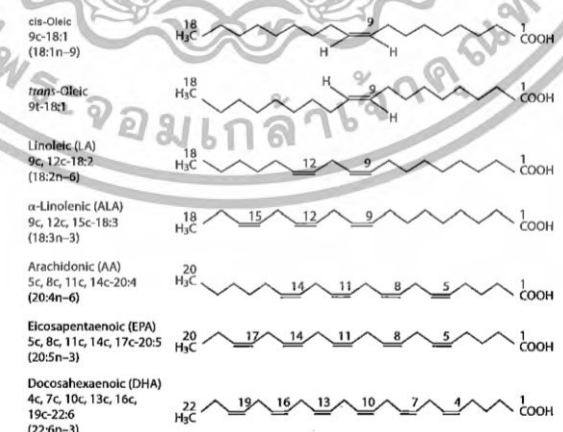
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันมะพร้าวเป็นไขมันที่อิ่มตัว 92.5 เปอร์เซ็นต์ และเป็นไขมันไม่อิ่มตัว 8 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันที่อิ่มตัวจะต่อกับธาตุคาร์บอนเป็นเส้นสายตรง โดยพันธะเดี่ยวเป็นเส้นยาวตามจำนวนของคาร์บอน แต่ละคาร์บอนจะมีไฮโดรเจนติดอยู่ 2 อะตอม เนื่องจากแต่ละอะตอมของคาร์บอนไม่สามารถรับไฮโดรเจนได้อีก เพราะไม่มีพันธะว่าง เช่นภาพที่ 8.1 แสดงโครงสร้างกรดไขมันอิ่มตัวชนิดกรดลอริก

กรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันมะพร้าวส่วนใหญ่มีจำนวนคาร์บอน 8-12 อะตอม ทำให้โมเลกุลของกรดไขมันเป็นประเภทกรดไขมันที่มีความยาวขนาดปานกลาง (Medium chain fatty acid) ซึ่งได้แก่ กรดลอริก(ประมาณ 47-53 เปอร์เซ็นต์)ทำให้น้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติในการดูดซึมได้ดีในระบบการทำงานร่างกายของมนุษย์(บรรจบ และ ณรงค์, 2551)กรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลางที่สำคัญในน้ำมันมะพร้าวได้แก่ กรดคาปริลิก (Caprylic acid C:8) กรดคาปริก (Carpic acid C:10) และ กรดลอริก (Lauric acid C:12)



น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิ่มตัวสูง ข้อดีของกรดไขมันอิ่มตัวคือ จากการที่สายโซ่โมเลกุลประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ที่จับกันด้วยพันธะ(bond) เดี่ยวที่มีความเสถียรสูง ไม่เปิดโอกาสให้ไฮโดรเจน (H<sub>2</sub>) และออกซิเจน (O<sub>2</sub>) แทรกได้ และมีส่วนที่เหลือ 8 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน(C) บางตัว จับกันด้วยพันธะคู่ ทำให้H<sub>2</sub>และ O<sub>2</sub>จึงแทรกตัวได้และเกิดไขมันทรานส์ได้ง่าย (ณรงค์, 2552) สูตรโครงสร้างของน้ำมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนได้ ดังภาพที่ 8.2



ภาพที่ 8.2 สูตรโครงสร้างของกรดไขมันไม่อิ่มตัว

ที่มา: <http://www.1life63.com/en/omega-in-your-body-fatty-acids-and-local-hormones/fatty-acids-and-local-hormones> (25 สิงหาคม 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันมะพร้าวยังประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acids) ประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว คือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่มีคาร์บอน 1 อะตอม ไม่มีไฮโดรเจน 2 อะตอมมาจับจึงต้องจับคู่กันเองด้วยพันธะคู่ จึงเป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่เพียง 1 คู่ และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acid; PUFA) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 คู่ ซึ่งส่วนใหญ่กรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีจำนวนของคาร์บอนอะตอมมาก จึงทำให้โมเลกุลมีความยาวมาก เช่น กรดโอเลอิก (Oleic acid C18:1) 0.09 เปอร์เซ็นต์, กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid C18:2) 1.05 เปอร์เซ็นต์ และ กรดลิโนเลนิก (Linolenic acid C18:3) 0.10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาณดังกล่าวได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) ดังตารางที่ 8.1

น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันอีกชนิดหนึ่งที่สามารถสกัดได้ด้วยวิธีที่ปราศจากสารเคมีสังเคราะห์เจือปน และไม่มีสารกำจัดศัตรูพืชซึ่งปนในน้ำมัน เนื่องจากเนื้อมะพร้าวที่เป็นแหล่งสะสมน้ำมันอยู่ในชั้นที่มีกะลาห่อหุ้ม อีกทั้งการเพาะปลูกมะพร้าวมีการฉีดพ่นยากำจัดแมลงแก่ผลมะพร้าวน้อยมาก ทำให้น้ำมันมะพร้าวมีความปลอดภัยสูง สามารถใช้น้ำมันมะพร้าวในสภาพที่แยกได้ตามธรรมชาติทันที โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ฟอกสีและกำจัดกลิ่น (Refining) ข้อดีของน้ำมันมะพร้าวอีกประการคือ การที่น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิ่มตัวสูงจึงเกิดกระบวนการเติมไฮโดรเจนและออกซิเจนได้น้อยกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่มีพันธะคู่ และไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการไฮโดรจีเนชันหรือกระบวนการเติมไฮโดรเจน เพื่อเพิ่มจุดเดือด และปรับปรุงคุณสมบัติทางความร้อนอีก ทำให้น้ำมันมะพร้าวเมื่อได้รับความร้อนสูง เช่น การทอด โมเลกุลของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันมะพร้าวไม่เปลี่ยนรูปเป็นกรดไขมันทรานส์ (Trans Fatty Acids) ที่เป็นสาเหตุของการเกิดไขมันชนิดทรานส์ (Trans fats) ทั้งนี้เนื่องจากไฮโดรเจนจะอยู่ด้านข้างของโมเลกุล ไม่มีแรงผลักระหว่างอะตอมไฮโดรเจนโมเลกุลจึงเรียงตัวในลักษณะเป็นเส้นตรง เรียกว่า “ทรานส์ (trans)” โดยกระบวนการนี้ไม่ได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แต่เกิดจากกระบวนการแปรรูปกรดไขมันไม่อิ่มตัวให้กลายเป็นกรดไขมันอิ่มตัวสูงเรียกว่า “ไฮโดรเมโรเซชัน” ซึ่งส่วนใหญ่มักเติมไฮโดรเจน จึงนิยมเรียกว่า “Hydrogenation” (ณรงค์, 2552) เช่น การผลิตมาร์การีน เนยขาว (shortening) ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เพราะเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้เชื้อโรคและสารพิษเข้าสู่เซลล์ได้สะดวก เกิดโรคหัวใจ ความดันเลือดสูงเพราะไปลดระดับ HDL Cholesterol จะเพิ่ม LDL Cholesterol เกิดสารก่อมะเร็งทำให้มีปริมาณของคอเลสเตอรอลชนิด LDL ในกระแสเลือดสูงและขัดขวางการเปลี่ยนไปเป็นพลังงานในตับ เป็นต้น เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวเป็นกรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลาง จึงปริมาณไขมันที่มีพลังงานน้อยที่สุด คือ 8.6 แคลอรีต่อกรัม เปรียบเทียบกับไขมันชนิดอื่น ๆ ซึ่งให้พลังงานถึง 9 แคลอรีต่อกรัม นอกจากนี้ น้ำมันมะพร้าวสามารถย่อยได้ง่าย และเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว เมื่อรับประทานผ่านปากจะถูกลำเลียงผ่านจากลำคอไปยังกระเพาะและลำไส้ต่อไปยังลำไส้ผ่านกระแสเลือด แล้วไปเปลี่ยนเป็นพลังงานในตับ ภายในเวลา 1 ชั่วโมงจนได้พลังงานในรูปของ ATP โดยไม่เปลี่ยนเป็นไขมันที่จะไปสะสมในร่างกาย (ณรงค์, 2556) ดังภาพที่ 8.3

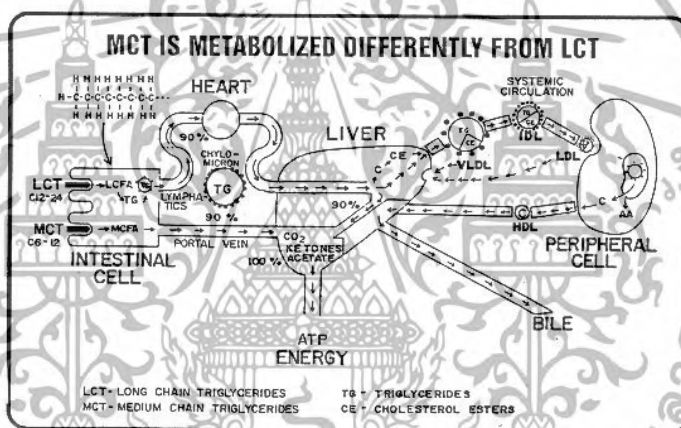
**ตารางที่ 8.1** องค์ประกอบทางเคมีของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในน้ำมันมะพร้าว

พารามิเตอร์	เปอร์เซ็นต์
Acid value (% FFA as lauric acid)	0.16±0.002
Iodine value- Wiji (g iodine per 100 g oil)	6.85±0.098
Peroxide value (meq / kg oil)	0.42±0.009

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดไขมันอิ่มตัวขนาดสั้น; Caproic acid	0.006±0.002
กรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลาง; Caprylic acid	7.73±0.052
Carpic acid	6.59±0.076
Lauric acid	50.01±1.147
กรดไขมันอิ่มตัวขนาดยาว; Myristic acid	19.26±0.854
Palmitic acid	10.01±0.629
Steraric acid	4.81±0.0400
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน	0.90±0.008
Oleic acid	0.10±0.000
Linoleic acid	0.15±0.030
Linolenic acid	0.10±0.010

ที่มา: Rohman et al. (2011)



ภาพที่ 8.3 ความแตกต่างของโมเลกุลไขมันในการเปลี่ยนเป็นพลังงาน

ที่มา: Dayrit (1995)

จากการศึกษาเปรียบเทียบการบริโภคน้ำมันชนิดต่าง ๆ Ingle (1999) และ Enig (1999) พบว่ากรดไขมันอิ่มตัวที่มีสูตรโครงสร้างสั้น ลดการสังเคราะห์และการเก็บสะสมไขมัน ดังนั้นการบริโภคเนยหรือน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีไขมันอิ่มตัวที่มีสูตรโครงสร้างขนาดสั้นและขนาดปานกลาง จึงมีประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการลดความอ้วน น้ำมันมะพร้าวจะเปลี่ยนเป็นพลังงานอย่างรวดเร็วและเร่งอัตราการเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงานหรือเมตาบอลิซึม (metabolism) มีผลทำให้เกิดความร้อนสูง (thermo genesis) โดยอุณหภูมิสูงขึ้น 1-2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือมากกว่า (ณรงค์, 2556) ซึ่งจะไปกระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้ทำงานเร็วขึ้น คล้ายมีภาวะไฮเปอร์ไทรอยด์ (hyperthyroid) ที่ต่อมไทรอยด์ทำงานในอัตราที่สูงกว่าภาวะปกติในภาวะนี้ร่างกายจะใช้พลังงานมาก ทำให้กระฉับกระเฉง (active) เพราะน้ำมันมะพร้าวที่บริโภคเข้าไปถูกเผาผลาญเป็นพลังงานไม่ได้ถูกสะสมเป็นไขมัน จึงเปลี่ยนเป็นพลังงานและผอมลง (Dayrit, 1995)

เมื่อรับประทานกรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลางเข้าสู่ร่างกายผ่านทางปาก โดยมีเอนไซม์lingual lipase สามารถย่อยกรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลางได้ส่วนหนึ่งซึ่งแตกต่างจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

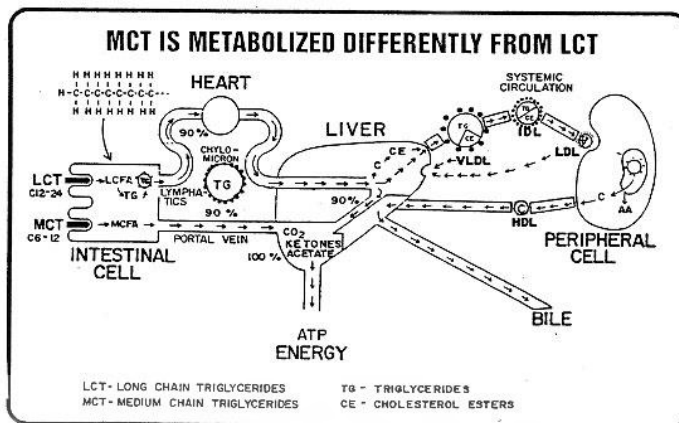
กรดไขมันไม่อิ่มตัวขนาดยาวที่ไม่สามารถย่อยได้ตั้งแต่ภายในปาก หลังจากนั้นกรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลางจะถูกย่อยที่กระเพาะอาหารอีกครั้งโดยเอนไซม์ gastric lipase ซึ่งสามารถย่อยไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลางได้อย่างรวดเร็ว และจะถูกลำเลียงและดูดซึมไปยังตับเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานภายในเวลา 1 ชั่วโมงและสร้างคอเลสเตอรอลชนิดดี (HDL cholesterol)(ณรงค์ , 2556; Aoyama et al., 2007)

น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันอีกชนิดหนึ่งที่สามารถสกัดได้ด้วยวิธีที่ปราศจากสารเคมีสังเคราะห์เจือปน และไม่มีสารกำจัดศัตรูพืชจึงปนในน้ำมัน เนื่องจากเนื้อมะพร้าวที่เป็นแหล่งสะสมน้ำมันอยู่ในชั้นที่มีกะลาห่อหุ้ม อีกทั้งการเพาะปลูกมะพร้าวมีการฉีดพ่นยากำจัดแมลงแก่ผลมะพร้าวน้อยมาก ทำให้น้ำมันมะพร้าวมีความปลอดภัยสูง สามารถใช้น้ำมันมะพร้าวในสภาพที่แยกได้ตามธรรมชาติทันที โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ฟอกสีและกำจัดกลิ่น (Refining)

ข้อดีของน้ำมันมะพร้าวอีกประการคือ การที่น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิ่มตัวสูงจึงเกิดกระบวนการเติมไฮโดรเจนและออกซิเจนได้น้อยกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่มีพันธะคู่ และไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการไฮโดรจีเนชันหรือกระบวนการเติมไฮโดรเจนเพื่อเพิ่มจุดเดือด และปรับปรุงคุณสมบัติทางความร้อนอีก ทำให้น้ำมันมะพร้าวเมื่อได้รับความร้อนสูง เช่น การทอด โมเลกุลของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันมะพร้าวไม่เปลี่ยนรูปเป็นกรดไขมันทรานส์ (Trans Fatty Acids) ที่เป็นสาเหตุของการเกิดไขมันชนิดทรานส์ (Trans fats) ทั้งนี้เนื่องจากไฮโดรเจนจะอยู่ด้านข้างของโมเลกุล ไม่มีแรงผลักระหว่างอะตอมไฮโดรเจนโมเลกุลจึงเรียงตัวในลักษณะเป็นเส้นตรง เรียกว่า “ทรานส์ (trans)” โดยกระบวนการนี้ไม่ได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แต่เกิดจากกระบวนการแปรรูปกรดไขมันไม่อิ่มตัวให้กลายเป็นกรดไขมันอิ่มตัวสูงเรียกว่า “ไอโซเมอไรเซชัน (isomerization)” ซึ่งส่วนใหญ่มักเติมไฮโดรเจน จึงนิยมเรียกว่า “Hydrogenation” (ณรงค์, 2552) เช่น การผลิตมาร์گارีน เนยขาว (shortening) ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เพราะเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้เชื้อโรค และสารพิษเข้าสู่เซลล์ได้สะดวก เกิดโรคหัวใจ ความดันเลือดสูง เพราะไปลดระดับHDL Cholesterol จะเพิ่ม LDL Cholesterol เกิดสารก่อมะเร็งทำให้มีปริมาณของคอเลสเตอรอลชนิด LDL ในกระแสเลือดสูงและขัดขวางการเปลี่ยนไปเป็นพลังงานในตับ เป็นต้น เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวเป็นกรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลาง จึงปริมาณไขมันที่มีพลังงานน้อยที่สุด คือ 8.6 แคลอรีต่อกรัม เปรียบเทียบกับไขมันชนิดอื่น ๆ ซึ่งให้พลังงานถึง 9 แคลอรีต่อกรัม นอกจากนี้ น้ำมันมะพร้าวสามารถย่อยได้ง่าย และเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว เมื่อรับประทานผ่านปากจะถูกลำเลียงผ่านจากลำคอไปยังกระเพาะและลำไส้ ต่อไปยังลำไส้ผ่านกระแสเลือด แล้วไปเปลี่ยนเป็น พลังงานในตับ ภายในเวลา 1 ชั่วโมงจนได้พลังงานในรูปของ ATP โดยไม่เปลี่ยนเป็นไขมันที่จะไปสะสมในร่างกาย (ณรงค์ , 2556) ดังภาพที่ 8.3

จากการศึกษาเปรียบเทียบการบริโภคน้ำมันชนิดต่าง ๆ Ingle (1999) และ Enig (1999) พบว่ากรด ไขมันอิ่มตัวที่มีสูตรโครงสร้างสั้น ลดการสังเคราะห์และการเก็บสะสมไขมัน ดังนั้นการบริโภคเนยหรือน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีไขมันอิ่มตัวที่มีสูตรโครงสร้างขนาดสั้นและขนาดปานกลาง จึงมีประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการลดความอ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8.4 ความแตกต่างของโมเลกุลไขมันในการเปลี่ยนเป็นพลังงาน  
ที่มา: Dayrit (1995)

น้ำมันมะพร้าวจะเปลี่ยนเป็นพลังงานอย่างรวดเร็วและเร่งอัตราการเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงานหรือเมตาบอลิซึม (metabolism) มีผลทำให้เกิดความร้อนสูง (thermo genesis) โดยอุณหภูมิสูงขึ้น 1-2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือมากกว่า (ณรงค์, 2556) ซึ่งจะไปกระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้ทำงานเร็วขึ้น คล้ายมีภาวะไฮเปอร์ไทรอยด์ (hyperthyroid) ที่ต่อมไทรอยด์ทำงานในอัตราที่สูงกว่าภาวะปกติในภาวะนี้ร่างกายจะใช้พลังงานมากทำให้กระฉับกระเฉง (active) เพราะน้ำมันมะพร้าวที่บริโภคเข้าไปถูกเผาผลาญเป็นพลังงานไม่ได้ถูกสะสมเป็นไขมัน จึงเปลี่ยนเป็นพลังงานและผอมลง (Dayrit, 1995) เมื่อรับประทานกรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลางเข้าสู่ร่างกายผ่านทางปากโดยมีเอนไซม์ lingual lipase สามารถย่อยกรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลางได้ส่วนหนึ่งซึ่งแตกต่างจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวขนาดยาวที่ไม่สามารถย่อยได้ตั้งแต่ภายในปาก หลังจากนั้นกรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลางจะถูกย่อยที่กระเพาะอาหารอีกครั้งโดยเอนไซม์ gastric lipase ซึ่งสามารถย่อยไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลางได้อย่างรวดเร็ว และจะถูกลำเลียงและดูดซึมไปยังตับเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานภายในเวลา 1 ชั่วโมงและสร้างคอเลสเตอรอลชนิดดี (HDL cholesterol) (ณรงค์ ; 2556; Aoyama et al. (2007)) น้ำมันมะพร้าวเมื่อแยกด้วยวิธีที่ไม่ผ่านความร้อนสูง และไม่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยสารเคมี ยังคงมีวิตามินอีที่มีประสิทธิภาพ ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) โดยวิตามินอีในน้ำมันมะพร้าวทำหน้าที่ละลายอนุมูลอิสระ คือ  $\alpha$ -Tocotrienol ซึ่งพบในปริมาณน้อยกว่าในพืชไขมันชนิดอื่น ๆ แต่มีวิตามินอีชนิด  $\alpha$ -Tocotrienol และมีประสิทธิภาพสูงกว่า  $\alpha$ -Tocopherol จึงเป็นสาเหตุให้น้ำมันมะพร้าวมีสารต้านอนุมูลอิสระทำหน้าที่ต่อต้านการเติมออกซิเจน (Oxidation) ที่เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นโมเลกุลของสารที่เปลี่ยนสภาพจากการสูญเสียอิเล็กตรอนในวงแหวนรอบนอก และโมเลกุลที่เปลี่ยนสภาพนี้จะไปดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลข้างเคียงอื่น ๆ ต่อไป เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ เช่น ในกรณีเยื่อเซลล์ฉีกขาดทำให้เกิดการกลายพันธุ์อันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจ มะเร็ง เป็นต้น (ณรงค์, 2552)

### 8.1.2 คุณสมบัติด้านกายภาพ

ลักษณะของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ควรมีสีใสเหมือนน้ำ เมื่อตรวจด้วยเครื่องวัดสีและถ้ามีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ จะทำให้สีของน้ำมันมะพร้าวเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือชมพูส้มแดง ส่วนกลิ่นของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ควรมีกลิ่นหอมอ่อนๆของมะพร้าว รสชาติของน้ำมันมะพร้าว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริสุทธิ์ ต้องไม่ระคายเคืองลำคอ และควรมีกรดลอริกในประมาณ 47-55 เปอร์เซ็นต์ ค่าทางลักษณะทางกายภาพของน้ำมันมะพร้าวแสดงดังตารางที่ 2 แต่ทั้งนี้ค่า I.V. ก็ไม่ใช่ค่าที่ดีที่สุดในการประเมินความเสถียรของปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Henna and Tan, 2009)

**ตารางที่ 8.2** ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันมะพร้าว

Parameters	Value
Relative density* (40° C/water 20° C )	0.908-0.921
Relative index* ND 40° C	1.448-1.450
Saponification value (mg KOH/g oil)	248-265
Iodine value (g I <sub>2</sub> /100g sample)	6.3-10.6
Acid value (mg KOH/g)	6.3-10.6

หมายเหตุ: Relative density คือ ความหนาแน่นสัมพัทธ์, Relative index คือ ดัชนีหักเห  
ที่มา:ดัดแปลงจาก Codex alimentarius commission (2001)

### 8.1.3 ประเภทน้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าว ที่ได้จากการสกัดจากเนื้อมะพร้าวสดที่แก่ที่เรียกว่า “มะพร้าวห้าว” เพื่อให้ซึ่งมีน้ำมันประมาณ 30-33 เปอร์เซ็นต์ เป็นน้ำมันที่ได้โดยไม่ผ่านความร้อนสูง ( cold-press coconut oil) อุณหภูมิที่ใช้ควรต่ำกว่า60 องศาเซลเซียส (ลลิตา, 2548) ลักษณะทางกายภาพน้ำมันมะพร้าว มีความข้นต่ำ สีใสเหมือนน้ำ สามารถแบ่งวิธีการสกัดน้ำมันมะพร้าวได้ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการบีบร้อน (Hot press) และ กระบวนการบีบเย็น (Cold press) (กันทิมา และ วิมลนารถ,2548) ซึ่งจะได้น้ำมันมะพร้าวชนิดต่าง ๆ ดังนี้

8.1.3.1 น้ำมันมะพร้าว RBD เป็นน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้จากเนื้อมะพร้าวห้าว โดยการบีบหรือตัวทำละลาย แล้วนำมาผ่านความร้อนสูงและกระบวนการทางเคมี เพื่อให้บริสุทธิ์ฟอกสี และกำจัดกลิ่น น้ำมันมะพร้าวสุดท้ายที่ได้มีลักษณะสีเหลืองอ่อน ไม่มีกลิ่นและรสชาติปราศจากวิตามินอี

8.1.3.2 น้ำมันมะพร้าวบีบเย็น (cold-press coconut oil) เป็นน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตจากเนื้อมะพร้าวสดผ่านกระบวนการบีบ ไม่ผ่านความร้อนสูง ลักษณะใสเหมือนน้ำ มีวิตามินอี และไม่ผ่านกระบวนการเติมออกซิเจน มีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำ มีกลิ่นมะพร้าวอ่อนๆ มีความข้นไม่เกิน 0.1 เปอร์เซ็นต์ นิยมผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือระดับครัวเรือน Ghazali (2009) ได้เปรียบเทียบน้ำมันมะพร้าว RBD ที่สกัดโดยใช้การสกัดแบบแห้งและน น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่สกัดจากเนื้อมะพร้าวสดแบบบีบเย็นพบว่าน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบเย็นมีปริมาณส่วนประกอบที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากกว่า

### 8.1.4 กระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

การแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ จากเนื้อมะพร้าวสด สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.1.4.1 การสกัดแบบแห้ง (dry process) เป็นการแยกโดยใช้เนื้อมะพร้าวแห้งและอบด้วยความร้อนต่ำ ประมาณ 40-50 องศาเซลเซียส เวลา 30-45 นาทีจากนั้นนำไปบีบเพื่อให้ได้น้ำมันออกมาโดยใช้เครื่องบีบอัดแบบเย็น (cold press) มีอยู่ 2 ชนิดคือ เครื่องอัดไฮดรอลิก (hydraulic press) และเครื่องอัดแบบเกลียว (screw press)

8.1.4.2 การแยกแบบเปียก (wet process) น้ำมันมะพร้าวจะถูกแยกจากเนื้อมะพร้าวสดโดยน้ำกะทิจะถูกคั้นออกจากเนื้อมะพร้าว จากนั้นนำไปแยกเอาน้ำมันมะพร้าว สามารถทำได้หลายวิธี คือ การเคี้ยว (boiling) การหมัก (fermentation) การแช่เย็น (refrigeration) การใช้เอนไซม์ (enzyme) และการใช้เครื่องเหวี่ยง (centrifuge)

ขั้นตอนการแยกน้ำมันออกจากกะทิ มีดังต่อไปนี้

1) วัตถุดิบ จะใช้มะพร้าวที่มีอายุ 12-13 เดือน ซึ่งเป็นมะพร้าวที่โตเต็มที่ โดยมะพร้าวที่ใช้เพื่อให้ได้น้ำมันมะพร้าว 1 ลิตร คือ 10-15 ลูก หรือเนื้อมะพร้าวชูดอบแห้ง 1 กิโลกรัมเมื่อผ่านการบีบเย็นจะให้ผลผลิตของน้ำมันมะพร้าว 170-180 มิลลิลิตร (นิรนาม , 2548) แต่ทางทฤษฎีพบว่ามะพร้าวมีปริมาณน้ำมัน 30-33 เปอร์เซ็นต์

2) การเตรียมวัตถุดิบ ควรเลือกใช้มะพร้าวที่ผ่านการกะเทาะเปลือกใหม่ๆ และไม่ควรถังข้ามคืน อาจเกิดการเน่าเสีย จากการทำงานของเอนไซม์หรือจุลินทรีย์ ทำให้น้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้มีกลิ่นและรสไม่ดี โดยทั่วไปเนื้อมะพร้าวชูดจะมีความชื้นประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ทั้งนี้ควรนำเนื้อมะพร้าวอบแห้งก่อนเป็นเวลา 4 ชั่วโมง

3) กระบวนการแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์รงค์ (2554) ได้รายงานวิธีการแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ไว้หลากหลายวิธี มีทั้งแบบดั้งเดิมในครัวเรือนหรือระดับอุตสาหกรรมดังนี้

3.1) การแยกน้ำมันมะพร้าวในระดับครัวเรือนแบบดั้งเดิม (Traditional hand pressed method) โดยการบีบน้ำกะทิจากเนื้อมะพร้าวชูดที่เก็บรักษาไว้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง องค์ประกอบในน้ำกะทิประกอบด้วยน้ำมัน น้ำโปรตีนและอื่น ๆ น้ำกะทิจะถูกหมักเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เพื่อให้ไขมันมะพร้าวแยกจากชั้นน้ำ จากนั้นให้ความร้อนแก่น้ำมันมะพร้าวเพื่อไล่ความชื้นและทำการกรอง ข้อเสียของวิธีการนี้ คือ เป็นการผลิตในระดับครัวเรือน ทำให้ควบคุมคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวค่อนข้างยาก

3.2) การแยกน้ำมันมะพร้าวโดยใช้เครื่องบีบแบบสกรู (screw type press) โดยใช้เนื้อมะพร้าวที่ผ่านการชูดและอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง หลังจากกะเทาะเปลือกเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของแบคทีเรีย ซึ่งวิธีการนี้สามารถใช้ความดันต่ำร่วมด้วย โดยเนื้อมะพร้าวมีความชื้น 10-12 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำมันมะพร้าวที่บีบได้มีองค์ประกอบของน้ำที่มาจากความชื้นของเนื้อมะพร้าวประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์และเมื่อตั้งทิ้งไว้ น้ำมันและน้ำจะแยกชั้นแล้วอาจใช้ความร้อนเพื่อกำจัดปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ วิธีนี้มีประสิทธิภาพในการแยกน้ำมันมะพร้าวมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์

3.3) การเคี้ยว (Boiling) โปรตีนที่หุ้มอนุภาคน้ำมันมะพร้าวที่แขวนลอยอยู่ในน้ำกะทิจะจับตัวเป็นก้อน (Coagulate) ความร้อนจากการเคี้ยว ทำให้น้ำมันมะพร้าวแยกตัวออกมาจากกะทิเมื่อนำน้ำกะทิไปตั้งทิ้งไว้ 3 ชั่วโมงเพื่อให้เกิดการแยกชั้น นำชั้นบนซึ่งเป็นหัวกะทิไปคั้นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนกระทั่งน้ำมันแยกออกมาจากกะทิ ในช่วงแรก ใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส หลังจากนั้น ให้ลดอุณหภูมิลงเหลือ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งโปรตีน จับตัวเป็นก้อน เมื่อน้ำมันเริ่มแยกตัวออกจากโปรตีน จึงลดอุณหภูมิลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส แยกน้ำมันจากกากออกโดยเทลงบนผ้าขาวบาง จากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไปตุ๋นเพื่อไล่น้ำออกให้หมด แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อแยกส่วนเจือปนเล็ก ๆ ออก

3.4) การกลั่น (Distillation) และการกลั่นสุญญากาศ ( Vacuum Distillation) การแยกน้ำมันมะพร้าวแบบบีบเย็น โดยจะใช้ความร้อนเพียงเพื่อทำให้โมเลกุลของน้ำมันมะพร้าวที่ได้ เปลี่ยนไปอยู่ในสภาพที่คงตัวมากขึ้น และทำให้กรดไขมันขนาดปานกลาง มีปริมาณลดลง แต่พบว่า น้ำมันที่ได้ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ดังนั้น การกลั่นเย็นสุญญากาศ จะช่วยทำให้ emulsifier ที่เป็นโปรตีนหุ้มโมเลกุลของน้ำมันถูกทำลายได้ง่าย ไม่ส่งผลต่อโมเลกุลของน้ำมันมะพร้าว เพราะจุดเดือดของสารต่าง ๆ ในสภาพสุญญากาศ ต่ำกว่าจุดเดือดภายใต้บรรยากาศ ทำให้กระบวนการการผลิตสามารถใช้อุณหภูมิที่ต่ำได้

3.5) การหมัก (Fermentation Method) เป็นการสกัดน้ำมันมะพร้าวที่ง่าย สะดวก และลงทุนต่ำ ทำโดยการคั้นกะทิจากผลมะพร้าวแก่ ภายใน 24 ชั่วโมง วิธีนี้มักมีข้อเสีย เรื่องความชื้น ในน้ำมันมะพร้าว ทำให้ต้องไล่ความชื้นโดยผ่านความร้อน จึงจะได้น้ำมันคุณภาพดีมีชั้นตอนคือ นำเนื้อมะพร้าวชูดน้ำอุ่น 1:1 จากนั้นคั้นกะทิแยกกากมะพร้าว นำกะทิไปหมักในสภาวะไร้อากาศ โดยใส่ภาชนะทรงสูงปิดปากโหลด้วยพลาสติก ตั้งทิ้งไว้ 36-48 ชั่วโมง ระหว่างการบ่มเอนไซม์ในกะทิ ตามธรรมชาติ จะทำให้โปรตีนแยกตัวออกจากน้ำมันหลังจากตั้งทิ้งไว้ 36-48 ชั่วโมง พบน้ำกะทิแยกเป็น 3 ส่วน คือ น้ำมันมะพร้าวลอยตัวอยู่ด้านบนอาจพบกากมะพร้าวปนได้ ชั้นกลางเป็นกากกะทิ และส่วนล่างสุด คือน้ำที่มีปริมาณมากที่สุด จากนั้นแยกน้ำมันมะพร้าวส่วนบนตั้งทิ้งไว้ 2-3 วัน เพื่อให้เกิดการตกตะกอน สามารถเก็บน้ำมันมะพร้าวได้นานถึง 12 เดือน โดยไม่เสื่อมสภาพผลผลิตที่ได้ น้ำมันมะพร้าว 15-20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อมะพร้าวที่นำสกัด (คมสัน, 2547)

3.6) การใช้แรงเหวี่ยง (Centrifugation Method) เครื่องหมุนเหวี่ยง เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับเร่งอัตราการตกตะกอนของอนุภาค (Particle) ที่ไม่ละลายออกจากของเหลว หรือของเหลวหลายชนิดที่มีความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ต่างกันออกไป ทำให้สารละลาย เข้มข้นขึ้น เป็นต้น

ปัจจุบันเครื่องหมุนเหวี่ยงได้มีการพัฒนาไปจนสามารถที่ใช้วิเคราะห์ชนิดของสาร หรือน้ำหนักโมเลกุลของสารได้โดยอาศัย คุณสมบัติของตัวกลาง คุณสมบัติของอนุภาคที่แตกต่างกัน และการสร้างแรงหนีศูนย์กลาง ที่เกิดจากการหมุนรอบจุดหมุนด้วยความเร็วรอบที่สูงมาก การแยกกะทิ โดยใช้เครื่องเหวี่ยงเพื่อให้สารที่มีความถ่วงจำเพาะต่างกันแยกชั้นกัน น้ำมันซึ่งเบาที่สุด จะอยู่ส่วนบน ส่วนน้ำและของแข็งที่ปน จะอยู่ส่วนล่างซึ่งสามารถปรับปรุงโดยการให้ความเย็น เริ่มจากการคั้นกะทิ โดยไม่ผสมน้ำจะได้กะทิเข้มข้นหรือหัวกะทิน้ำมาลดอุณหภูมิให้มีอุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส เวลา 1-2 ชั่วโมง แล้วนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงแยกน้ำและไขมันออกจากกัน ใช้เวลา 15 นาที จะได้น้ำมันบริสุทธิ์ ส่งผลให้น้ำมันใสสะอาด และมีกลิ่นหอม (Nilk and Raghavendra, 2012) เนื่องจากการใช้เครื่องเหวี่ยง สามารถรักษากลิ่นหอมมะพร้าว จึงส่งผลให้น้ำมันมะพร้าวมีกลิ่นหอมเป็นธรรมชาติ วิธีการนี้จะได้น้ำมันมะพร้าวที่มีคุณภาพสูงกว่าวิธีแบบดั้งเดิม เนื่องจากไม่มีการให้ความร้อนแก่น้ำมัน

และมีความชื้นต่ำ (คมสัน , 2547) แต่ข้อเสียคือ มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงเนื่องจากต้องใช้เครื่องเหวี่ยงแยกซึ่งมีราคาสูง มักพบเพียงในระดับอุตสาหกรรม

แสงเงิน (2534) ได้ศึกษาการผลิตเนยกะทิ โดยการลดอุณหภูมิของหัวกะทิที่มีน้ำมัน 28-34 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 4-12 องศาเซลเซียส แล้วบ่มค้างคืนที่ 4 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำมากวน แยกน้ำ เพื่อเปลี่ยนชนิดของอิมัลชันจากน้ำมันในน้ำ เป็นน้ำในน้ำมัน ได้เนยกะทิที่มีปริมาณน้ำมัน 82 เปอร์เซ็นต์อยู่ในสถานะของแข็งอุณหภูมิห้องเย็น แต่เมื่อหลอมละลายที่อุณหภูมิห้องจะได้น้ำมันใสแยกออกมา

สุคนธ์ชื่น (2542) ได้ศึกษาการแยกน้ำมันมะพร้าวจากน้ำกะทิ น้ำกะทิเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ทำการแยกหัวกะทิออกด้วยเครื่องแยกครีม เกิดการรวมตัวของไขมันในหัวกะทิและน้ำบางส่วนออกที่อุณหภูมิต่ำ ก่อนการทำลายอิมัลชันด้วยการเพิ่มอุณหภูมิ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสม 15 องศาเซลเซียส เมื่อน้ำมันในหัวกะทิมีสถานะเป็นของแข็งพอ และอุณหภูมิเหมาะสมการทำอิมัลชันคือ 80 องศาเซลเซียส ได้ผลผลิตน้ำมัน 98 เปอร์เซ็นต์และน้ำมันมะพร้าวที่แยกได้มีลักษณะใส ไม่มีสี กลิ่นหอมธรรมชาติ

Hagenmaier et al. (1973) ได้ศึกษาการเหวี่ยงแยกน้ำกะทิได้เป็นหัวกะทิโดยการเติมน้ำมันมะพร้าวอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนหัวกะทิต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 1:5 แล้วหมุนเหวี่ยงซ้ำ 2 ครั้ง ค่า pH ของกะทิหลังจากการเหวี่ยงแยก 6.4-8.1 และได้ผลผลิตน้ำมันมะพร้าวที่เป็นลักษณะใส ไม่มีสี 95 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำกะทิ และนำส่วนที่เป็นโปรตีนที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ (insoluble protein) นำอบแห้งเพื่อเก็บรักษาแปรรูปต่อไป

Gunetileke and Laurentius (1974) ได้ศึกษาการเหวี่ยงแยกน้ำกะทิในหลอดหมุนเหวี่ยงขนาด 50 มิลลิลิตร ที่ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที และลดอุณหภูมิของหลอดหมุนเหวี่ยงเป็นค่าต่าง ๆ ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส ก่อนปรับอุณหภูมิเป็น 25 องศาเซลเซียส แล้วหมุนเหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 5,000 รอบต่อนาที พบว่าต้องลดอุณหภูมิต่ำกว่า 17 องศาเซลเซียส จึงจะเกิดการแยกตัวของน้ำมันและได้ผลผลิตน้ำมันมะพร้าวเพิ่มขึ้นเมื่อลดอุณหภูมิต่ำลง

McGlone et al. (1986) ได้ศึกษาการผสมเอนไซม์  $\alpha$ -amylas, polygalacturonase และ protease กับเนื้อมะพร้าวขูดละเอียดกับน้ำในอัตราส่วนของเนื้อมะพร้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:4 ทิ้งไว้ 30 นาทีที่ 40 องศาเซลเซียส แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงที่ 12,300 รอบต่อนาที สามารถแยกน้ำมันได้ 60 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำมันทั้งหมดในเนื้อมะพร้าว

Nour et al. (2009) ได้ศึกษาการแยกน้ำมันมะพร้าวด้วยเครื่องเหวี่ยงแยก ที่ความเร็วรอบ 6,000-12,000 รอบต่อนาที เวลา 30-105 นาที มีการแยกชั้นเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนบนสุด คือ น้ำมันมะพร้าว และ ส่วนกลาง คือ ชั้นครีมมะพร้าว และส่วนล่างสุด คือ น้ำที่แยกจากน้ำมันมะพร้าว ซึ่งพบว่าการเร็วรอบและเวลาที่ใช้ในการเหวี่ยงแยกมีผลต่อปริมาณของน้ำมันมะพร้าวกล่าวคือ เมื่อความเร็วรอบในการเหวี่ยงเพิ่มขึ้นจะทำให้ได้ปริมาณของน้ำมันมะพร้าวเพิ่มขึ้น โดยความหนืดของน้ำมันมะพร้าวและน้ำจะมีความไวต่ออุณหภูมิ ซึ่งแรงเหวี่ยงทำให้เกิดความร้อนขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนืดของน้ำมะพร้าวจะลดลง ส่วนการเพิ่มอัตราเร่งในการเหวี่ยงแยกน้ำมันมะพร้าวเพิ่มขึ้น ผลที่ได้คือปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่เพิ่มขึ้น และยังพบว่าปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงสุดคือ 29.5% โดยใช้ความเร็วรอบและเวลาในการหมุนเหวี่ยง 1,200 รอบต่อนาที เวลา 105 นาที

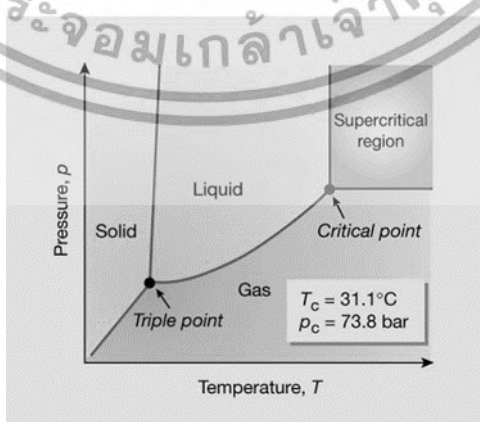
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันหนา (2556) ได้แยกน้ำมันมะพร้าวออกจากกะทิ 2 วิธีคือ การแช่แข็งกะทิและไม่แช่แข็งกะทิ การแช่แข็งกะทิก่อนเพื่อให้เกิดการรวมตัวของไขมันในกะทิ ณ อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียสที่ เวลาต่าง ๆ กัน ซึ่งกะทิแช่แข็ง 2 ชั่วโมงเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด จึงนำไปเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิที่สภาวะ อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที โดยเวลาที่เหมาะสมต่อการปั่นเหวี่ยง คือเวลา 50 นาที มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันมะพร้าวมากที่สุดคือ 30.47 และการไม่แช่แข็งกะทิ โดยนำเข้าไปในเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ ที่ 26 องศาเซลเซียสความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที เวลาต่าง ๆ กัน โดยพบว่าเมื่อปั่นเหวี่ยงนาน 120 นาที พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันมะพร้าวมากที่สุดคือ 33.96 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันมะพร้าวของกะทิแบบแช่แข็งและไม่แช่แข็ง มีความแตกต่างกันเพราะปริมาณความชื้นในกากมะพร้าวที่เหลือในกากมะพร้าวต่างกันคือ 55.80 และ 43.77 ตามลำดับ จึงส่งผลให้กะทิแบบไม่แช่แข็ง มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันมะพร้าวมากกว่าแบบแช่แข็ง

## 8.2 การสกัดด้วยวิธีการสกัดเหนือจุดวิกฤต (supercritical fluid extraction; SFE)

การสกัดด้วยวิธีการสกัดเหนือจุดวิกฤตเป็นการสกัดโดยอาศัยของเหลววิกฤตที่ยิ่งยวดหรือของเหลวไหลเหนือวิกฤตซึ่งเป็นสภาวะที่สารอยู่ในสภาวะที่อุณหภูมิและความดันที่เป็นจุดวิกฤต (critical point) ของเหลวที่อยู่ในสภาวะนี้มีองค์ประกอบที่ไม่ใช่ของเหลวหรือก๊าซ แต่มีลักษณะเป็นของไหลกึ่งของเหลวและก๊าซ มีคุณสมบัติคล้ายตัวทำละลายอินทรีย์แต่สามารถแพร่ซึมผ่านได้เหมือนก๊าซ มีความขุ่นหนืดและแรงตึงผิวต่ำ ทำให้สามารถสกัดหรือพาสารที่ต้องการออกจากพืชได้ดีจากคุณสมบัติดังกล่าว ทำให้เป็นที่นิยมนำเอาวิธีการสกัดแบบเหนือจุดวิกฤตมาใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชและสมุนไพรมากกว่าวิธีการสกัดแบบอื่น

ของไหลที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต หมายถึง สารใดๆ ในสภาวะซึ่งจำแนกไม่ได้ว่าเป็นก๊าซหรือของเหลว การเปลี่ยนเฟสจากของเหลวไปเป็นก๊าซสิ้นสุดที่จุดวิกฤตและที่เหนือจากจุดนี้เป็นของไหลที่มีเฟสเดียวเรียกว่าของไหลที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต (ภาพที่ 2.4) บริเวณของของไหลที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตจะไม่มี การเปลี่ยนเฟสใดๆ ที่อุณหภูมิมักสูงกว่า  $T_c$  และ ความดันมากกว่า  $P_c$  สารจะอยู่ในสภาวะที่มีคุณสมบัติจำแนกไม่ได้ว่าเป็นก๊าซหรือของเหลวเรียกสารที่อยู่ในสภาวะนี้ว่าของไหลที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตโดย  $T_c$  และ  $P_c$  ของสารต่าง ๆ



ภาพที่ 8.4 แผนภาพแสดงความดันและอุณหภูมิของสารบริสุทธิ์ใด ๆ

ที่มา: เกคินี (2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้วิธีการสกัดเหนือจุดวิกฤตเป็นหนึ่งในทางเลือกที่กำลังได้รับความสนใจแทนการใช้การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ การสกัดด้วยวิธีการสกัดเหนือจุดวิกฤตส่วนใหญ่นิยมใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) เป็นของไหลที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต เนื่องจากมีอุณหภูมิและความดันวิกฤตค่อนข้างต่ำ (304.2 เคลวิน หรือ 31.3 องศาเซลเซียส และ 7.38 MPa หรือ 72.9 atm) การใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นของไหลที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตในการสกัด มีข้อดีคือ ปลอดภัย ไม่เป็นพิษ ไม่ติดไฟ ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและผู้บริโภคมากกว่าการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์และง่ายต่อการนำมาใช้เมื่อเทียบกับการสกัดแบบดั้งเดิมหรือทั่ว ๆ ไปในปัจจุบันการสกัดด้วยวิธีการสกัดเหนือจุดวิกฤตโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นของไหลที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตกำลังเป็นที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ สามารถสกัดน้ำมันได้ปริมาณสูง ใช้เวลาสั้น แต่อย่างไรก็ตามขั้นตอนการสกัดจำเป็นต้องอาศัยสภาวะที่เหมาะสม โดยอาศัยปัจจัยต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องในระหว่างกระบวนการสกัดเช่น ความดัน อุณหภูมิเวลาขนาดและปริมาณตัวอย่างและอัตราการไหลที่เหมาะสม เพื่อให้การสกัดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้มีปริมาณมากที่สุด (เกศินี, 2549; Xu and Godber 2000; Imsanguan et al., 2008)

Shen et al. (1996) ศึกษาผลของอุณหภูมิความดันและอัตราการไหลของความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์กับความสามารถในการสกัด การปรับแต่งและการแยกน้ำมันรำข้าวที่อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 2.5 กิโลกรัม/ชั่วโมง อุณหภูมิ 0-60 องศาเซลเซียส และความดัน 17-31 MPa เวลา 6 ชั่วโมงต่อการสกัดน้ำมันรำข้าวกรดไขมันอิสระแอลฟา-โทโคเฟอร์รอล สเตอรอล (แคมเปสเตอร์รอล (campesterol) ซิตอสเตอร์รอล (sitosterol) และ สติกมาสเตอร์รอล (stigmasterol)) และแกมมา-โอโรซานอลการสกัดเกิดขึ้นเกือบสมบูรณ์ภายในเวลา 6 ชั่วโมงและอัตราการสกัดสอดคล้องกับความอิ่มตัวของคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำมันรำข้าวที่สกัดได้ตลอดเวลาส่วนใหญ่ของการสกัด

Xu and Godber (2000) ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแกมมา-โอโรซานอลจากรำข้าวด้วยวิธีการสกัดเหนือจุดวิกฤตที่ความดัน 68901 kPa (680 atm) อุณหภูมิ 30 40 45 50 55 60 และ 75 องศาเซลเซียส อัตราการไหล 250 มิลลิกรัม/นาที ความเข้มข้นของแกมมา-โอโรซานอลในสารสกัดที่สกัดได้ในเวลาและอุณหภูมิต่าง ๆ พบว่า ใน 10 นาทีแรกของการสกัดความเข้มข้นของแกมมา-โอโรซานอลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ที่อุณหภูมิสูงกว่าที่อุณหภูมิต่ำเมื่อเปรียบเทียบวิธีการสกัดแกมมา-โอโรซานอลจากรำข้าวด้วยวิธีการสกัดเหนือจุดวิกฤตและการสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซนต่อไอโซโพรพานอลอัตราส่วน 50:50 (v/v) อุณหภูมิการสกัด 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาทีเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและความเข้มข้นของแกมมา-โอโรซานอลที่ได้จากการสกัดพบว่า ผลผลิตที่ได้จากวิธีการสกัดเหนือจุดวิกฤตจะมีปริมาณมากกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3-4 เท่า ภายในระยะเวลาการสกัดที่สั้นกว่าและวิธีการสกัดเหนือจุดวิกฤตที่มีการเก็บสารเฉพาะในช่วงเวลา 15-20 นาทีของเวลาที่ใช้ในการสกัด จะทำให้ได้ความเข้มข้นของแกมมา-โอโรซานอลสูงคือ  $674.6 \pm 148.1$  มิลลิกรัม/กรัมของสารสกัด ซึ่งเห็นว่าแกมมา-โอโรซานอลมีปริมาณมากและสกัดออกจากเมทริกซ์ของตัวอย่างได้ภายในระยะเวลาที่เหมาะสม

Louli et al. (2004) ศึกษาการสกัดน้ำมันจากเมล็ดผักชีฝรั่ง (parsley seed) โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตที่ความดัน 10 MPa (100 บาร์) ขนาดอนุภาค 293 ไมครอนนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครเมตร ที่อุณหภูมิ 318 เคลวิน พบว่าเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้เป็น 0.7 1.1 และ 2 กิโลกรัม/ชั่วโมง เพื่อการเพิ่มอัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลให้อัตราการสกัดสารลดลง เนื่องจากอัตราการสกัดสารถูกควบคุมโดยการแพร่ภายในอนุภาค (intraparticle diffusion)

Lucas et al. (2002) ศึกษาการสกัดโทโคเฟอร์อลจากใบมะกอกด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตที่ความดันในช่วง 250-450 บาร์ ขนาดของอนุภาคในช่วง 0.25-1.5 มิลลิเมตร อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตในช่วง 0.5-1.5 มิลลิลิตร/นาทีและอุณหภูมิ 40-60 องศาเซลเซียส พบว่า สภาวะการสกัดที่เหมาะสมคือความดัน 250 บาร์ ขนาดของอนุภาค 1.5 มิลลิเมตรอัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต 1 มิลลิลิตร/นาทีและอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมงสามารถสกัดโทโคเฟอร์อลได้ ความเข้มข้นสูงสุด 74.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หรือ 10.10 มิลลิกรัม/100 กรัมใบมะกอกและได้ปริมาณน้ำมันมะกอก 7.15 มิลลิกรัม/100 กรัมใบมะกอกขณะที่ถ้าใช้เวลาการสกัด 1 ชั่วโมงสามารถสกัดโทโคเฟอร์อลได้ความเข้มข้นสูงสุด 97.1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หรือ 6.94 มิลลิกรัม/100 กรัมใบมะกอกและได้ปริมาณน้ำมันมะกอก 13.56 มิลลิกรัม/100 กรัมใบมะกอก

เกศินี (2549) ศึกษาการสกัดวิตามินอีจากเมล็ดดอกทานตะวันโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต โดยศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิที่มีผลต่อการสกัด ที่ความดันในช่วง 130-170 บาร์ อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส พบว่าความดันส่งผลให้ความสามารถในการละลายของน้ำมันดีขึ้น จึงทำให้ได้ปริมาณน้ำมันเพิ่มมากขึ้น แต่ปริมาณแอลฟา-โทโคเฟอร์อลที่สกัดได้มีค่าน้อยลงเมื่อเพิ่มความดัน ขณะที่การเพิ่มอุณหภูมิไม่มีผลต่อการสกัดแอลฟา-โทโคเฟอร์อลจากงานวิจัยปริมาณแอลฟา-โทโคเฟอร์อลที่สกัดได้สูงสุดคือ 2.52 มิลลิกรัม/100 กรัม เมล็ดดอกทานตะวันบด ที่สภาวะความดัน 130 บาร์ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณ 500 มิลลิลิตรและเมื่อใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตปริมาณแอลฟา-โทโคเฟอร์อลเพิ่มขึ้น 1.3 เท่า

การสกัดด้วยวิธีการสกัดเหนือจุดวิกฤตโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นของไหลที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตจึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นตัวทำละลาย เนื่องจากอุณหภูมิที่ต้องการไม่สูง ไม่เป็นพิษ ไม่ติดไฟและราคาถูก มีความมีขั้วต่ำใกล้เคียงกับเฮกเซนและเบนซีนและยังสามารถเพิ่มความมีขั้วโดยเพิ่มตัวทำละลายตัวอื่น เช่น เมทานอลหรือเอทานอลหรือปรับอุณหภูมิและความดันใหม่ ตัวอย่างการใช้สารปรับแต่ง (modifier) ร่วมกับการสกัดเหนือจุดวิกฤต เช่น

8.2.1 การเติมอะซิโตน (acetone) ลงในคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต เพื่อสกัดไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) พบว่าสามารถลดความดันที่ใช้จาก 13.5 MPa (1960 p.s.i.) เหลือเพียง 8 MPa (1160 p.s.i.) ซึ่งลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 30% (เกศินี 2549 อ้างจาก Peter and Brunner 1978)

8.2.2 การเติมน้ำ 0.1% ในคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต ช่วยเพิ่มอัตราเร็วในการขจัด 1-butanol และ n-butyl acetate ที่ติดมาในการสกัดแอกเพนนิซิลิน จี (penicillin G) (Verrall, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2.3 การใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่สถานะเหนือจุดวิกฤตช่วยเพิ่มปริมาณแอลฟา-โทโคเฟอร์รอลเพิ่มขึ้น 1.3 เท่า เมื่อเทียบกับการใช้เฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ที่สถานะเหนือจุดวิกฤตเพียงชนิดเดียวในการสกัดแอลฟา-โทโคเฟอร์รอลจากเมล็ดดอกทานตะวัน (เกศินี, 2549)

8.2.4 การใช้สารปรับแต่ง เอทานอล น้ำและน้ำมันมะกอก (olive oil) ในการสกัดไลโคปีน (lycopene) ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่สถานะเหนือจุดวิกฤต มีผลทำให้อัตราการสกัดสูงขึ้น ปริมาณไลโคปีนที่สกัดได้เพิ่มมากขึ้น (John et al., 2009)

มานพ และคณะ (2547) การศึกษาการสกัดเบต้า-แคโรทีนจากแครอท โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สถานะเหนือจุดวิกฤต (Supercritical CO<sub>2</sub>) อัตราการไหล และชนิดของตัวอย่างแครอทประเภทต่าง ๆ โดยได้ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ช่วงความดัน 130 ถึง 170 บาร์ อัตราการไหลของตัวทำละลายอยู่ในช่วง 0.3-0.7 มิลลิลิตร/นาที ชนิดของตัวอย่างที่ใช้ได้แก่ แครอทสดและแครอทกระป๋องปริมาณของตัวอย่างหนัก 60 กรัม เบต้า-แคโรทีนที่สกัดได้จากการทดลองนี้ ถูกวิเคราะห์โดย HPLC ซึ่งมี Methanol/THF/H<sub>2</sub>O เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในช่วงที่ทดลอง คือ การสกัดเบต้า-แคโรทีนจากแครอทสดด้วยอัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 0.3 มิลลิเมตร/นาที อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และความดัน 170 บาร์ โดยร้อยละของผลที่ได้สูงสุดมีค่า 2.24

Bencharat (2010) ได้ศึกษาแบบจำลองของการสกัดไตรกลีเซอไรด์ออกจากไบโอดีเซลที่มีวิฤภาคสมมูลของสารผสมหลายชนิดโดยใช้สมการสถานะของการกระจายตัวและรวมตัวแบบกลุ่ม (GCA-EOS) โดยใช้ของไหลเหนือวิกฤต วิธี GCA-EOS นี้ให้ผลการทำนายที่ดีในสารผสมที่มีความซับซ้อนมากเช่น ไตรกลีเซอไรด์และเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน (FAME) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานะเหนือวิกฤต แบบจำลองนี้ถูกพิจารณาเป็นสองระบบของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ระบบแรกคือ ไตรกลีเซอไรด์และเมทานอล ระบบที่สองคือเมทานอลที่ไม่เกิดปฏิกิริยา FAME (ผลิตภัณฑ์) และกลีเซอรอล (ผลพลอยได้) นอกจากนี้แบบจำลองยังทำโดยใช้ใช้น้ำมันปาล์มและสบู่ดำซึ่งถูกแสดงด้วยโครงสร้างโมเลกุลเทียมแบบเดี่ยว สำหรับระบบที่หนึ่งแผนภาพอุณหภูมิและความดันถูกสร้างขึ้นที่อัตราส่วนเมทานอลต่อน้ำมันต่าง ๆ (M/O) ที่อัตราส่วน M/O เพิ่มขึ้น อุณหภูมิและความดันวิกฤตมีแนวโน้มสูงขึ้น เส้นโค้งที่เชื่อมจากอุณหภูมิและความดันวิกฤตเหนือเส้นโค้งนี้ น้ำมันและเมทานอลจะผสมเข้ากันได้สมบูรณ์ ส่วนระบบที่สอง แผนภาพสามส่วนประกอบของเมทานอล FAME และกลีเซอรอลแสดงความไม่เข้ากันระหว่าง FAME และกลีเซอรอลใต้เส้นโค้งสมมูล เมื่อความดันเพิ่มขึ้นที่อัตราอุณหภูมิคงที่ การละลายของเมทานอลในวิฤภาค FAME จะเข้าใกล้กลีเซอรอลยิ่งไปกว่านั้น องค์ประกอบของเมทานอลในวิฤภาค FAME และกลีเซอรอลเท่ากันที่จุดเพลาท ซึ่งนำไปสู่การผสมกันได้อย่างสมบูรณ์เหนือจุดนี้ ที่อุณหภูมิ 473.15, 523.15, 573.15, 623.15 และ 673.15 K ความดันที่จุดเพลาทเป็น 17.5, 18.0, 19.2 และ 19.0 MPa สำหรับน้ำมันปาล์ม และ 18.4, 18.5, 18.9, 19.3 และ 18.9 MPa สำหรับน้ำมันสบู่ดำ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้บริเวณที่ไม่ละลายเข้ากันได้และปริมาณเมทานอลที่จุดเพลาทมีค่าลดลง นอกจากนี้ความดันที่จุดเพลาทของน้ำมันสบู่ดำสูงกว่าน้ำมันปาล์ม เนื่องจากความมีขั้วของกรดไขมันอิสระที่ไม่อิ่มตัวที่มีมากกว่าในโครงสร้างของน้ำมันสบู่ดำ ความดันที่สูงสุดถูกพบที่ 19.20 MPa สำหรับน้ำมันปาล์มและที่ 19.33 MPa สำหรับน้ำมันสบู่ดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรีตววรรณ (2556) ได้ศึกษาวิธีการสกัดเนื้อจุตวิฤต ผลของสารปรับแต่ง (เอทานอล) กับวิธีที่ไม่ใช้สารปรับแต่งร่วมกับการสกัดรำข้าวคงสภาพด้วยวิธีสกัดเนื้อจุตวิฤตที่อัตราการไหลของเอทานอล 0.5 1.0 และ 1.5 มิลลิลิตร/นาที่แบบไดนามิก 60 นาที่ ที่ความดัน 300 บาร์ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 400 มิลลิลิตร/นาที่พบว่าการใช้หรือไม่ใช้สารปรับแต่งร่วมกับการสกัดช่วยให้การสกัดปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอโรซานอลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) และผลการศึกษาปัจจัยการสกัดด้วยวิธีสกัดเนื้อจุตวิฤต ได้แก่ความดัน (250 350 และ 450 บาร์) และอุณหภูมิ (50 60 และ 70 องศาเซลเซียส) สกัดแบบไดนามิก 60 นาที่พบว่าความดันและอุณหภูมิมีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณวิตามินอีอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยสภาวะที่สกัดเตลตา-โทโคเฟอร์รอลได้มากที่สุดคือความดัน 250 บาร์ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สภาวะที่สกัดแกมมา-โทโคเฟอร์รอลและแอลฟา-โทโคเฟอร์รอลได้มากที่สุดคือความดัน 450 บาร์ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และพบว่าความดันมีผลต่อปริมาณน้ำมันรำข้าวและปริมาณแกมมา-โอโรซานอลอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยที่ความดัน 350 และ 450 บาร์ ให้ปริมาณน้ำมันรำข้าวและแกมมา-โอโรซานอลสูงที่สุด ขณะที่อุณหภูมิไม่มีผลต่อปริมาณน้ำมันรำข้าวและแกมมา-โอโรซานอลอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

Vanesa et al. (2010) ได้สกัดน้ำมันจากเมล็ดเชีย (chia seeds) ด้วย Supercritical carbon dioxide (SC-CO<sub>2</sub>) และทำการศึกษสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำมันที่สกัดได้ พบว่าอุณหภูมิการสกัด (40 องศาเซลเซียส, 60 องศาเซลเซียส และ 80 องศาเซลเซียส), ความดัน (250 bar, 350 bar และ 450 bar) และ เวลาการสกัด (60 min, 150 min และ 240 min) มีผลต่อผลได้ของการสกัดน้ำมัน (oil extraction yield) และจากการใช้ response surface methodology (RSM) พบว่า เวลาในการสกัด และความดันที่ใช้เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดมากที่สุด ผลได้ของการสกัดน้ำมันสูงสุด คือ 92.8% ได้จากการสกัดในสภาวะการสกัดดังนี้คือ เวลาสกัด 300 min ภายใต้อุณหภูมิ 450 bar น้ำมันที่สกัดได้ประกอบด้วยกรดไขมันที่แตกต่างออกไปตามสภาวะการสกัด โดยกรดไขมันที่มีปริมาณสูงคือ  $\alpha$ -linolenic acid (44.4–63.4%) และ linoleic acid (19.6–35.0%) จากการประเมินด้านกระแสวิทยา (rheological evaluation) ของน้ำมันที่สกัดได้ พบว่ามีลักษณะเป็น Newtonian behavior โดยความหนืดของน้ำมันจะลดลงเมื่อมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ตามความสัมพันธ์ของ Arrhenius-type relationship

Nuria et al. (2012) ได้สกัดน้ำมันปลาจากปลาและผลพลอยได้จากปลา ซึ่งเป็นแหล่งของ omega-3 polyunsaturated fatty acids เช่น EPA (eicosapentaenoic acid) และ DHA (docosahexaenoic acid) ด้วยวิธี supercritical ด้วย Supercritical carbon dioxide เปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิม การสกัดแบบเย็น การสกัดด้วยเอนไซม์ การสกัดด้วย supercritical fluid carbon dioxide ทำการสกัดภายใต้อุณหภูมิ 25 MPa และอุณหภูมิ 313 K พบว่าน้ำมันปลาที่สกัดได้มีปริมาณ omega-3 สูง และมีสารที่ไม่ต้องการ เช่น arsenic ในปริมาณน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ

Quitain et al. (2013) ได้ศึกษาการแยกน้ำมันมะพร้าวแบบวิธี supercritical carbon dioxide พบว่ามีประสิทธิภาพการแยกของน้ำมันมะพร้าวมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์และมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพที่สามารถต้านเชื้อจุลชีพต่าง ๆ ได้

Mark et al. (2016) ได้ศึกษาความสามารถในการละลายของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (virgin coconut oil; VCO) ในสภาวะ SC-CO<sub>2</sub> ที่อุณหภูมิในช่วง 313-353 K ความดัน 20.7 - เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตได้ หากมีการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ติดต่อแจ้งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34.5 MPa พบว่า สภาวะที่ VCO ละลายได้ดีที่สุด (0.0408 g/g) ที่อุณหภูมิ 353 K และความดัน 34.5 MPa ความสามารถในการละลายของ VCO เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ความดันอยู่ระหว่าง 31.0 และ 34.5 MPa ขณะที่ภายใต้ความดันระหว่าง 20.7 และ 24.1 MPa VCO จะมีความสามารถในการละลายลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และยังคงสามารถละลายได้ที่ความดันระหว่าง 27.5 และ 30.5 MPa

### 8.3 การใช้ประโยชน์จากกากตะกอนที่เหลือจากการสกัดน้ำมันมะพร้าวในผลิตภัณฑ์สบู่

สำหรับกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ของกลุ่มผู้ผลิตขนาดเล็ก มักใช้การสกัดแบบเปียกคือนำเนื้อมะพร้าวสดมาคั้นน้ำ กะทิจากนั้นนำน้ำกะทิที่ได้ไปแยกเอาน้ำมันออกโดยวิธีการหมัก(Fermentation process)(Jeyashokeet al. 2007) ซึ่งจะได้ส่วนที่เป็นน้ำมันประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เป็นของเหลือทิ้งคือครีมโปรตีนและน้ำที่มีปริมาณรวมมากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำและน้ำกะทิทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต นับได้ว่าเป็นปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นค่อนข้างสูง และเนื่องจากการผลิตขนาดเล็กที่อยู่กันอย่างกระจัดกระจายห่างกันจึงเป็นการยากที่จะรวบรวมน้ำทิ้งดังกล่าวมาบำบัดรวมแนวทางการบำบัดน้ำเสีย จึงเป็นไปได้ยาก ปัจจุบันชาวบ้านทำการกำจัดน้ำทิ้งที่ยังไม่ผ่านการบำบัดเหล่านี้โดยการปล่อยทิ้งลงสู่พื้นดิน และแหล่งน้ำธรรมชาติก่อให้เกิดปัญหาทั้งในด้านสิ่งแวดล้อมและ สุขภาพอนามัยของชาวบ้านในพื้นที่ใกล้เคียงเช่น แหล่งน้ำธรรมชาติเน่าเสีย มีกลิ่นเหม็นรบกวนผู้อาศัยในบริเวณใกล้เคียงปัญหาดินเปรี้ยว แนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาคือการนำเอาของเหลือทิ้ง ได้แก่ ชั้นครีมโปรตีนและน้ำทิ้งมาใช้ประโยชน์แทนการปล่อยทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อม สบู่ (Soap) คือ เกลือของกรดไขมันซึ่งเป็นผลผลิตจากปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน (Saponification reaction) คือ ปฏิกิริยาระหว่างด่างและไขมัน (ณ กัญภัทร, 2550) ทำให้เกิดสบู่ ซึ่งเป็นของแข็งที่มีลักษณะที่มีค่า cleansing active สูง สามารถชำระล้างสิ่งสกปรกได้ดี และละลายน้ำได้ดีแม้ในน้ำกระด้าง สบู่มีลักษณะขาวใสมีกลิ่นหอมของมะพร้าว มีความหนืดต่ำและยังมีส่วนประกอบของวิตามินอีซึ่งมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย เนื่องจากสบู่จากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีความสามารถชำระล้างได้ดีจึงอาจทำให้ผิวแห้งได้ นอกจากนี้ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ยังมีราคาค่อนข้างสูงจึงนิยมใช้น้ำมันอื่น ๆ ร่วมด้วยเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้น และปรับปรุงเนื้อสัมผัสของสบู่ เช่นการใช้น้ำมันมะพร้าวร่วมกับ น้ำมันปาล์มใน อัตราส่วน 1:1-2:1 เป็นต้นเพื่อให้สบู่มีความนุ่มนวล และให้ความชุ่มชื้นต่อผิว (ณ กัญภัทร, 2550)

จากการศึกษาคุณภาพของของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ของ Tripetchkulet al. (2008) พบว่า ในชั้นน้ำมีไขมันและโปรตีนเหลืออยู่ประมาณ 4.0 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรและ 1.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตามลำดับส่วนในชั้นครีมมีน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease) ประมาณ 56.6 เปอร์เซ็นต์ที่สามารถรวมตัวกับ น้ำช่วยเก็บกักความชุ่มชื้นให้กับผิวได้ (Secchi, 2008) ในการผลิตสบู่บางสูตรพบว่ามีการเติมส่วนผสมพวกโปรตีน เช่น นานนมลงในสบู่ด้วยเพื่อช่วยให้ผิวพรรณชุ่มชื้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่จากวัสดุเหลือทิ้ง ได้แก่ ครีม โปรตีนและน้ำทิ้ง

กิจกรรมย่อยที่ 9 : การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับ  
กลุ่มเกษตรกร

## 9.1 มะพร้าว

### 9.1.1 ลักษณะของมะพร้าว (ณรงค์, 2557)

มะพร้าว ชื่อสามัญ Coconut มะพร้าว มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Cocos nucifera* L. จัดอยู่ในวงศ์ปาล์ม (Arecaceae) ซึ่งแต่เดิมใช้ชื่อวงศ์ว่า *Plamae* หรือ *Plamaceae* มะพร้าวมีชื่อท้องถิ่นต่าง ๆ ว่า ตุง (จันทบุรี) โพล (กาญจนบุรี) คอสิม (แม่ฮ่องสอน) หมากอุน หมากอูน (ทั่วไป) เป็นต้น มะพร้าวเป็นพืชยืนต้นที่จัดอยู่ในตระกูลปาล์ม ใบมีลักษณะเป็นใบประกอบเหมือนขนนก ผลประกอบไปด้วยเปลือกนอก ไยมะพร้าว กะลามะพร้าว และชั้นสุดท้ายคือเนื้อมะพร้าว ซึ่งภายในจะมีน้ำมะพร้าว ถ้าลูกลมะพร้าวแก่มาก เนื้อมะพร้าวจะดูดเอาน้ำมะพร้าวไปหมด สำหรับสถิติการผลิตมะพร้าว ประเทศอินโดนีเซีย คือ อันดับ 1 ของโลกที่ผลิตมะพร้าวได้มากที่สุด ส่วนประเทศไทยจะอยู่ที่อันดับ 6 ของโลก และรายชื่อพันธุ์มะพร้าวต่าง ๆ ได้แก่ มะพร้าวน้ำหอม มะพร้าวทะเล มะพร้าวไฟ มะพร้าวซอ มะพร้าวกะทิ มะพร้าวพวงร้อย มะพร้าวมลายูสีเหลืองต้นเตี้ย

### 9.1.2 ประโยชน์ของมะพร้าว

มะพร้าวมีคุณประโยชน์มากมาย ทั้งลำต้น ราก ไปจนถึงผลของมะพร้าว ทุกส่วนของมะพร้าวสามารถใช้ประโยชน์ได้หมด อาทิเช่น ลำต้น สามารถนำไปทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ได้ รากมะพร้าวเป็นเส้นยาวมีลักษณะเหนียวเป็นพิเศษ ใช้สานเป็นตะกร้า และสิ่งประดิษฐ์ทั่วไป ก้านใบมะพร้าวหรือหางมะพร้าว นำมาใช้ทำเป็นไม้กวาดทางมะพร้าว กระเป่า กระจาด ถาด พัด เป็นต้น น้ำและเนื้อของมะพร้าวสามารถนำมารับประทานได้ ไยมะพร้าวสามารถนำไปใช้ในการเกษตรได้ อีกทั้งยังสามารถใช้ในทางการแพทย์แผนโบราณ นับเป็นพืชผลที่มีคุณประโยชน์มากมาย

### 9.1.3 คุณค่าทางโภชนาการของมะพร้าว (ณรงค์, 2557)

#### 9.1.3.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อมะพร้าวต่อ 100 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พลังงาน 1,480 กิโลแคลอรี
- คาร์โบไฮเดรต 24.23 กรัม
- น้ำตาล 6.23 กรัม
- โปรตีน 3.33 กรัม
- เส้นใย 9 กรัม
- ไขมัน 33.49 กรัม
- วิตามินบี 1 0.66 มิลลิกรัม
- วิตามินบี 2 0.02 มิลลิกรัม
- วิตามินบี 3 0.54 มิลลิกรัม
- วิตามินบี 5 1.014 มิลลิกรัม
- วิตามินบี 6 0.05 มิลลิกรัม
- วิตามินซี 3 3 มิลลิกรัม
- แคลเซียม 14 มิลลิกรัม
- ธาตุเหล็ก 2.43 มิลลิกรัม

#### 9.1.3.2 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันมะพร้าวต่อ 100 กรัม

- พลังงาน 79 กิโลแคลอรี
- คาร์โบไฮเดรต 3.71 กรัม
- น้ำตาล 2.61 กรัม
- เส้นใย 1.1 กรัม
- ไขมัน 0.2 กรัม
- โปรตีน 0.72 กรัม
- วิตามินบี 1 0.03 มิลลิกรัม
- วิตามินบี 2 0.057 มิลลิกรัม
- วิตามินบี 3 0.08 มิลลิกรัม
- วิตามินบี 6 0.032 มิลลิกรัม
- วิตามินซี 2.4 มิลลิกรัม
- แคลเซียม 24 มิลลิกรัม
- ธาตุเหล็ก 0.29 มิลลิกรัม
- ธาตุแมกนีเซียม 25 มิลลิกรัม
- ธาตุฟอสฟอรัส 20 มิลลิกรัม
- ธาตุสังกะสี 0.1 มิลลิกรัม

## 9.2 น้ำมันมะพร้าว (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2552)

น้ำมันมะพร้าวเป็นไขมันประเภทอิ่มตัว (Saturated fat) ถูกระบุว่าเป็นสาเหตุของการเกิดโรคหัวใจ เพราะมีคอเลสเตอรอลสูง และเมื่อบริโภคเข้าไปในร่างกายก็ไปเปลี่ยนเป็นคอเลสเตอรอลและเอ็กสทรินเป็นเอ็กสทรินที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด เมื่อน้ำมันมะพร้าวไปเป็นประโยชน์ในการดูแลสุขภาพไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไตรกลีเซอไรด์ในกระแสโลหิต อันเป็นสาเหตุของการอุดตันของหลอดเลือดทำให้หัวใจวายเพราะขาดเลือด จึงมีการรณรงค์ให้หันไปบริโภคน้ำมันพืชที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated fat) แทน แต่ปัจจุบันการค้นคว้าวิจัยทำให้ทราบว่าแท้จริงแล้วน้ำมันมะพร้าว คือ น้ำมันที่มีประโยชน์

### 9.2.1 ประเภทของน้ำมันมะพร้าว (Thaihealthlife, 2556)

น้ำมันมะพร้าว แบ่งออกตามกระบวนการผลิตเป็น 2 ประเภท คือ น้ำมันมะพร้าวที่ผลิตจากเนื้อมะพร้าวแห้ง และน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตจากจากเนื้อมะพร้าวสด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 9.2.1.1 น้ำมันมะพร้าวผลิตจากเนื้อมะพร้าวแห้ง (Hot pressed)

วิธีการสกัดน้ำมันมะพร้าวจากเนื้อมะพร้าวแห้ง เป็นวิธีการผลิตน้ำมันมะพร้าวในระดับอุตสาหกรรม โดยใช้มะพร้าวแห้ง (Copra) เป็นวัตถุดิบ ข้อดีของการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีนี้ คือ มีความสะดวกในการจัดหาจัดเตรียมวัตถุดิบสำหรับป้อนโรงงานสกัดน้ำมันมะพร้าว เพราะมะพร้าวแห้งเป็นวัตถุดิบที่เตรียมได้ง่ายๆ ขนส่งสะดวก และมีอายุการเก็บรักษาได้เป็นเวลานานก่อนที่จะนำไปสกัดน้ำมัน และนอกจากนี้ยังประหยัดสามารถผลิตได้ครั้งละมาก ๆ ซึ่งวิธีสกัดน้ำมันมะพร้าวจากเนื้อมะพร้าวแห้งทำได้ 2 วิธี คือ โดยการบีบอัดและการใช้ตัวทำละลาย

ก. การบีบอัด วิธีนี้ทำได้โดยการย่อยเนื้อมะพร้าวแห้งให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือมะพร้าวขูด นำมาอบให้แห้ง แล้วนำไปบีบอัดกับเครื่องบีบอัดแบบเกลียว (Screw press) ก่อนนำเข้าเครื่องบีบต้องอบเนื้อมะพร้าวจนเหลือความชื้นที่ 5-10% เพราะถ้าความชื้นสูงเกินไปจะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำลง แต่ถ้าความชื้นต่ำเกินไปจะทำให้เกิดความร้อนสะสมในเครื่อง และเกิดการไหม้ของเนื้อมะพร้าวในส่วนของช่องบีบ ส่งผลให้น้ำมันมะพร้าวมีสีเหลืองและมีกลิ่นไหม้ น้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้โดยวิธีการนี้เรียกว่า น้ำมันมะพร้าวดิบ (Crude coconut oil)

ข. การใช้ตัวทำละลาย วิธีนี้นิยมนำมาใช้กับกากมะพร้าวที่ผ่านการสกัดโดยวิธีการบีบอัด แต่ก็สามารถใช้กับมะพร้าวแห้งที่ไม่ได้ผ่านการบีบอัดก็ได้ โดยนำกากที่ผ่านการสกัดโดยวิธีการบีบอัด หรือมะพร้าวแห้งที่ทำให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ มาแช่ในตัวทำละลาย เช่น โปิโตรเลียมอีเธอร์ หรือเฮกเซน เพื่อสกัดน้ำมันที่มีอยู่ในเนื้อมะพร้าวแห้ง แล้วกลั่นแยกตัวทำละลายออกเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ น้ำมันมะพร้าวที่ได้มีสีเหลือง และมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับที่ได้จากการบีบอัด เรียกว่า น้ำมันมะพร้าวที่ผ่านกรรมวิธี หรือ น้ำมันมะพร้าว RBD คือ การทำให้บริสุทธิ์ (Refining) ฟอกสี (Bleaching) และกำจัดกลิ่น (Deodorization) หลังจากที่ได้สกัดได้ เพื่อให้เหมาะสำหรับการบริโภคได้ น้ำมันสีเหลืองอ่อน ไม่มีกลิ่นและรส ปราศจากวิตามินอี (เพราะถูกขจัดออกไปโดยขบวนการทางเคมี) มีปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) ไม่เกิน 0.1% ปัจจุบันไม่ค่อยมีจำหน่าย เพราะโรงงานสกัดน้ำมันมะพร้าวประเภทนี้ส่วนใหญ่เลิกดำเนินกิจการไปนานแล้ว

#### 9.2.1.2 น้ำมันมะพร้าวผลิตจากเนื้อมะพร้าวสด (Cold pressed)

การสกัดน้ำมันมะพร้าวโดยวิธีการบีบเย็นจากเนื้อมะพร้าวสดที่เพิ่งกะเทาะออกจากผลมะพร้าวแก่ โดยวิธีสกัดที่ไม่ผ่านความร้อนสูงและสารเคมี ได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin coconut oil, VCO) ที่สามารถนำไปบริโภค หรือใช้เป็นยารักษาโรค หรือเครื่องสำอางได้ทันที การสกัดน้ำมันมะพร้าวจากเนื้อมะพร้าวสด ทำได้ 2 วิธี คือ จากเนื้อมะพร้าวสดอบแห้ง (Dry process) และจากกะทิ (Wet process)

ก. การสกัดน้ำมันมะพร้าวจากเนื้อมะพร้าวสดอบแห้ง วิธีนี้เป็นวิธีสมัยใหม่ที่ ต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์พิเศษ สามารถสกัดน้ำมันมะพร้าวได้คราวละมาก ๆ โดยนำมะพร้าวขูดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือมะพร้าวชั้นเล็ก ๆ ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือความชื้นประมาณ 12% เพื่อให้ได้น้ำมันมะพร้าวที่มีปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำ เพื่อป้องกันการหืนของน้ำมันเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน แล้วบีบน้ำมันออกโดยใช้เครื่องบีบอัด น้ำมันที่ได้มีสีใสเหมือนน้ำ มีกลิ่นและรสของมะพร้าว และใช้บริโภคได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านกรรมวิธีทางเคมี จึงจัดอยู่ในประเภทน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้

ข. การสกัดน้ำมันมะพร้าวจากกะทิ มีขั้นตอนการปฏิบัติโดยเริ่มต้นที่การขูดมะพร้าวที่ต้องทำทันทีที่ผ่าผลมะพร้าว ไม่ควรทิ้งไว้นานเกินไป เพราะจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ อีกทั้งยังเป็นการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ทำให้น้ำกะทิที่ได้มีคุณภาพต่ำ หลังจากนั้นนำเนื้อมะพร้าวขูดมาเติมน้ำ แล้วคั้นกะทิออกมาโดยเติมน้ำลงไปบนมะพร้าวขูดในอัตรา 1:1 แล้วจึงทำการแยกน้ำมันมะพร้าวออกจากกะทิ เพราะน้ำกะทินั้นประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าวและน้ำรวมตัวกันเป็นสารแขวนลอยที่มีตะกอน มีสารที่ทำให้เกิดแรงตึงผิว ซึ่งเป็นโปรตีนที่ห่อหุ้มอนุภาคของน้ำมันมะพร้าวเอาไว้ หลักการสำคัญในการผลิตน้ำมันมะพร้าวจากน้ำกะทิ คือ การย่อยหรือทำลายโปรตีนห่อหุ้มอนุภาคของน้ำมันเอาไว้ สารนี้จะถูกทำลายโดยการเคี้ยว (Boiling) การกลั่น (Distillation) การเหวี่ยง (Centrifugation method) หรือการหมัก (Fermentation method) ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีดั้งเดิมที่นิยมปฏิบัติ เพราะเป็นวิธีผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน ไม่ต้องใช้พลังงาน ไม่ต้องลงทุนสูงเพราะไม่ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาสูง การผลิตน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีนี้นิยมผลิตในระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรมขนาดย่อมโดยใช้วิธีการหมักตามธรรมชาติ การหมักกะทิไม่เกิน 24 ชั่วโมง จะช่วยลดปัญหาเรื่องกลิ่นเปรี้ยวที่เกิดขึ้นในน้ำมันมะพร้าวได้ แต่ปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้จะลดลง เป็นการใช้อเอนไซม์ที่สร้างขึ้นโดยแบคทีเรียในธรรมชาติหรือที่ผ่านการปรับปรุงสายพันธุ์ หรือจากเอนไซม์สังเคราะห์ วิธีการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีนี้ได้โดยนำน้ำกะทิใส่ภาชนะ หมักทิ้งไว้ 24-26 ชั่วโมง เพื่อให้แบคทีเรียในธรรมชาติที่ติดมากับเนื้อมะพร้าวสร้างเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนห่อหุ้มอนุภาคน้ำมัน ทำให้น้ำกับน้ำมันแยกตัวออกจากกัน โดยน้ำมันซึ่งเบากว่าน้ำจะลอยอยู่ชั้นบน สามารถนำไปอุ่นให้ร้อนโดยใช้ความร้อนไม่สูงเพื่อให้น้ำหรือความชื้นที่ยังหลงเหลืออยู่ระเหยออกให้หมด นำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง จะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ซึ่งยังคงมีกลิ่นและรสของเนื้อมะพร้าวอยู่ มีลักษณะใสเหมือนน้ำ และสามารถบริโภคได้ทันทีที่สกัดได้ ข้อเสียของวิธีการนี้ คือ การผลิตจะเป็นในระดับกำลังการผลิตขนาดเล็ก ทำให้การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สม่ำเสมอเป็นไปได้

### 9.2.2 องค์ประกอบและคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว (รุสมิยา, 2556)

จากการศึกษาการทำน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น (Cold process coconut oil) หรือเรียกว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin coconut oil) ที่ได้จากการคั้นกะทิสด ผสมน้ำต้มสุก หรือผสมน้ำมันมะพร้าว หมักจนเกิดการแยกตัว เป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุด เรียกว่า ครีม เป็นส่วนของโปรตีน มีสีขาว ชั้นกลางเป็นส่วนน้ำมันมะพร้าว ชั้นล่างเป็นส่วน ของน้ำที่เกิดจากการหมัก จะมีส่วนของน้ำมันประมาณ 15% จากปริมาตรของน้ำกะทิเริ่มต้น น้ำมันนี้จะแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส มีกลิ่นหอมอ่อนๆ รสชาติเหมือนมะพร้าวอ่อน น้ำมันสามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องแช่เย็นและไม่เกิดการบูดหรือกลิ่นหืน เนื่องจากในน้ำมันมะพร้าว มีสารโทโคเฟอรอล (Tocopherol) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิตามิน E ที่ป้องกันการเติมออกซิเจน (Antioxidant)

#### 9.2.2.1 กรดไขมัน (ณรงค์, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของน้ำมันมะพร้าวนั้นประกอบไปด้วยกรดไขมันอิ่มตัวประมาณ ร้อยละกว่า 90% ของกรดไขมันทั้งหมด และอีก 10% เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันอิ่มตัว ส่วนมากจะประกอบไปด้วยอะตอมของคาร์บอน 8-14 อะตอม ซึ่งจัดเป็นกรดไขมันที่มีความยาวของ โมเลกุลสายโซ่ปานกลางจึงทำให้ร่างกายย่อยและดูดซึมไปใช้เป็นพลังงานไปใช้ได้ก่อนจะสะสมใน ร่างกาย ส่วนที่ถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดจึงมีไม่มากพอที่จะสะสมเป็นไขมันในร่างกาย หรือเกาะติด บนผนังของเส้นเลือดอันเป็นสาเหตุของการแข็งตัวของเส้นเลือด สามารถช่วยกระตุ้นต่อมไทรอยด์ ทำงานได้ดีขึ้น ทั้งนี้อาหารที่ประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าวป้องกันการสะสมไขมันในร่างกาย และการ ต่อ้ออินซูลิน ทำให้สามารถอธิบายได้ว่าคนที่บริโภคไขมันที่มีความยาวสายโซ่ปานกลาง (Medium chain fatty acids) ที่มีอยู่ในน้ำมันมะพร้าวสามารถลดความอ้วนได้ กรดไขมันที่มีความสำคัญ ได้แก่ กรดคาปริก (*Capric acid, C10*) กรดลอริก (*Lauric acid, C12*) และกรดไมริสติก (*Myristic acid, C14*) 4-8%, 43-53%, และ 16-21% ของกรดไขมันทั้งหมดตามลำดับ นอกจากนี้ น้ำมันมะพร้าวยัง ประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) ปริมาณเล็กน้อยเพียง 9% ซึ่งเป็น ส่วนของกรดโอเลอิก (*Oleic acid, C18 : 1*) และกรดไลโนลิก (*Linoleic acid, C18 : 2*)

ตารางที่ 9.1 แสดงกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าว (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2556)

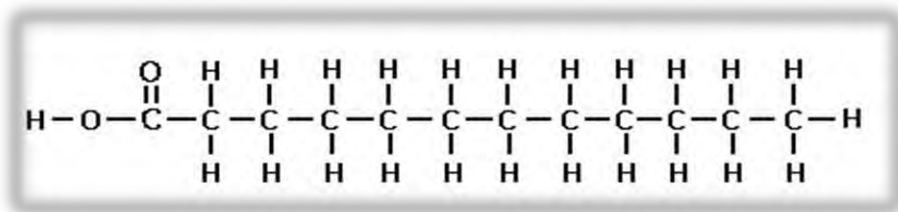
ชนิดของกรดไขมัน	ร้อยละ
กรดไขมันอิ่มตัว	
- Lauric acid	43.8
- Myristic acid	20.95
- Palmitic acid	11.64
- Caprylic acid	4.74
- Capric acid	4.44
- Steric acid	2.85
- Caproic acid	0.29
รวมกรดไขมันอิ่มตัว	88.29
กรดไขมันไม่อิ่มตัว	
- Oleic acid	9.62
- Linoleic acid	2.09
รวมกรดไขมันไม่อิ่มตัว	11.71

#### 9.2.2.2 กรดลอริก (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2556)

กรดลอริกเป็นกรดไขมัน (Fatty acid) เป็นชนิดอิ่มตัว (Saturated fatty acid) ซึ่งมีจำนวนอะตอมคาร์บอนเท่ากับ 12 อะตอม (C12 : 0) มีสูตรโมเลกุล  $C_{12}H_{24}O_2$  จัดเป็นกรด ไขมันที่มีความยาวสายโซ่ปานกลาง (Medium chain fatty acid, MCFA) สามารถเปลี่ยนเป็น พลังงานที่ตับได้อย่างรวดเร็ว และยังเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีคุณสมบัติทางด้านสุขภาพเด่นกว่าน้ำมัน ชนิดอื่น ๆ กรดลอริก (*Lauric acid*) มีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 43.2 องศาเซลเซียส กรดลอริกมีฤทธิ์ต้าน

การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ดังภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lauric acid

ภาพที่ 9.1 โครงสร้างของกรดลอริก

จากการศึกษาปริมาณกรดลอริกในน้ำมันมะพร้าวจากมะพร้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า ปริมาณของกรดลอริกในน้ำมันมะพร้าวมีความต่างกันเพราะมะพร้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน โดยงานวิจัยของ Laureles et al. ได้วิเคราะห์ปริมาณ กรดลอริกในน้ำมันมะพร้าว ในมะพร้าว 17 สายพันธุ์ ประกอบไปด้วยพันธุ์ลูกผสม 9 สายพันธุ์ พันธุ์ต้นสูง 5 สายพันธุ์ และพันธุ์ต้นเตี้ย 3 สายพันธุ์ ปริมาณของกรดลอริกที่พบ 47.3-50.6% ของกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งมะพร้าวพันธุ์ Tagunan green dwarf (TACD) มีปริมาณกรดลอริกสูง 50.50%

#### 9.2.2.3 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่สามารถยับยั้งหรือชะลอของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยอนุมูลอิสระชนิดต่าง ๆ สารเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระหลากหลายรูปแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระโดยตรง ยับยั้งการสร้างอนุมูลอิสระหรือเข้าจับกับเหล็กป้องกันการสร้างอนุมูลอิสระ

#### 9.2.3 ประโยชน์ของน้ำมันมะพร้าว (ธนิภา, 2560)

น้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิ่มตัวความยาวสายโซ่ปานกลาง (Medium chain fatty acid, MCFAs) ที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมอยู่ระหว่าง 8-12 อะตอม ประมาณ 70% ของกรดไขมันทั้งหมด ทำให้สามารถแตกตัว ย่อย และดูดซึมไปใช้งานได้ง่ายกว่ากรดไขมันความยาวสายโซ่ยาว (Long chain fatty acid, LCFAs) ไม่จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ไลเปสจากตับอ่อนมาช่วยย่อย กรดไขมันนี้จะถูกเผาผลาญหมดทันทีเพื่อสร้างพลังงาน โดยจะไม่ถูกเปลี่ยนไปเป็นไขมันหรือคอเลสเตอรอล จึงไม่มีผลกระทบต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และมีแนวโน้มที่จะทำให้คอเลสเตอรอลชนิดความหนาแน่นสูง (High density lipoprotein, HDL) หรือ HDL คอเลสเตอรอล มีสัดส่วนสูงและสมดุลมากขึ้น และเนื่องจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ มีโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันอิ่มตัว จึงทำให้มีปริมาณกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวน้อย กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวนี้มีผลในการเกิดออกซิเดชันได้ง่าย ดังนั้นไขมันที่เกิดขึ้นจะสะสมในผนังหลอดเลือด ทำให้เป็นสาเหตุของการอุดตันในหลอดเลือด ทำให้หัวใจทำงานหนัก จึงเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ รวมทั้งง่ายต่อการเกิดอนุมูลอิสระด้วย นอกจากนี้ น้ำมันมะพร้าวยังมีคุณสมบัติในการเสริมภูมิคุ้มกัน เสริมการทำงานของต่อมไทรอยด์ รวมถึงการออกฤทธิ์ในการทำลายเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อรา จึงสรุปคุณประโยชน์ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ดังนี้

##### 9.2.3.1 ช่วยกระตุ้นการเผาผลาญไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดไขมันอิ่มตัวที่โมเลกุลขนาดเล็กจะกระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้มีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ร่างกายของเราสามารถเปลี่ยนน้ำมันมะพร้าวให้เป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว เพราะเนื่องจากกรดไขมันส่วนใหญ่ของน้ำมันมะพร้าวเป็นกรดไขมันที่มีขนาดโมเลกุลปานกลาง เมื่อบริโภคน้ำมันมะพร้าวเข้าไปผ่านกระเพาะอาหารไปยังลำไส้เล็กแล้วทำการเปลี่ยนเป็นพลังงานอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ไม่มีไขมันสะสมในร่างกาย น้ำมันมะพร้าวมีผลทำให้เกิดความร้อนสูง (Thermogenesis) ช่วยเร่งต่อมไทรอยด์ให้ทำงานเร็วขึ้น คล้ายกับบุคคลประเภทไฮเปอร์ไทรอยด์ทำงานในอัตราสูงกว่าคนธรรมดา บุคคลจำพวกนี้จึงใช้พลังงานมากแล้วจะไม่อ้วน

#### 9.2.3.2 ช่วยกระตุ้นการทำงานของสมอง

ในน้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิ่มตัวความยาวสายโซ่ปานกลาง (Medium chain fatty acid) จะช่วยกระตุ้นการทำงานของสมอง รวมไปถึงกระบวนการรับรู้ของมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีผลการศึกษาพบว่า น้ำมันมะพร้าวช่วยป้องกันโรคอัลไซเมอร์อีกด้วย

#### 9.2.3.3 ช่วยให้กระดูกแข็งแรง

การรับประทานน้ำมันมะพร้าวเป็นประจำ จะเป็นการเพิ่มแคลเซียมและแมกนีเซียมให้แก่กระดูก ทำให้โครงกระดูกในร่างกายมีการเจริญเติบโตที่แข็งแรง

#### 9.2.3.4 ช่วยบำรุงรักษาเส้นผมให้นุ่ม เงางาม

น้ำมันมะพร้าวสามารถช่วยบำรุงเส้นผมให้ดกดำเงางามอย่างเป็นธรรมชาติ ด้วยการชโลมน้ำมันมะพร้าวให้ทั่วศีรษะ นวดหนังศีรษะแล้วทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที แล้วจึงสระออก อีกทั้งยังสามารถช่วยบำรุงผมเสีย แก้ปัญหาผมหลุดร่วง ผมแตกปลาย ด้วยการชโลมน้ำมันมะพร้าวในตอนผมแห้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้วสระออกจะช่วยให้ผมมีสุขภาพที่ดีขึ้น

#### 9.2.3.5 ช่วยรักษาอาการผดผื่นทางผิวหนัง

น้ำมันมะพร้าวช่วยรักษาอาการผดผื่นทางด้านเรื่องผิวหนัง เช่น สิว โรคเรื้อน นอกจากนี้การใช้ น้ำมันมะพร้าวเป็นประจำยังสามารถช่วยสมานแผลได้อีกด้วย

#### 9.2.3.6 กลั้วปากขจัดเชื้อโรคลดกลิ่นปาก

น้ำมันมะพร้าวสามารถใช้เป็นน้ำยาบ้วนปาก โดยการอมน้ำมันมะพร้าวไว้ในปากประมาณ 2 ช้อนโต๊ะ นานประมาณ 15 นาที แล้วบ้วนด้วยน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง การอมและกลั้วน้ำมันมะพร้าวช่วยขจัดเชื้อโรคในปากและยังลดกลิ่นปากได้อีกด้วย

#### 9.2.3.7 มีความสามารถในการเสริมภูมิคุ้มกัน

ในน้ำมันมะพร้าวนั้นมีกรดลอริกอยู่ในปริมาณมากถึง 40% ซึ่งกรดลอริกในน้ำมันมะพร้าวนั้นเป็นสารชนิดเดียวกับกรดไขมันที่อยู่ในน้ำนมแม่ ซึ่งเมื่อบริโภคกรดลอริกเข้าไป กรดลอริกจะเปลี่ยนไปเป็นโมโนลอรีนซึ่งมีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อโรคไม่ว่าจะเป็น แบคทีเรีย เชื้อรา เชื้อไวรัส หรือโปรโตซัว นอกจากนี้จะช่วยทำลายเชื้อโรคต่าง ๆ แล้วยังช่วยในการขยายตัวของหลอดเลือด ป้องกันการแข็งตัวของหลอดเลือดซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคหัวใจ อีกทั้งยังไปช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของตับอ่อนในการเสริมสร้างอินซูลิน ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน อีกทั้งยังปลอดภัยต่อไขมันทรานส์ เพราะน้ำมันมะพร้าวจะไม่มีไขมันทรานส์ และยังช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกในเซลล์มะเร็งอีกด้วย

#### 9.2.3.8 ไม่ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระ

น้ำมันมะพร้าวมีองค์ประกอบหลักเป็นกรดไขมันอิ่มตัว 92% จึงเป็นเหตุให้ไม่มีการก่อให้เกิดอนุมูลอิสระอันเป็นต้นเหตุให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ มากมาย ต่างกับน้ำมันไม่อิ่มตัว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวัน น้ำมันดอกคำฝอย ซึ่งจะเกิดอนุมูลอิสระได้ง่ายจากการออกซิเจน การเติมไฮโดรเจนเกิดขึ้นเมื่อมีการนำน้ำมันไม่อิ่มตัวมาทำให้ถูกความร้อนสูง ตัวอย่างเช่น ในขณะทอดอาหาร เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดไขมันทรานส์ (Trans fat) ซึ่งไขมันทรานส์ก็เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคต่าง ๆ มากมาย เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ โรคเบาหวาน เป็นต้น

#### 9.2.3.9 บำรุงสุขภาพผิวและความงาม

ในน้ำมันมะพร้าวมีวิตามินอี ที่ทำหน้าที่ต่อต้านอนุมูลอิสระ ลดการเกิดริ้วรอย ป้องกันรอยหมองคล้ำ รักษาความชุ่มชื้น รักษาอาการผิวแห้ง แดก ลอก อากาศผื่นแพ้ ช่วยทำให้ผิวนุ่มนวล และยังช่วยปกป้องผิวจากแสงแดด จึงมีคณินยมนำน้ำมันมะพร้าวมาใช้ในการบำรุงรักษาสุขภาพและความงาม เช่น

การดูแลผิวหน้า นำสำลีชุบน้ำอุ่นแล้วบีบน้ำออก หยดน้ำมันมะพร้าว 2-3 หยด ทาให้ทั่วใบหน้า จะช่วยผิวหน้าเนียนนุ่มไม่แห้งกร้าน รอยด่างดำจากสิวจางลง

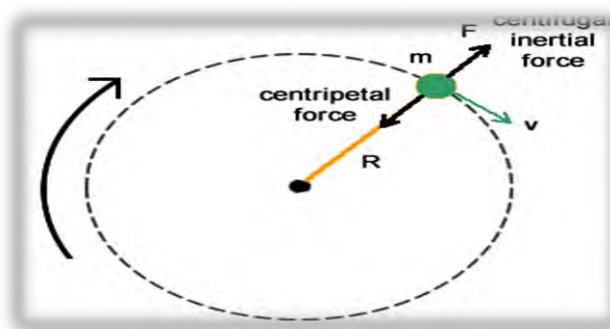
การดูแลรักษาผิวกาย การใช้น้ำมันมะพร้าวกับผิวกายจะช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ลดอาการปวดเมื่อย ปวดตามข้อต่าง ๆ หากใช้เป็นประจำทุกวัน นอกจากนี้วิตามินอี ยังช่วยป้องกันรังสีจากแสงแดด

#### 9.2.3.10 ผลต่อการเกิดมะเร็ง

ได้มีการทดลองโดยการกระตุ้นหนูทดลองให้เกิดมะเร็งที่ลำไส้ด้วยสารก่อมะเร็งชนิด Azoxymethane แล้วเลี้ยงด้วย น้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะกอก น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันข้าวโพด โดยปริมาณของสาร Adenocarcinomas ที่จะเปลี่ยนเป็นเซลล์มะเร็งลำไส้ของสัตว์ทดลอง พบว่า ทั้งน้ำมันมะกอกและน้ำมันมะพร้าวต่างก็มีสาร Adenocarcinomas ในระดับเท่ากันคือ 3% ส่วนในน้ำมันข้าวโพดมีถึง 32% แต่ที่สำคัญพบว่าในลำไส้ของสัตว์ทดลองที่เลี้ยงด้วยน้ำมันมะพร้าวไม่เกิดเนื้องอกส่วนสัตว์เลี้ยงที่เลี้ยงด้วยน้ำมันมะกอกเกิดเนื้องอก 7% สรุปได้ว่า น้ำมันมะพร้าวมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งลำไส้ได้

### 9.3 หลักการเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (ชูชาติ, 2560)

หลักการของการเหวี่ยงแยกเป็นแรงที่ทำให้อนุภาคของแข็งและอนุภาคของเหลวเคลื่อนที่เป็นวงกลมผ่านชั้นของเหลวในแนวหนีศูนย์กลาง ดังภาพที่ 2 ซึ่งกระทบกับขอบภาชนะก่อให้เกิดการตั้งอนุภาคลงในแนวตั้ง แรงเหวี่ยงที่กระทำต่ออนุภาคให้เคลื่อนที่ในแนวแรงหนีศูนย์กลาง มีลักษณะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เป็นวงกลม จะเห็นได้ว่าปริมาณแรงเหวี่ยงจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับรัศมี ความเร็วของการหมุน และมวลของอนุภาค ถ้ารัศมีและความเร็วของการหมุนคงที่ ดังนั้นปัจจัยที่ควบคุม คือ น้ำหนักของอนุภาค โดยอนุภาคที่หนักกว่าจะมีแรงเหวี่ยงที่มากกว่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาพที่ 9.2 แสดงหลักการเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

### 9.4 ความหนาแน่น

ความหนาแน่น (สัญลักษณ์:  $\rho$ ) เป็นการวัดมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ยิ่งวัตถุมีความหนาแน่นมากขึ้น มวลต่อหน่วยปริมาตรก็ยิ่งมากขึ้น โดยมีหน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{kg/m}^3$ )

การที่วัตถุใดจะจมหรือลอยน้ำ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับมวลหรือน้ำหนักของวัตถุเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณ ซึ่งเรียกว่า ความหนาแน่น ความหนาแน่นเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิด สารชนิดเดียวกันไม่ว่าจะมีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ ความหนาแน่นของสารจะมีค่าคงที่

### 9.5 การตกตะกอน (Sedimentation)

การตกตะกอนเป็นการแยกอนุภาคของแข็งออกจากของเหลว โดยการตกของอนุภาคของแข็งตามแรงดึงดูดโลก หรือแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางผ่านของเหลวไปรวมกันอยู่ที่ก้นภาชนะที่ใช้ในการตกตะกอนอนุภาคที่มีขนาดใหญ่จะตกได้เร็วและดีกว่าอนุภาคขนาดเล็ก สำหรับอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ๆ จะต้องผ่านการรวมตะกอนก่อน การรวมตะกอนจึงจะเกิดได้ดี

### 9.6 ร้อยละความเข้มข้น (สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้, 2560)

#### 8.6.1 ร้อยละโดยมวล (Percent mass by mass)

เป็นอัตราส่วนร้อยละของมวลของตัวถูกละลายต่อมวลของสารละลาย มีสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของตัวถูกละลาย} + \text{มวลของตัวทำละลาย}} \times 100 \quad (2.1)$$

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100 \quad (2.2)$$

### 9.7 อัตราการไหล

$$Q = AV \quad (2.3)$$

โดย  $Q$  = อัตราการไหล หน่วย ลิตรต่อนาที

$A$  = พื้นที่หน้าตัด หน่วย เมตร

$V$  = ความเร็ว หน่วย เมตรต่อนาที

### 9.8 ค่าความร้อนจำเพาะ

$$\dot{Q} = mC_p \Delta T \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย  $Q$  = พลังงานที่ต้องการรู้ หน่วย วัตต์ หรือกิโลวัตต์  
 $m$  = มวล หรือน้ำที่ต้องการเพิ่มอุณหภูมิ หน่วย กิโลกรัม  
 $C_p$  = ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ หน่วย กิโลจูลต่อกิโลกรัมเซลเซียส  
 $\Delta T$  = ผลต่างของอุณหภูมิของน้ำ หน่วย องศาเซลเซียส

## 9.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รุษมียา (2556) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมเปรียบเทียบกับต้นพันธุ์ คือ พันธุ์เวสต์แอฟริกันต้นสูง พันธุ์มลายูสีเหลืองต้นเตี้ย และพันธุ์ไทยต้นสูง โดยผ่านกระบวนการผลิตน้ำมันด้วยวิธีการหีบเย็นและการหมัก และวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดไขมัน พบว่า มะพร้าวพันธุ์ลูกผสมมีปริมาณกรดลอริกอยู่ในช่วง 46.63-48.34% ของกรดไขมันทั้งหมด โดยมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมชุมพร 60 มีปริมาณกรดลอริกสูงที่สุด 48.34% ของกรดไขมันทั้งหมด มะพร้าวพันธุ์ลูกผสมจากมลายูสีเหลืองต้นเตี้ย (สวี 1 และ ชุมพร 2) มีปริมาณกรดลอริกมากกว่าต้นพันธุ์ (มลายูสีเหลืองต้นเตี้ย) ปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการสกัดแต่ละวิธีการผลิตแตกต่างกัน 25 และ 20% สัดส่วนของกรดลอริกทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน แต่การสกัดด้วยวิธีการหีบเย็นมีปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลมากกว่า ( $p < 0.05$ ) น้ำมันมะพร้าวจากมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมชุมพร 60 มีปริมาณสารประกอบฟีนอล 57.89 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก ซึ่งสูงกว่ามะพร้าวพันธุ์ลูกผสมอื่น ๆ ทำให้สามารถลดอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดี จากคุณสมบัติที่โดดเด่นของมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมชุมพร 60 จึงมีการนำมาศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลกับกรดลอริก (1:1-6:1) ความเข้มข้นของเอนไซม์ (0.1-5.0% โดยน้ำหนักของกรดลอริก) พบว่า อัตราส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลกับกรดลอริก 1.5:1 ความเข้มข้นของเอนไซม์ lipase R 4.0% โดยน้ำหนักของ กรดลอริก) ทำปฏิกิริยาที่ 40 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 11.20 ชั่วโมง ได้ปริมาณโมโนลอริน 69.51% (โดยน้ำหนักของกรดลอริก) แต่เมื่อพิจารณาต้นทุนในการผลิต การใช้เอนไซม์ Lipase G จะเหมาะสมกว่าโดยการใช้เอนไซม์ Lipase G 1.6% (โดยน้ำหนักของกรดลอริก) ใช้อัตราส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลกับกรดลอริก 6:1 ทำปฏิกิริยาที่ 45 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลา 16 ชั่วโมง ได้ปริมาณโมโนลอริน 60.93% (โดยน้ำหนักของกรดลอริก)

Mengmeng et al., (2014). ได้ทำการศึกษาการจัดการกำจัดไขมันออกซิเจนในน้ำโดยใช้เครื่องแยกกระแสรองเหวี่ยง เพื่อที่จะทำการแก้ไขปัญหามลพิษน้ำมันในน้ำที่เกิดจากการกำจัดเกลือด้วยไฟฟ้าสถิต (EDW) โดยใช้กระบวนการสำหรับการแยกน้ำมันโดยใช้พื้นฐานการหมุนเหวี่ยง และทดสอบเครื่องแยกที่สร้างขึ้น โดยศึกษาผลกระทบของความเร็วรอบ อัตราการไหลทางเข้า อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณของน้ำมัน และความหนาแน่นของน้ำมันดิบที่ได้จากการแยก พบว่า ประสิทธิภาพการแยกน้ำมันเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการไหลทางเข้าลดลง ความเข้มข้นของน้ำมันลดลง หรือความหนาแน่นที่ 50 - 90 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพของน้ำมันคงที่ แต่ในช่วงแรกมีค่าเพิ่มขึ้น และหลังจากนั้นมีค่าลดลงเมื่อความเร็วรอบการเหวี่ยงเพิ่มขึ้น การแยกของเสียของช่วงแรกลดลงและค่อยๆเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของน้ำมันตั้งแต่ 4,000 - 6,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดต่ำกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้เครื่องแยกแบบหมุนเหวี่ยง

Wong et al., (2014) ได้ทำการศึกษาการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมุนเหวี่ยงในการผลิตน้ำมันมะพร้าวมีด้วยวิธีการหมุนเหวี่ยง เพื่อศึกษาการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ โดยศึกษาสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับผลผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ โดยศึกษาความเร็วรอบในการหมุนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหรียญ อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการเหรียญ จากการศึกษพบว่าผลที่ได้จากการเหรียญ คือ 13.53% ในรอบการเหรียญ 12,000 รอบ ที่ 120 นาที อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิตที่ดีที่สุด และยังสามารถรักษาคุณภาพของกรดลอริกได้อีก

อวยพร, (2552) ได้ทำการศึกษาเครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบที่มีกระบวนการแยกกลีเซอริน โดยอาศัยแรงเหรียญหนีศูนย์กลางแบบต่อเนื่อง ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้กับน้ำมันปาล์มและน้ำมันที่ใช้แล้ว โดยเครื่องผลิตไบโอดีเซลนี้จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด จากการทดลองพบว่า ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันปาล์มที่ผลิตได้ มีค่าอยู่ระหว่าง 82.5 - 87.8% มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 85.3% ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันที่ใช้แล้วผลิตได้มีค่าอยู่ระหว่าง 55.6 - 69.2% มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 61.4%

Asian and Pacific coconut community, (2009) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ที่ได้จากมะพร้าวสดที่มีอายุประมาณ 12 เดือน โดยการใช้วิธีการสกัดที่มีการใช้ความร้อน โดยจะต้องไม่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางธรรมชาติของน้ำมันมะพร้าว จากการศึกษาพบว่าน้ำมันมะพร้าวที่ยังไม่ได้รับการกลั่นสารเคมี การฟอกสีหรือกลั่น มีความแตกต่างจากไขมันสัตว์ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ คือ ไม่มีสี ไม่มีตะกอน ไม่พบสารเจือปนในน้ำมันมะพร้าว และยังมีพบอีกว่ามีสารจำพวก ธาตุเหล็ก 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง 0.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สารตะกั่ว 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารหนู 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

Mendis et al., (1989) ได้ทำการศึกษาผลของน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันข้าวโพดต่อปริมาณคอเลสเตอรอล HDL และLDL ในชายชาวศรีลังกา ซึ่งเป็นชนชาติหนึ่งที่บริโภคน้ำมันมะพร้าวมากที่สุด ได้มีการวัดค่าคอเลสเตอรอลในอาสาสมัครที่บริโภคน้ำมันมะพร้าวเป็นประจำ จากนั้นให้อาสาสมัครเปลี่ยนไปบริโภคน้ำมันข้าวโพด แล้ววัดค่าคอเลสเตอรอล พบว่า ค่าคอเลสเตอรอลลดลงจาก 179.6 เป็น 146.0 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และLDL ลดลงจาก 131.6 เป็น 100.3 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร แสดงว่าน้ำมันข้าวโพดดีกว่าน้ำมันมะพร้าวในการลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจ แต่เมื่อพิจารณา HDL ในอาสาสมัครลดลงจาก 43.4 เป็น 25.4 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ทำให้คอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้นจาก 4.14 เป็น 5.75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งเสี่ยงต่อโรคหัวใจสูง (เพราะมีค่าสูงกว่า 5) ดังนั้นแม้จะการบริโภคน้ำมันมะพร้าวจะทำให้คอเลสเตอรอลสูงกว่าน้ำมันข้าวโพด แต่น้ำมันมะพร้าวก็นำมาส่วนคอเลสเตอรอล (ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความเสี่ยงต่อโรคหัวใจ) ได้มากกว่า

Tina et al., (2011) ได้ทำการศึกษาฟีนอลของผลไม้จำพวกมะกอก ระหว่างการประมวลผลน้ำมันมะกอก ได้รับการตรวจสอบเปรียบเทียบกับระบบด้วยกันสามระบบ การสกัดในระบบอุตสาหกรรมที่ใช้ทดสอบได้แก่ การสกัดแบบดั้งเดิม กับการใช้เครื่องแบบต่อเนื่อง 2 เฟส และ 3 เฟส การหมุนเหรียญในด้านของการถ่ายโอนฟีนอลและสารต้านอนุมูลอิสระที่มีศักยภาพ ผลที่ได้จากผลไม้จนถึงขั้นตอนสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำมัน น้ำเสีย ได้เสนอองค์ประกอบที่แตกต่างของน้ำมันที่แสดงให้เห็นว่าไม่ได้มีแต่การถ่ายโอนเท่านั้นแต่ยังมีการเปลี่ยนแปลงในขณะประมวลผล น้ำมันไม่มีความแตกต่างเชิงคุณภาพในโปรไฟล์ฟีนอลได้สังเกตในระดับเชิงปริมาณ ผลในการสูญเสียฟีนอลที่สูงที่สุดตั้งแต่ 50-60% ของฟีนอลทั้งหมดถูกถ่ายโอนจากผลไม้ ในขณะที่ฟาร์ทิกชันต่อไปขึ้นอยู่กับลักษณะการละลายของฟีนอลระหว่างขั้นตอนการผลิต เพียง 0.3-1.5% ของฟีนอลที่มีอยู่ถูกพบในน้ำมันมะกอกในขณะที่เหลือสิ้นสุดลงในของเสีย (> 40%) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบที่ใช้เครื่องเหรียญ 2 เฟสให้อัตราที่สูงที่สุดการถ่ายโอนของฟีนอลน้ำมัน (1.5%) กับ สารต้านอนุมูลอิสระที่มีศักยภาพ สูงสุดตามด้วยการกดแบบดั้งเดิม (1.2%) และแบบ 3 เฟส (0.5%) ซึ่งส่วนใหญ่ของฟีนอลที่ถูกล้างไปกับน้ำเสียที่ผลิต (> 30%) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rungsinee, (2011) ได้ทำการศึกษาปัญหาการดูดซึมน้ำมันที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ทอด อาจลดลงโดยใช้ไฮโดรคอลลอยด์เคลือบและการปรับเปลี่ยนกระบวนการทอดในระหว่าง ขั้นตอนการปั่นแยกน้ำมันทอดสุญญากาศ เพื่อศึกษาผลกระทบของสารเคลือบผิวกินได้และความเร็ว ของขั้นตอนการปั่นแยกน้ำมันกับปริมาณของการดูดซับน้ำมันและคุณสมบัติทางกายภาพของ สุญญากาศทอดกล้วย เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์สุญญากาศทอดปกติ (ตัวอย่าง Control), ซิปกล้วย เคลือบด้วยทั้งเห็อกกระทิงหรือแซนแทนกัมโซลูชันที่ 1.5% หรือหมุนเห็งที่ความเร็วสูงกว่า เงื่อนไขมาตรฐาน (140 - 280 รอบต่อนาที) ลดการดูดซึมน้ำมัน 25.22% 17.22% และ 17.31% ตามลำดับ นอกจากนี้การรวมกันของสารเคลือบผิวกินได้และความเร็วในการหมุนเห็งที่สูงขึ้น ส่งผล ให้เกิดการลดลงมากขึ้นของการดูดซับน้ำมัน (33.71%) เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม ดังนั้นกล้วย ทอดเคลือบด้วยสารเคลือบผิวและกินที่ผลิตโดยใช้ความเร็วที่สูงขึ้นในระหว่างขั้นตอนการปั่นแยก น้ำมันในกระบวนการสุญญากาศทอดคงคุณภาพดีที่มีปริมาณน้ำมันต่ำคิดเป็นอาหารว่างที่ดีต่อสุขภาพ สำหรับผู้บริโภค

สุคนธ์ชิน, (2542) ได้ทำการศึกษากรรมวิธีการแยกน้ำมันมะพร้าวจากน้ำกะทิ ซึ่ง ประกอบด้วยขั้นตอนการแยกหัวกะทิออกจากเครื่องแยกครีม การรวมตัวของไขมันในหัวกะทิและ แยกน้ำมันบางส่วนออกที่อุณหภูมิต่ำ ก่อนการทำลายอิมัลชันด้วยการเพิ่มอุณหภูมิ การปรับอัตราการ ป้อนน้ำกะทิเข้าเครื่องแยกครีมให้เร็วขึ้น หรือปรับขนาดท่อทางออกของหัวกะทิให้กว้างขึ้น ทำให้ได้ ปริมาณหัวกะทิมากขึ้นแต่ความเข้มข้นของน้ำมันน้อยลง ปริมาณหัวกะทิสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ น้ำมันในหัวกะทิ จึงสามารถใช้ปริมาณหัวกะทิในการปรับสภาวะของเครื่องแยกครีม ให้มีความเข้มข้น ตามที่ต้องการ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการรวมตัวของไขมัน คือ ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ เหมาะต่อการทำลายอิมัลชัน คือ 80 องศาเซลเซียส ได้น้ำมันร้อยละ 98 น้ำมันมะพร้าวมีลักษณะใส ไม่มีสี มีกลิ่นตามธรรมชาติ และมีค่ากรดไขมันอิสระน้อยกว่า 0.1

มณฑนา และคณะ, (2555) ได้ทำการศึกษาน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นบริสุทธิ์ โดยได้ศึกษา กรรมวิธีการแยกน้ำมันมะพร้าวออกจากกะทิจากสถานะของเหลว กะทิถูกทำให้แข็งตัวก่อนการสกัด น้ำมันมะพร้าว เพื่อให้เกิดการรวมตัวของไขมันในกะทิ ณ อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส ที่ เวลา 0 2 4 และ 6 ชั่วโมง นำไปเห็งแยกด้วยเครื่องปั่นเห็งควบคุมอุณหภูมิที่สภาวะอุณหภูมิ 26 องศา เซลเซียส ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 50 นาที กะทิถูกแบ่งได้เป็น 3 ชั้น คือ ชั้นบน เป็นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ชั้นกลาง คือ ชั้นครีม และชั้นล่าง คือ น้ำเปรี้ยว พบว่ากะทิที่แช่แข็งเป็น เวลา 2 ชั่วโมง เปอร์เซนต์ของน้ำมันมะพร้าวสูงที่สุด คือ 26.25 และร้อยละผลได้ทั้งหมด 95.74% การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเห็งแยกมันมะพร้าวด้วยเครื่องปั่นเห็งควบคุมอุณหภูมิ ที่ อุณหภูมิต่างกัน คือ 15 20 และ 26 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 15 และ 20 องศาเซลเซียส ไม่สามารถ แยกน้ำมันมะพร้าวได้จึงนำมาเห็งแยกที่ 26 องศาเซลเซียสซ้ำอีกครั้ง พบว่าได้ปริมาณเปอร์เซนต์ น้ำมันมะพร้าว 32.85 เท่ากัน และ ร้อยละผลได้ทั้งหมด 98.82% และ 97.45% ตามลำดับ

ศุภมาศ, (2556) ได้ทำการศึกษาศัภพภาพของวิธีการแช่เยือกแข็งกะทิในกระบวนการแยกชั้น น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ โดยศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการแช่เยือกแข็งใช้อุณหภูมิในการ เยือกแข็งอยู่ที่ -18 -28 และ -38 องศาเซลเซียส และช่วงเวลา 36 40 44 48 และ 52 ชั่วโมง ตามลำดับ กะทิแช่เยือกแข็งถูกนำไปทำให้ละลายที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 1.5 2 และ 2.5 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิและเวลาในการแช่เยือกแข็งสามารถทำลายโครงสร้าง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธะภายในของโปรตีน ส่งผลให้เกิดการแยกชั้นหลังจากนำไปละลาย แยกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นน้ำมัน ชั้นครีม และชั้นน้ำ ในขณะที่ผลการศึกษาพบว่า ช่วงเวลาในการเยือกแข็งที่มากกว่า 48 ชั่วโมง จะไม่ส่งผลให้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวเพิ่มมากขึ้นทุก ๆ ช่วงอุณหภูมิในการแช่เยือกแข็ง

สรรพศิริ และคณะ, (2559) ได้ทำการศึกษากาการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และคุณลักษณะของน้ำมันมะพร้าว เปรียบเทียบระหว่างวิธีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางร่วมกับการสกัดด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับวิธีการเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบปกติด้วยการนึ่งในวิธีการสกัดและไล่ความชื้น น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ผลิตจากน้ำกะทิที่คั้นจากเนื้อมะพร้าวสด 10 กิโลกรัม ด้วยอัตราส่วนน้ำต้มสุกต่อเนื้อมะพร้าวที่เหมาะสม คือ 2 : 1 ใช้เวลาในการหึ่งแยก 20 นาที ด้วยความเร็วหมุนรอบ 7,500 รอบต่อนาที ได้ครีมกะทิ 3.4 กิโลกรัม จากนั้นนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำก้อนครีมกะทิแช่แข็งไปสกัดเป็นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ผลการทดลองพบว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ผลิตได้จากวิธีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางร่วมกับการสกัดด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ และวิธีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบปกติสกัดด้วยการนึ่งมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวที่ได้เท่ากับ 92.83 และ 93.18 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ กรดไขมันไม่อิ่มตัวได้เท่ากับ 7.17 และ 6.82 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ความชื้นและสารระเหยในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เท่ากับ 0.12 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 57 (พ.ศ. 2524) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตและพลังงานที่ใช้ระหว่างวิธีการแบบปกติสกัดด้วยการนึ่งโดยใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquid petroleum gas : LPG) กับวิธีผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นพบว่า การสกัดก้อนครีมกะทิด้วยวิธีปกติจะได้ผลผลิตของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 1.85 กิโลกรัมหรือ 18.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักและ ใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวคิดเป็น 6.66 บาทต่อกิโลกรัม

Kumar, (2011) ได้ทำการศึกษาวเคราะห์ปริมาณกรดลอริกในมะพร้าว 100 สายพันธุ์ ประกอบด้วยพันธุ์ ต้นสูง 60 สายพันธุ์ พันธุ์ต้นเตี้ย 14 สายพันธุ์ และพันธุ์ลูกผสม 34 สายพันธุ์ พบว่า มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง (Klapawangi tall, KWGT) มีปริมาณกรดลอริกสูงที่สุด (52.2 % ของกรดไขมันทั้งหมด) เช่นเดียวกับ Assa et al. (2010) ที่พบว่ามะพร้าวพันธุ์ต้นสูงและพันธุ์ลูกผสม มีปริมาณกรดลอริกสูง จากการวิเคราะห์ปริมาณกรดลอริกในน้ำมันมะพร้าวจากมะพร้าว 4 สายพันธุ์ โดยเป็นพันธุ์ต้นสูง 1 สายพันธุ์ (West african tall, WAT) พันธุ์ต้นเตี้ย 2 สายพันธุ์ (Malayan yellow dwarf และ Equatorial guinea green dwarf) และพันธุ์ลูกผสม 1 สายพันธุ์ (PB121+) ซึ่งความแปรปรวนเหล่านี้เกิดจากปัจจัยทางพันธุกรรมมากกว่าปัจจัยทางภูมิอากาศ

Reddy et al., (1984). ได้ทำการทดลองโดยกระตุ้นหนูทดลองให้เกิดมะเร็งลำไส้ ด้วยสารก่อมะเร็งชนิด Azoxymethane แล้วเลี้ยงด้วยน้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกคำฝอย และน้ำมันมะกอก พบว่าเนื้องอกที่ใหญ่ที่สุดมาจากการให้น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันดอกคำฝอย โดยปริมาณของสาร Adenocarcinomas ที่จะเปลี่ยนเป็นเซลล์มะเร็งในลำไส้ของสัตว์ทดลองที่ถูกกระตุ้นทางเคมีแตกต่างกัน 10 เท่า ระหว่างการใช้ น้ำมันข้าวโพด (32%) กับน้ำมันมะพร้าว (3%) และพบว่าทั้งน้ำมันมะกอก และน้ำมันมะพร้าวต่างก็สร้าง Adenocarcinomas ในระดับต่ำเท่ากันคือ 3% แต่พบว่าในลำไส้ของสัตว์ทดลองที่เลี้ยงด้วยน้ำมันมะพร้าวไม่เกิดเนื้องอก ในขณะที่สัตว์ทดลองที่เลี้ยงด้วยน้ำมันมะกอกเกิดเนื้องอก 7% จึงสรุปได้ว่าน้ำมันมะพร้าวมีผลยับยั้ง การเจริญเติบโตของมะเร็งลำไส้ที่กระตุ้นด้วยสารก่อมะเร็งได้ดีกว่าน้ำมันข้าวโพด น้ำมัน ดอกคำฝอย และน้ำมันมะกอก

## กิจกรรมย่อยที่ 10 : การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์

มะพร้าว (*Cocos nucifera* Linn.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการปลูกอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ นอกจากจะมีการกินสดหรือการคั้นกะทิแล้ว ยังมีการนำมะพร้าวมาสกัดน้ำมันซึ่งผลพลอยได้คือ กากมะพร้าว (Coconut copra หรือ Kernel meat) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12 ของน้ำหนักสดต่อ 1 ผล โดยกากมะพร้าวจากโรงงานสกัดน้ำมันมะพร้าวมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 43 - 45 ที่อยู่ในรูปของแมนโนสโพลีแซคคาไรด์ (Mannose polysaccharide) (Khuwijitjaru *et al.*, 2012)

### 10.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะพร้าว (Coconut) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. เป็นพืชยืนต้นใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดหนึ่งอยู่ในตระกูลปาล์ม นอกจากมะพร้าวแล้ว อินทผลัม ปาล์มน้ำมัน ตาลโตนด จากหมาก สาคุ ลาน และหวาย ต่างก็เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลปาล์ม มะพร้าวมีระบบรากเป็นรากฝอยแผ่กระจายออกรอบลำต้น มีลำต้นเดี่ยว ไม่แตกแขนง มีรอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้นซึ่งสามารถคำนวณอายุของต้นมะพร้าวได้จากรอยแผลนี้คือ ในหนึ่งปีมะพร้าวจะสร้างใบประมาณ 12 - 14 ใบ ดังนั้นในหนึ่งปีจะมีรอยแผลที่ลำต้น 12 - 14 รอยแผล ลักษณะของใบจะเป็นใบประกอบออกอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของลำต้นประกอบด้วยก้านทางมีขนาดใหญ่และยาว มีใบย่อยบนก้านทางประมาณ 200 - 250 ใบ ดอกจะออกเป็นช่อมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อเดียวกัน ดอกมี 6 กลีบ มีสีครีมหรือสีเหลืองนวล ไม่มีก้านดอกย่อย

สำหรับผลมะพร้าวจะมีขนาดโตเต็มที่หลังจากที่มีการผสมเกสรแล้ว 6 เดือน หลังจากนั้นอีก 6 เดือน ผลก็จะสุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวโดยลักษณะของผลเป็นแบบไฟบรัส ดรูป (Fibrous drupe) เรียกว่า นัท (Nut) จะมีเปลือก 3 ชั้น คือ เปลือกชั้นนอก (Exocarp) เป็นเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อแก่จะมีสีเขียว แดง เหลือง หรือน้ำตาล เปลือกชั้นกลาง (Mesocarp) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากเปลือกนอกเข้ามาเป็นชั้นของเส้นใย เรียกว่า กาบมะพร้าว มีความหนาประมาณ 4 - 8 เซนติเมตร เปลือกชั้นใน (Endocarp) เป็นชั้นในสุดที่มีกาบมะพร้าวหุ้มล้อมรอบ เมื่อผลแก่จะมีลักษณะแข็งสีน้ำตาลดำที่เรียกว่ากะลา (Husk or shell) ซึ่งภายในกะลามะพร้าวจะมีเมล็ดมะพร้าวหรือที่เรียกว่าเนื้อมะพร้าว (Endosperm) ประกอบด้วย Seed coat เป็นแผ่นบาง ๆ สีน้ำตาลคั่นอยู่ระหว่างกะลา กับเนื้อมะพร้าว ซึ่ง Seed coat นี้จะติดแน่นกับเนื้อมะพร้าว เนื้อมะพร้าวโดยทั่วไปจะมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 1 - 2 เซนติเมตร มีสีขาวและมีน้ำมันอยู่มาก (วาสนา, 2541)

การจำแนกทางอนุกรมวิธานของมะพร้าว (Taxonomic classification) ดังนี้

Class : Angiospermae

Subclass : Monocotyledoneae

Order : Palmales

Family : Palmae

Subfamily : Cocoideae

Tribe : Cocoideae

Genus : Cocos

Species : Nucifera (วาสนา, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 10.2 ส่วนประกอบของมะพร้าว (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554)

10.2.1 มะพร้าวทั้งผล (Whole mature coconut) หมายถึง ผลมะพร้าวแก่ที่ยังไม่ปอกเปลือก โดยยังมีส่วนของเปลือกชั้นนอก (Exocarp) และเปลือกชั้นกลาง (Mesocarp) หุ้มเปลือกชั้นในหรือกะลามะพร้าว (Endocarp)

10.2.2 มะพร้าวปอกเปลือกชั้นนอก (Semi dehusked mature coconut) หมายถึง ผลมะพร้าวที่ผ่านการปอกเปลือกชั้นนอกออกเหลือส่วนของเปลือกชั้นกลางบางส่วนหุ้มกะลามะพร้าว

10.2.3 มะพร้าวปอกเปลือกเหลือจุก (Dehusked mature coconut except perianth area) หมายถึง ผลมะพร้าวที่ผ่านการปอกเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นกลางออก โดยเหลือส่วนของเปลือกชั้นกลางหุ้มเฉพาะบริเวณตา (Perianth area) ของกะลามะพร้าวไว้

10.2.4 มะพร้าวปอกเปลือกออกทั้งหมด (Fully dehusked mature coconut) หมายถึง ผลมะพร้าวที่ผ่านการปอกเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นกลางออกทั้งหมดเหลือเฉพาะกะลามะพร้าว

## 10.3 ประเภทของมะพร้าว (พัชรินทร์, 2554)

มะพร้าวเป็นพืชผสมข้ามพันธุ์แต่ละต้นจึงไม่เป็นพันธุ์แท้ อาศัยหลักทางการผสมพันธุ์ที่เป็นไป โดยธรรมชาติ ในเรื่องของการจำแนกพันธุ์มะพร้าวมีผู้จำแนกไว้หลายแบบซึ่งแตกต่างกันไป หลักที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์จะเป็นขนาดของต้น อายุตกผล และขนาดผล จากหลักเกณฑ์ทั้ง 3 นี้ ทำให้จำแนกพันธุ์มะพร้าวไทยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ มะพร้าวพันธุ์ต้นสูงและมะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย

### 10.3.1 มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง

ลักษณะสำคัญคือ ต้นสูง ออกผลช้า มีสะเกปที่โคนต้น ส่วนมากมะพร้าวที่ปลูกเป็นการค้า ในปัจจุบันนี้มักเป็นพันธุ์ต้นสูงมักจะมีอายุยืน 60 - 80 ปี หรือมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับสภาพดิน มักจะต้านทานต่อโรคและแมลง ยกเว้นพวกไวรัสที่ทำให้เกิดโรคบางชนิด จะเริ่มติดผลเมื่ออายุประมาณ 8 - 10 ปี หลังปลูก จัดเป็นพืชผสมข้ามโดยดอกตัวผู้จะเริ่มเปิดก่อนที่ดอกตัวเมียในช่อดอกจะบาน ดังนั้นการผสมเกสรจะเกิดขึ้นก็เมื่อได้รับละอองเกสรจากต้นอื่น ในกลุ่มนี้จะแยกพันธุ์ตามสถานที่อยู่หรือลักษณะของผลที่เห็นเด่นชัด เช่น พันธุ์มะพร้าวหัวลิง พันธุ์ทะเลยร้อย พันธุ์ปากจก พันธุ์เปลือกหวาน พันธุ์มะพร้าวใหญ่ และพันธุ์มะพร้าวกะโหลก

### 10.3.2 มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย

เป็นพันธุ์ที่ออกผลเร็ว ต้นเตี้ยไม่มีสะเกป พันธุ์พวกนี้มักจะติดดอกออกผลในช่วง 3 - 4 ปี หลังจากปลูก ผลผลิตจะออกเต็มที่ในช่วง 9 - 10 ปี อายุการให้ผลที่ระดับเศรษฐกิจอยู่ที่ประมาณ 30 - 40 ปี พันธุ์ต้นเตี้ยมีหลายพันธุ์ด้วยกันและมีแนวโน้มว่าเมล็ดที่ได้จะตรงตามพันธุ์ เพราะการแตกของละอองเกสรตัวผู้บางช่วงจะพร้อมกันกับการเปิดของดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน ดังนั้นจึงเกิดการผสมตัวเองของตัวผู้และตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน สีของผลจะมีทั้งสีเหลืองทอง สีเหลืองงาช้าง หรือสีเขียว สำหรับผลของพันธุ์ต้นเตี้ยจะมีทั้งขนาดผลเล็กและผลใหญ่ พันธุ์ผลเล็กที่สุดในกลุ่มนี้คือ Coco nino ในฟิลิปปินส์ ซึ่งปัจจุบันมีการนำไปปลูกกระจายทั่วไปทุกส่วนของโลก มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ยได้แก่ พันธุ์มะพร้าวหมูสี พันธุ์หมูสีเขียว พันธุ์ทุ้งเคล็ด พันธุ์หมูสีเหลือง พันธุ์มะพร้าวไฟ พันธุ์ปะทิว พันธุ์มะพร้าวน้ำหอม และพันธุ์นุกุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กากมะพร้าว

กากมะพร้าวคือ เนื้อมะพร้าวล้วน ๆ ที่ถูกแยกเอาน้ำมันออกไม่มีส่วนของกะลาแต่อาจมีเปลือกชั้นในติดมาบ้าง เนื้อในมะพร้าวเมื่อแยกเอาน้ำมันออกแล้วจะเหลือกากมะพร้าว 30 - 40% ส่วนมากการแยกน้ำมันมักใช้กระบวนการ Expeller ซึ่งเหลือน้ำมันในกากประมาณ 8 % จากนั้นจึงนำกากที่มีลักษณะเป็นก้อนใหญ่มาป่นอีกครั้งซึ่งปริมาณโปรตีนค่อนข้างแปรปรวน ในประเทศไทยมักอยู่ในช่วง 16 - 18% ไขมันที่อยู่ในกากมะพร้าวจึงแปรปรวนตามโดยมีตั้งแต่ 8 - 16% (พันทิพา, 2547) กากมะพร้าวที่ได้จากการสกัดน้ำมันมะพร้าวจากมะพร้าวแห้งมีคุณค่าทางอาหารสูงพอสมควร และใช้เป็นอาหารสัตว์ ได้ทุกประเภท กากมะพร้าวมีกลิ่นหอม มีโปรตีนประมาณร้อยละ 21 และมีน้ำมันเหลืออยู่ประมาณ ร้อยละ 6 จึงอาจเกิดการเหม็นง่ายถ้าอากาศชื้นทำให้คุณภาพเสื่อมรวดเร็ว (ชวนิศนदार และคณะ, 2528)

### 1. องค์ประกอบทางเคมีของกากมะพร้าว

กากมะพร้าวถือเป็นผลพลอยได้จากการการคั้นกะทิ องค์ประกอบทางเคมีของกากมะพร้าวแสดงไว้ดังตารางที่ 1 กานต์ และคณะ (2555) รายงานว่า กากกะทิ (กากมะพร้าวจากการคั้นกะทิ) ที่ซื้อได้จากแหล่งผลิตที่แปซัดเมื่อนำมาตากแดดให้แห้ง และนำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี มีความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส เท่ากับ 7.33, 3.75, 27.62, 34.87, 1.01, 0.087 และ 0.072% ตามลำดับ

### ตารางที่ 10.1 องค์ประกอบทางเคมีของกากมะพร้าว

องค์ประกอบทางเคมี	เปอร์เซ็นต์ (%)
โปรตีน	3.75
ไขมัน	27.62
เยื่อใย	34.87
เถ้า	0.06
แคลเซียม	0.09
ลิกนิน	5.17
ฟอสฟอรัส	0.07
Acid detergent fiber	43.92
Neutral detergent fiber	31.34
Total digestible nutrient	51.97

ที่มา: ดัดแปลงจากกานต์ และคณะ (2555)

ไขมันที่ปนอยู่ในกากมะพร้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวประกอบอยู่น้อย จึงไม่เกิดปัญหาไขมันเหม็นเมื่อเลี้ยงสุกร (พันทิพา, 2547) ซึ่งน้ำมันมะพร้าวที่วางจำหน่ายในท้องตลาดเรียกว่า Copra derived oil ผลิตโดยใช้สารเคมีและความร้อนสูงในการทำให้บริสุทธิ์ (Chemical refining) ผ่านการฟอกสีและการกำจัดกลิ่นก่อนนำไปบริโภค บางครั้งอาจเป็นน้ำมันมะพร้าวธรรมชาติ (Coconut oil) แต่ความจริงแล้วเป็นน้ำมันมะพร้าว RBD ที่ย่อมาจาก Refined, Bleached และ Deodorised coconut oil เป็นการนำน้ำมันมะพร้าวชนิดที่มีสีเหลือง ไม่มีกลิ่น (แต่เมื่อทิ้งไว้นาน ๆ จะมีกลิ่นเหม็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หีน) ไม่มีรสชาติและวิตามินอีธรรมชาติเนื่องจากวิตามินอีได้ถูกกำจัดออกไประหว่างกระบวนการที่ใช้ความร้อนสูงและใช้สารเคมี (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

## 2. การใช้กากมะพร้าวในอาหารสัตว์

กากมะพร้าวเป็นผลพลอยได้จากการอัดน้ำมันมะพร้าว มีโปรตีนประมาณ 20 - 25% มีไขมันประมาณ 6% ซึ่งอยู่ในระดับสูงทำให้เหม็นหืนง่าย หากไม่เติมสารกันหืนจะเกิดการหืนภายใน 6 - 8 สัปดาห์ ไขมันในกากมะพร้าวเป็นชนิดไขมันอิ่มตัวซึ่งจะทำให้ไขมันในซากสุกรเป็นชนิดมันแข็ง โปรตีนในกากมะพร้าวมีระดับกรดแอมิโนไลซีนต่ำ มีเยื่อใยค่อนข้างสูง มีลักษณะฟาม สัตว์กินได้น้อย จึงควรใช้ไม่เกิน 20% ในสุกร และไม่เกิน 15% ในไก่

### 2.1 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้กากมะพร้าวในอาหารสัตว์

โปรตีนของกากมะพร้าวมีคุณภาพในแง่สมดุลของกรดแอมิโนที่จำเป็นไม่ดี คือขาดไลซีน เมทไธโอนีน ทรีโอนีน และฮิสทีดีน แต่มีอาร์จินีนสูง นอกจากนี้อัตราการย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนของกากมะพร้าวค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับแหล่งโปรตีนอื่นคือ ในสุกรมีอัตราการใช้ประโยชน์ได้ของ ไลซีน เมทไธโอนีน ซีสทีน และทรีโอนีน ประมาณ 50, 80, 54 และ 52% ตามลำดับ (สาโรช, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับ พันทิพา (2547) ที่รายงานว่า กากมะพร้าวมีสัดส่วนของกรดแอมิโนที่ประกอบอยู่ไม่ค่อยดีเพราะมีไลซีนและเมทไธโอนีนในสัดส่วนที่น้อยกว่าความต้องการของสัตว์ แต่กลับมีอาร์จินีนสูงซึ่งไปกดที่อัตราการเจริญเติบโตของสุกรทำให้การย่อยได้ในสุกรค่อนข้างต่ำประมาณ 50 - 70% จึงยิ่งทำให้สัตว์ขาดกรดแอมิโน

กระบวนการผลิตที่ใช้ความร้อนไม่เหมาะสมทำให้โปรตีนถูกทำลาย คาร์โบไฮเดรตย่อยได้น้อยลง ความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการทำแห้งและการสกัดน้ำมันจากมะพร้าวสามารถนำไปสู่ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) (Sunda et al., 2004) อมรรัตน์ และลัดดา (2545) ได้รายงานว่า Maillard reaction (MR) เป็นปรากฏการณ์ทางเคมีที่ทำให้เกิด Nonenzymatic browning โดยที่ Reducing sugar เช่น Glucose หรือ Fructose ทำปฏิกิริยากับ Amino acid และเกิดสารประกอบ Glucose - amine compound ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารสีน้ำตาล ปฏิกิริยาสีน้ำตาลหรือ Browning reaction เป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่พบในอาหาร ทั้งในขั้นตอนระหว่างการผลิตอาหารหรือขั้นตอนการเก็บรักษา ซึ่งอาจมีผลต่อการเกิดการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น รส หรือแม้กระทั่งคุณค่าทางโภชนาการได้ ปฏิกิริยาเมลลาร์ดที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตอาหารจะมีผลต่อคุณภาพทางโภชนาการ ทำให้สูญเสียสารอาหารบางชนิดไปและอาจทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติเปลี่ยนไป และสิ่งที่สำคัญคือการใช้ Glucose - amine compound ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำตาลและกรดแอมิโน อาจมีผลต่อการดูดซึมเมแทบอลิซึมของสารอาหารบางชนิด

### 2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการใช้กากมะพร้าวในอาหารสัตว์

พันทิพา (2547) ได้สรุปปัญหาการใช้กากมะพร้าวไว้เพื่อเพิ่มความระมัดระวังในการใช้ ดังนี้

2.2.1 ควรมีการปรับสมดุลกรดแอมิโนด้วยการเสริมแหล่งโปรตีนคุณภาพดี เช่น ปลาป่น ปลาหมึก กากถั่วเหลือง พร้อมทั้งเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ด้วย

2.2.2 ควรปรับกรดไขมันที่จำเป็นด้วยการใช้ข้าวโพดและเสริมไขมันที่เป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็นสูงๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ควรปรับเยื่อใยในอาหาร เนื่องจากกากมะพร้าวมีเยื่อใยสูงอาหารที่นำมาผสมจะต้องมีเยื่อใยต่ำเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของอาหารผสม เพราะสัตว์จะได้รับอาหารไม่เพียงพอ ควรมีน้ำให้สัตว์กินตลอดเวลา ให้อาหารแบบเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ และเติมไขมันลงในอาหารเล็กน้อยเพื่อเพิ่มพลังงานในอาหารโดยปรับเปอร์เซ็นต์โปรตีนตามสัดส่วนพลังงานที่เพิ่ม

2.2.4 ควรระวังสารพิษ Aflatoxin ซึ่งตรวจสอบกากมะพร้าวให้แน่ใจก่อนใช้ และระมัดระวังความชื้นขณะเก็บรักษา

2.2.5 ความแปรปรวนขององค์ประกอบในกากมะพร้าว ผู้ใช้ควรมีความเข้าใจธรรมชาติของกากมะพร้าวว่ามีความแปรปรวนมากจะใช้ตัวเลขเดิมไม่ได้ ควรทำการวิเคราะห์ใหม่ทุกครั้งโดยให้สังเกตดูสีของกากถ้าเป็นสีน้ำตาลเข้ม แสดงว่ากระบวนการผลิตใช้ความร้อนสูงเกินไปมีการอัดด้วยแรงอัดสูงกากจะมีไขมันต่ำ

### 3. การใช้ประโยชน์ได้ของเยื่อใยกากมะพร้าวในสุกร

เนื่องจากข้อจำกัดของการใช้กากมะพร้าวในอาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้องอยู่ที่ระดับเยื่อใยสูง ทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยและมีอัตราการย่อยได้ต่ำประมาณ 50 – 70% ในสุกร ทำให้ความเข้มข้นของโภชนาต่ำและสารในกลุ่มนี้ยังมีความฟามและดูดซับน้ำได้ดี (นฤมล, 2556) สำหรับในสุกรรุ่นขุน สมรรถนะการผลิตของสุกรลดลงตามสัดส่วนของระดับของกากมะพร้าวในอาหารที่เพิ่มขึ้น การประกอบสูตรอาหารกากมะพร้าวโดยการคำนึงถึงสมดุลกรดแอมโมไนกับระดับโปรตีน เช่น การเสริมไลซีน เมทไธโอนีน และทรีโตนเฟน ลงในสูตรกากมะพร้าวทำให้สมรรถนะการผลิตของสุกรดีขึ้นอย่างเด่นชัด (สาโรช, 2547)

วินัย (2529) กล่าวว่า เยื่อใยมีองค์ประกอบทางเคมีค่อนข้างสลับซับซ้อน สุกรสามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้อย่างจำกัด เพราะไม่มีน้ำย่อยสำหรับการย่อยเหมือนกับสัตว์กระเพาะรวม เช่น โค กระบือ แพะ หรือแกะ เป็นต้น ที่มีจุลินทรีย์ในกระเพาะอาหารช่วยในการย่อย สำหรับระดับเยื่อใยในอาหารสุกรระยะเจริญเติบโตถึงขุน สุกรที่มีน้ำหนักมากกว่า 16 กิโลกรัม ควรได้รับเยื่อใยในอาหารไม่เกิน 5 - 6% หรืออาจถึงระดับ 6 – 8% ซึ่งระดับเยื่อใยในอาหารสุกรถ้ามีระดับสูงเกินไป เช่น มากกว่า 15% จะมีผลต่อความนำกินโดยสุกรจะกินอาหารได้น้อย สุกรได้รับโภชนาที่สำคัญไม่พอจะเติบโตช้าและมีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำลง อย่างไรก็ตามหากจะทำให้สุกรมีคุณภาพซากดี การจำกัดอาหารโดยวิธีใช้วัตถุดิบเยื่อใยสูง ซึ่งทำให้อาหารมีพลังงานต่ำจะสะดวกในการปฏิบัติกว่า การจำกัดแบบควบคุมปริมาณอาหารที่ให้กินคือสามารถให้ได้อย่างเต็มที่ในรางอาหารกล ซึ่งการจำกัดอาหารสุกรโดยวิธีนี้ควรใช้กับสุกรใหญ่เพราะสุกรเล็กมีความสามารถในการใช้เยื่อใยต่ำจะทำให้เกิดผลเสียมาก สอดคล้องกับรายงานของ ยุทธนา (2532) ที่กล่าวว่า สุกรเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถใช้เยื่อใยเป็นแหล่งของพลังงานได้ ซึ่งต่างจากสัตว์กระเพาะรวมที่สามารถใช้เยื่อใยเป็นแหล่งของพลังงานได้ เยื่อใยยังมีผลต่อการใช้ประโยชน์ของพลังงานในอาหารสุกรด้วย สูตรอาหารที่มีเยื่อใยสูงจะทำให้การย่อยได้ของอาหารลดลงทำให้สัตว์ต้องสูญเสียอาหารพลังงานไปกับอุจจาระ นอกจากนี้ อาหารสุกรที่มีเยื่อใยสูงขึ้น 1% จากสูตรอาหารที่มี เยื่อใย 6% จะทำให้การย่อยได้ของโปรตีนในสูตรอาหารลดลง 1.1 - 1.6%

ทั้งนี้เยื่อใยยังมีสารที่เรียกว่าไฟเตท (Phytate) หรือกรดไฟติก (Phytic acid) ซึ่งทำให้การดูดซึมแร่ธาตุต่าง ๆ คือ สังกะสี แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง เหล็ก ฟอสฟอรัส และแมงกานีสลดลง โดยสารดังกล่าวจะไปจับหรือเคลือบแร่ธาตุเหล่านี้ทำให้ไม่ละลายน้ำ ถ้าใส่ไม่สามารถดูดซึมแร่ธาตุเหล่านี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุ ดังกล่าวได้ ด้วยเหตุผลดังนี้จึงควรคำนึงถึงเยื่อใยในสูตรอาหารสุกร โดยทั่วไปแล้วอาหารสุกร น้ำหนัก 15 - 35 กิโลกรัม จะมีเยื่อใยได้ประมาณ 3 - 5% ในสูตรอาหารสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 35 กิโลกรัม ขึ้นไปมีเยื่อใยได้ 5 - 6% หรืออย่างสูงไม่ควรเกิน 8% อาหารแม่สุกรตั้งท้องโดยเฉพาะใกล้คลอดมีเยื่อใยได้สูงสุดไม่เกิน 10 - 12% (ยุทธนา, 2532)

### คุณภาพซาก

#### 1. นิยามของซากสุกร (มกอช., 2547)

1.1 ซากสุกร (Pig carcass) หมายถึง ส่วนร่างกายทั้งหมดของสุกรหลังเอาเลือด ขน หัว เครื่องใน มันเปลง และเล็บออกแล้ว

1.2 เนื้อสุกร (Pork) หมายถึง เนื้อเยื่อจากซากสุกรซึ่งสามารถใช้บริโภคเป็นอาหารได้โดยมีกล้ามเนื้อลาย (Skeletal muscle) จากสุกรเป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในปริมาณสูงสุด อาจผ่านกระบวนการแช่เย็นแต่ยังไม่ได้ถูกกระทำใดๆ อย่างอื่น

1.3 หนังสุกร (Skin) หมายถึง ส่วนของหนังที่เลาะออกมาจากซากสุกร และผ่านกระบวนการ ขูดขนแล้ว

1.4 เครื่องใน (Offal) หมายถึง อวัยวะภายในที่ผ่านการตรวจสอบแล้วว่าสามารถบริโภคได้

1.5 ไขมันสุกร (Fat) หมายถึง ส่วนของซากสุกรที่เป็นเนื้อเยื่อไขมันที่ได้แยกส่วนของกล้ามเนื้อและกระดูกออกแล้ว

1.6 มันเปลงสุกร (Fat leaf) หมายถึง มันของสุกรที่ไม่ได้ติดอยู่กับชั้นผิวหนัง

1.7 เลือดสุกร (Blood) หมายถึง ของเหลวที่อยู่ในหลอดเลือดและหัวใจของสุกร ปกติมีสีแดง

1.8 สุกรผ่าซีก (Side) หมายถึง ซากสุกรที่ถูกตัดแบ่งครึ่งตามแนวของกระดูกสันหลัง

1.9 ส่วนหัว (Head) หมายถึง ส่วนของหัวสุกรที่ตัดออกจากร่างกายสุกรบริเวณกระดูกสันหลังส่วนคอข้อที่ 1

#### 2. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพซาก

##### 2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ปกติหลังจากที่สุกรถูกฆ่า pH ในกล้ามเนื้อจะลดลงจาก 7 อยู่ที่ประมาณ 5.3 - 5.8 ค่า pH จะลดลงภายใน 6 - 12 ชั่วโมง สัญชัย (2547) กล่าวว่า เนื้อ PSE (Pale soft exudative) ที่เกิดจากกระบวนการ glycolysis ที่รวดเร็วทำให้เกิดการสะสมกรดแลคติกสูง พบว่า pH จะลดลงเหลือ 5.3 - 5.7 ภายในเวลา 1 ชั่วโมงหลังจากสัตว์ตาย การลดลงของค่า pH ในขณะที่อุณหภูมิของซากยังสูงอยู่เป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้กระบวนการในการย่อยสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดได้เร็วขึ้น ยังผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในกล้ามเนื้อสุกรคือ โปรตีนเกิด Denature ไม่สามารถรักษาคุณสมบัติในการจับน้ำทำให้เนื้อไม่สามารถอุ้มน้ำได้เกิดการไหลของน้ำออกมาจากเนื้อ เซลล์เกิดการหดตัวอย่างหลวมๆ ทำให้ไม่สามารถเกาะกันคงรูปได้จึงปรากฏให้เห็นเนื้อด้านหน้าตัด มีสีซีดเหลวและไม่คงรูป ทำให้แสงที่มาจากกระบอกสะท้อนออกไปได้มากจึงเห็นเนื้อมีสีจางผิดปกติ

##### 2.1.1 เนื้อ PSE (Pale soft exudative)

เป็นเนื้อที่มองดูจากลักษณะภายนอก จะมีสีซีดจางผิดปกติและเมื่อเอานิ้วกดลงไปจะอ่อนยุบตัวลงไปตามแรงกด นอกจากนี้บริเวณผิวหนังหน้าตัดของชิ้นเนื้อจะมีน้ำซึมเยิ้มออกมา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิด PSE ในเนื้อเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณกรดแลคติกในเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากสัตว์ถูกฆ่า วัดค่าความเป็นกรดเมื่อชั่วโมงแรกภายหลังฆ่าได้ต่ำกว่า 5.8 ประกอบกับอุณหภูมิของเนื้อสูงขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยา Anaerobic metabolism ที่เกิดกรดแลคติกและความร้อน และอุณหภูมิของเนื้ออาจสูงขึ้นถึง 39 – 41 องศาเซลเซียส จากสาเหตุทั้งสองนี้เป็นผลทำให้โปรตีนในเนื้อประเภทหนึ่งคือ Sarcoplasmic protein ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดที่ละลายในน้ำและน้ำเกลือได้ สูญเสียคุณสมบัติบางประการโดยจะตกตะกอนทับลงบนโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Myofibrillar protein) ซึ่งจะมีผลทำให้โปรตีนจับตัวกับน้ำได้น้อยลงและทำให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ได้ต่ำ (Low water holding capacity) จากลักษณะเนื้อจะเห็นว่ามีย้ำน้ำ (Exudative) ออกมา และเมื่อตรวจดูโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะพบว่าเส้นใยกล้ามเนื้ออยู่กันอย่างหลวมๆ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เนื้อค่อนข้างนิ่มและอ่อนตัว การที่มีน้ำเยิ้มออกมาบริเวณผิวหน้าของเนื้อทำให้แสงที่มาตกกระทบผิวเนื้อสะท้อนออกไปได้มาก จึงทำให้เห็นว่าเนื้อมีสีซีดจางกว่าปกติ (สุทธิพงษ์, 2537)

### 2.1.2 เนื้อ DFD (Dark firm dry)

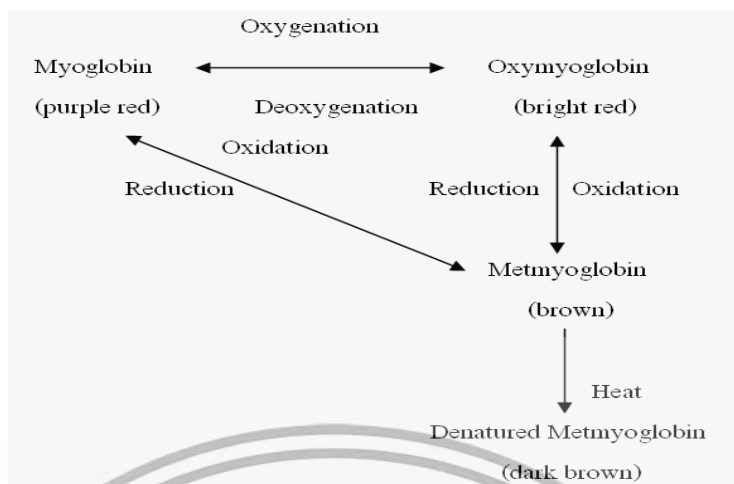
เกิดจากการที่เนื้อที่มีปริมาณไกลโคเจน (Glycogen) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สะสมในกล้ามเนื้อมีอยู่น้อยในขณะที่ยังมีชีวิต เมื่อสัตว์ถูกฆ่าจะมีการเปลี่ยนแปลงในกล้ามเนื้อ โดยกระบวนการ glycolysis ในกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน ได้ผลผลิตขั้นสุดท้ายคือ กรดแลคติก ทำให้ pH สุดท้ายของเนื้อ มีค่ามากกว่า 6.1 การที่มี pH สูง มีผลให้คุณสมบัติบางประการของเนื้อแตกต่างจากเนื้อปกติทั่วไป คือ โปรตีนมีความสามารถในการจับน้ำได้ดี ทำให้เฟอร์รัสไอออนจับตัวกับโมเลกุลของน้ำได้ดีไปด้วย เส้นใยกล้ามเนื้อจึงเปื่อยยุ่ยกันแน่นทำให้ออกซิเจนจากภายนอกไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปตามผิวหน้าของกล้ามเนื้อได้ง่าย จึงเกิดปรากฏการณ์ของสีคล้ำ แข็ง และแห้งที่ผิวหน้าของกล้ามเนื้อซึ่งสีที่เห็นเป็นสีคล้ำเนื่องจากผิวหน้าที่แห้งจะมีการดูดแสงมากแต่มีการกระจายแสงได้น้อยมาก (สุทธิพงษ์, 2537)

ผลเสียทางเศรษฐกิจของเนื้อ DFD คือ ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เพราะเนื้อมีสีด้าคล้ำ นอกจากนี้เนื้อยังมีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ดังนั้นเนื้อจึงมีลักษณะเป็นเมือกและเก็บรักษาไว้ได้ไม่นาน การนำเนื้อ DFD ไปใช้ประโยชน์สามารถจะนำไปทำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกประเภทที่มีกลิ่นได้โดยนำไปผสมกับเนื้อปกติจะช่วยทำให้ทำให้คุณสมบัติของการรวมตัวระหว่างโปรตีนและน้ำดีขึ้นมาก (เขาวลัษณ์, 2536)

### 2.2 สีของเนื้อ

สีของเนื้อเป็นความรู้สึกแรกๆที่ผู้บริโภคสามารถสัมผัสได้ และเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจในการซื้อหรือไม่ซื้อเนื้อ สีของเนื้อจะแตกต่างกันตาม เพศ อายุ ตลอดจนชิ้นส่วนที่มาจากอวัยวะที่ต่างกัน และยังขึ้นอยู่กับปริมาณไมโอโกลบินที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อสัตว์ สีในเนื้อสดเกิดขึ้นจากปริมาณไมโอโกลบินและออกซิเจนในอากาศ ปกติกล้ามเนื้อจะมีสีแดงอมชมพู (Purple - red) แต่เมื่อถูกฆ่าและและตัดเป็นชิ้น ๆ เนื้อจะสัมผัสอากาศทำให้เนื้อมีสีชมพูสด (Bright - red) เนื่องจากออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบินเกิดเป็นสารออกซิไมโอโกลบินขึ้น แต่เนื้อบริเวณที่วางติดกับพื้นแข็งไม้ ซึ่งจะขาดหรือไม่มีออกซิเจนจะเกิดเป็นสารเมทไมโอโกลบินขึ้น ทำให้เนื้อเป็นสีน้ำตาล (อรวิรินทร์และประชา, 2522) ดังภาพที่ 1 โดยสีของเนื้ออาจแตกต่างกันไป เนื่องจากลักษณะโครงสร้างของกล้ามเนื้อและความเป็นกรดต่างซึ่งจะพบเห็นในเนื้อ PSE และ DFD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10.1 การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อสุกร  
ที่มา: อรวินทร์และประชา (2522)

### 2.3 ความนุ่มของเนื้อ (Tenderness)

ความเหนียวความนุ่มของเนื้อมีมากหรือน้อย เป็นผลมาจากชนิดของสัตว์ พันธุ์ อายุ ชนิดของกล้ามเนื้อ ปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในกล้ามเนื้อภายหลังการฆ่า (สัจชัย, 2543) ความนุ่มของเนื้อสัตว์มาจากปริมาณและโครงสร้างของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ซึ่งถ้ากล้ามเนื้อมัดใดมีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมาก พบว่ากล้ามเนื้อมัดนั้นจะมีความนุ่มต่ำ มีความเหนียวมาก เพราะดัชนีของความนุ่มคือ ปริมาณโปรตีนคอลลาเจน (เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน) แต่อีลาสตินและเรติคิวลินในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีผลต่อความนุ่มน้อยกว่าคอลลาเจน เนื้อเยื่อเกี่ยวพันยังเป็นสิ่งสะท้อนถึงหน้าที่หลักของกล้ามเนื้อต่าง ๆ เช่น กล้ามเนื้อน่องหรือไหล่ เป็นส่วนที่ต้องใช้ทำงานเป็นประจำของตัวสัตว์ สูงกว่ากล้ามเนื้อสันหลังซึ่งมีหน้าที่รองรับและเชื่อมต่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพราะฉะนั้นจึงพบเนื้อเยื่อเกี่ยวพันประเภทคอลลาเจนในกล้ามเนื้อที่มีการทำงานหนัก เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่อยู่ในรูปของเอพิไมเซียม (Epimysium) เพอริไมเซียม (Perimysium) และเอ็นโดไมเซียม (Endomysium) ซึ่งห่อหุ้มและแทรกตัวเข้าภายในกล้ามเนื้อจนถึงระดับเส้นใยกล้ามเนื้อทำให้เกิดโครงสร้างที่เหนียวและแข็งแรง (จุฑารัตน์, 2539)

ความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาเนื้อเยื่อเกี่ยวพันระหว่างกล้ามเนื้อ (Intramuscular connective tissue) เป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อ Endomysium และ Perimysium โดยใช้ตัวอย่างกล้ามเนื้อสุกรอายุ 0 เดือน และอายุ 55 เดือน พบว่าปริมาณของเส้นใยกล้ามเนื้อของสุกรอายุ 0 เดือน มีปริมาณสูงกว่าสุกรอายุ 55 เดือน เนื้อที่ได้จึงน่าจะมีความเหนียวมากกว่า แต่กลับไม่เป็นเช่นนั้น เนื่องจากเส้นใยกล้ามเนื้อของสุกรอายุ 0 เดือน ยังไม่มีการเปลี่ยนรูปเป็นลักษณะโครงสร้างคล้ายรวงผึ้ง และจากการตรวจพบ Endomysium ในสุกรอายุก่อน 1 เดือน จะมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีความละเอียด เนื้อที่ได้จึงมีความนุ่มมากกว่า เมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้นเส้นใยกล้ามเนื้อจะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเป็นรูปทรงกระบอกมีเนื้อเยื่อหุ้มระหว่างการเจริญเติบโต เนื้อที่ได้จึงมีความเหนียวมากกว่าเนื้อสุกรอายุน้อย (Winger and Hagyard, 1999)

### 2.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) (เขาวลัด, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดคุณลักษณะที่สำคัญของเนื้อคือ ความสามารถในการอุ้มน้ำซึ่งคุณสมบัตินี้นอกจากจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดคุณค่าทางการบริโภค (Sensory factors) ได้แก่ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสความนุ่ม และความชุ่มของเนื้อแล้วความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อยังมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติทางการแปรรูปเนื้อสัตว์ (Technological factors) ได้แก่ ความคงตัว ความเหนียว ความเป็นอิมัลชัน การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเนื้อ (Drip loss) และการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (Cooking loss) เป็นต้น

เนื้อในสภาพปกติจะมี pH ประมาณ 6.8 – 7.0 ซึ่งในสภาพนี้โมเลกุลของโปรตีนในเนื้อจะมีความเป็นประจุสูง เนื่องจากมีกลุ่มของ Carboxyl, Amino, Carbonyl, Hydroxyl, Sulfhydryl, Imidazole อยู่ภายใน ซึ่งกลุ่มเหล่านี้จะจับน้ำที่อยู่ในเซลล์ของเนื้อไว้ได้ด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) ทำให้เนื้อสัตว์มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง และน้ำไม่ซึมไหลออกจากเนื้อ เมื่อเซลล์ถูกตัด หั่น หรืออบ

เมื่อสัตว์ตาย ค่า pH ในกล้ามเนื้อสัตว์จะลดลง เนื่องจากกรดแลคติกถูกผลิตออกมา การลดลงของ pH อาจจะทำให้โปรตีนบางส่วนในกล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการ เช่น ทำให้ลักษณะบางประการของโปรตีนเปลี่ยนไป โดยเฉพาะพวก Sarcoplasmic protein มีผลทำให้ความสามารถในการละลายน้ำได้ลดลง ทำให้โปรตีนส่วนนี้จับน้ำได้น้อยลง และเมื่อ pH ในกล้ามเนื้อลดลงที่ pH สุดท้ายของเนื้อ (Ultimate pH) ซึ่งจะอยู่ที่ประมาณ 5.4 – 5.6 ใกล้เคียงกับ Isoelectric point (IP) ของโปรตีนสำคัญที่มีส่วนรับผิดชอบโดยตรงต่อการอุ้มน้ำ คือ Myosin ในเนื้อที่ Isoelectric point นี้จำนวนประจุบวกและประจุลบบนโมเลกุลของโปรตีนมีจำนวนเท่ากันซึ่งผลที่ตามมาคือ ประจุเหล่านี้มักจะดึงดูดซึ่งกันและกันเอง ทำให้ผลรวมของประจุไฟฟ้าบนโมเลกุลของโปรตีนที่จะไปดึงดูดเกาะกับโมเลกุลของน้ำได้น้อยลง ทำให้เนื้อสัตว์ที่ได้มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ด้อยกว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของกล้ามเนื้อสัตว์มีชีวิต

#### ผลของการใช้กากมะพร้าวในอาหารสัตว์กระเพาะเดียว

Pascoal *et al.* (2010) ศึกษาการใช้กากมะพร้าวในอาหารสุกรรุ่นเสริมด้วยเอนไซม์รวม โดยใช้สุกรเพศผู้ตอน จำนวน 20 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย  $35.15 \pm 5.59$  กิโลกรัม อาหารทดลองประกอบด้วย 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 สูตรอาหารพื้นฐาน (กลุ่มควบคุม) สูตรที่ 2 สูตรอาหารพื้นฐานร่วมกับกากมะพร้าว ที่ระดับ 20% สูตรที่ 3 สูตรอาหารพื้นฐานร่วมกับกากมะพร้าวที่ระดับ 20% และเสริมด้วยเอนไซม์รวม 0.05% และสูตรที่ 4 สูตรอาหารพื้นฐานร่วมกับกากมะพร้าวที่ระดับ 20% และเสริมด้วยเอนไซม์รวม 0.10% ผลจากการศึกษาพบว่า การใช้กากมะพร้าวในอาหารสุกรที่ระดับ 20% และเสริมด้วยเอนไซม์รวมทั้งที่ระดับ 0.05 และ 0.10% ในสูตรอาหารไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

O'Doherty and Mckeon (2000) ได้ศึกษาการย่อยได้ของการใช้กากมะพร้าวสกัดน้ำมันในอาหารสุกรรุ่นและขุน โดยใช้สุกรพันธุ์แลนด์เรซ เพศผู้ จำนวน 9 ตัว น้ำหนัก 35 กิโลกรัม อาหารทดลองประกอบด้วย 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 เป็นสูตรอาหารพื้นฐาน (กลุ่มควบคุม) สูตรที่ 2 สูตรอาหารพื้นฐานร่วมกับกากมะพร้าวที่ระดับ 20% และสูตรที่ 3 สูตรอาหารพื้นฐานร่วมกับกากมะพร้าวที่ระดับ 40% ผลจากการศึกษาพบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ โปรตีน และพลังงาน กับระดับการใช้กากมะพร้าวในอาหารและอายุของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุกร การใช้กากมะพร้าวที่ระดับ 40% ในสูตรอาหารของสุกรระยะขุนมีการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ โปรตีน และพลังงานสูงกว่าสุกรระยะขุนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ในขณะที่ตามอายุของสุกรไม่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะระหว่างกลุ่มควบคุมกับสุกรที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารพื้นฐานร่วมกับกากมะพร้าวที่ระดับ 20% สุกรที่ได้รับสูตรอาหารควบคุมมีการย่อยได้ของเยื่อใยต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แต่การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ โปรตีน และพลังงาน (Digestible energy, DE) มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับการเสริมกากมะพร้าวเพิ่มขึ้น

นฤมล และคณะ (2556) ได้ศึกษาผลของการใช้กากมะพร้าวแห้ง (กากมะพร้าวคั้นกะทิที่ซื้อจากตลาดสดและทำให้แห้งโดยการตากแดด 2 - 3 แดด) เสริมด้วยเอนไซม์ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่กระตัง โดยใช้ไก่กระตังอายุ 18 วัน จำนวน 96 ตัว ให้ได้รับอาหารทดลองจำนวน 4 ทริทเมนต์ ทริทเมนต์ละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 6 ตัว อาหารทดลองประกอบด้วยสูตรควบคุม คือ ไม่ผสมกากมะพร้าว (สูตร 1) กลุ่มเสริมกากมะพร้าวที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 (สูตร 2, 3 และ 4 ตามลำดับ) และเสริมเอนไซม์ที่ระดับร้อยละ 0.001 ในอาหารกลุ่มทดลอง ศึกษาเป็นเวลา 28 วัน โดยแบ่งเก็บข้อมูลตั้งแต่ 3 - 7 สัปดาห์ เก็บข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหาร และ%ซาก ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) จากการศึกษาพบว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหาร และ%ซาก ในช่วงอายุ 3 - 7 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน ( $P > 0.05$ ) ไก่กระตังในกลุ่มควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหาร และเปอร์เซ็นต์ซาก สูงกว่ากลุ่มทดลองอื่น ๆ แต่ไก่กระตังที่ได้รับอาหารที่มีกากมะพร้าวร้อยละ 5 มีสมรรถนะการผลิตใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นความสามารถในการใช้กากมะพร้าวแห้งในสูตรอาหารไก่กระตังควรใช้ที่ร้อยละ 5 และเสริมเอนไซม์ที่ระดับร้อยละ 0.001

กานต์ (2555) ได้ศึกษาผลการใช้กากกะทิมาเป็นอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อลูกผสมทางการค้าพันธุ์รอส (Ross) คละเพศอายุ 1 วัน จำนวน 512 ตัว วางแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยแบ่งเป็น กลุ่มทดลองละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 32 ตัว กลุ่มทดลองคือกลุ่มเปรียบเทียบไม่เสริมกากกะทิ กลุ่มเสริมกากกะทิแห้งเสริมที่ระดับ 4, 8 และ 12% ซึ่งจะทดแทนรำละเอียดในอาหารไก่เนื้อระยะเติบโต (3 - 6 สัปดาห์) โดยไก่อายุเล็กน้อยก่อนการทดลองให้ได้รับอาหารเดียวกันที่มีระดับโภชนะตามที่ระบุของการเลี้ยง ผลการศึกษาการเสริมกากกะทิในไก่อายุเติบโต พบว่า กากมะพร้าวไม่แสดงผลที่เป็นการกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของไก่เนื้อทดลองในทุกสัปดาห์ของการประเมิน ( $P > 0.05$ ) แต่กลับให้ผลในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหาร ถ้าใช้ที่ระดับ 8% ในอาหาร และยังทำให้การเพิ่มน้ำหนักตัวไก่ดีกว่าไก่กลุ่มอื่น ๆ ตลอดจนสามารถลดต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ได้อีกด้วยจึงสรุปได้ว่า ถ้าประเมินที่ความคุ้มค่าการลงทุนควรใช้กากกะทิเสริมในอาหารไก่เนื้อ ไม่ มากกว่า 8%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 11 : การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ

### 11.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 11.1.1 ปลานิล

##### ชีววิทยาและลักษณะทั่วไป

ปลานิล (*Oreochromis niloticus*, Linn.) เป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย เนื่องจากเป็นที่นิยมและมีความต้องการสูงขึ้นเรื่อย ๆ จึงทำให้ปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ปลานิลยังเป็นสินค้าส่งออกไปสู่ต่างประเทศตลาดที่สำคัญๆ เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา อิตาลี เป็นต้น ในปี พ.ศ. 2556 มีรายงานว่าปลานิลเป็นสัตว์น้ำจืดที่ผลิตได้มากที่สุดของประเทศ มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 197,595 ตัน หรือร้อยละ 45.3 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด คิดเป็นมูลค่ากว่า 9,784.95 ล้านบาท (Department of Fisheries, 2015) ปลานิลมีลักษณะคล้ายปลาหมอเทศต่างกันที่ปลานิลมีลายสีดำและจุดสีขาวสลับกันมีบริเวณครีบหลัง ครีบหาง และครีบกัน ลำตัวเขียวปนน้ำตาลและสีลายดำจางๆ พาดขวางตามลำตัว (ภาพที่11.1) เป็นปลาเศรษฐกิจ แพร่ขยายพันธุ์ง่าย และมีรสชาติดี (กรมประมง, 2556) ริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน มีฟันบริเวณขากรรไกร และคอหอยหลายขนาด ตั้งแต่ค่อนข้างหยาบจนถึงละเอียด บริเวณกระดูกเหงือก (gill arch) มีซี่กรอง 15-27 อัน บริเวณแก้มมีเกล็ดทั้งหมด 4 แถว โดยเกล็ด 3 แถวแรกอยู่บริเวณแก้ม และอีกหนึ่ง แถวอยู่เหนือเส้นข้างลำตัวเล็กน้อย ลำตัวมีสีน้ำตาลมีลายพาดขวาง 9-10 แถบ ครีบหลัง ครีบกันและ ครีบหางมีจุดขาวและเส้นสีดำตัดขวาง ครีบหลังมีอันเดียวประกอบด้วยก้านครีบกัน 13 เกล็ด ลำตัว มีสีเขียวปนน้ำตาลตรงกลางมีเกล็ดสีเข้ม ที่กระดูกแก้มมีจุดสีเข้มหนึ่งจุด (มานพ และคณะ, 2536)



ภาพที่ 11.1 ปลานิล *Oreochromis niloticus*

ที่มา : <http://www.fisheries.go.th/genetic/index>.

##### ลักษณะเพศของปลานิล

ปลานิลเพศผู้และเพศเมียที่อายุยังน้อยมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แต่จะเริ่มแตกต่างกันเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ในรุ่นเดียวกันปลานิลเพศผู้จะมีขนาดใหญ่กว่าเพศเมีย และ ในฤดูผสมพันธุ์เพศผู้จะมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีสันสดใสกว่าเพศเมีย การแยกเพศต้องสังเกตจากอวัยวะสืบพันธุ์และลักษณะอื่น ๆ ประกอบ ดังนี้ ปลานิลเพศผู้ อวัยวะสืบพันธุ์อยู่ที่บริเวณใกล้กับช่องทวาร มีลักษณะเรียวยาวยื่นออกมา มีรูเปิด 2 รู คือ รูก้น (anus) และ รูเปิดรวมของท่อนำน้ำเชื้อและปัสสาวะ (urogenital pore) สีของตัวปลาจะเข้มสดใส ครีบจะมีสีชมพู เข้มออกแดง และใต้คางจะมีสีค่อนข้างแดง ปลานิลเพศเมีย อวัยวะสืบพันธุ์มีลักษณะค่อนข้างกลมใหญ่ และมีช่องเปิดเป็นขีดขวางตรงกลาง มีรูเปิด 3 รู คือ รูก้น (anus) รูท่อนำไข่ (genital pore) และรูท่ปัสสาวะ (urinary pore) สีของตัวปลาจะซีดกว่า ปลาเพศผู้ มองเห็นแถบขวางข้างตัวได้ชัดเจน ใต้คางมีสีเหลืองค่อนข้างขาวและขนาดตัวปลาจะเล็กกว่าปลาเพศผู้ (สมหวัง, ม.ป.ป.)

#### พฤติกรรมการกินอาหาร

ปลานิลเป็นปลาที่กินอาหารได้ทุกชนิด โดยเฉพาะอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อ เช่น ไรน้ำ ตะไคร่น้ำ ตัวอ่อนของแมลงและสัตว์เล็ก ๆ ที่อยู่ในบ่อ ตลอดจนสาหร่ายและแพลงก์ตอน นอกจากนี้ยังสามารถฝึกให้ปลานิลกินอาหารเม็ดหรืออาหารผสมและเศษอาหารได้ง่าย (อุดม, 2549) ถ้าต้องการให้ปลาโตเร็วควรให้อาหารสมทบ เช่น รำ ปลายข้าว กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสงกากมะพร้าว แหนเป็ด และปลาป่น หรืออาหารสำเร็จรูปเป็นต้น การให้อาหารแต่ละครั้งไม่ควรให้ปริมาณมากจนเกินไป ควรกะให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของปลาเท่านั้น ส่วนมากควรให้ประมาณ 5% ของน้ำหนักตัว ถ้าให้มากเกินไปปลาจะกินไม่หมดเสียค่าอาหารโดยเปล่าประโยชน์และยังทำให้น้ำเน่าเสียเป็นอันตรายต่อปลาได้ (กรมประมง, 2549)

#### อุปนิสัยและคุณสมบัติบางประการ

ปลานิลชอบอยู่รวมกันเป็นฝูง (ยกเว้นเวลาสืบพันธุ์) อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืด น้ำกร่อย หรือแม้แต่บริเวณชายทะเลที่มีความเค็ม 20 ส่วนในพันส่วน ยกเว้นเวลาสืบพันธุ์ปลานิลมีคุณสมบัติพิเศษสามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ทนอยู่ในสภาพน้ำที่มีออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำได้ดี ตั้งแต่ 0.4-1 มิลลิกรัมต่อลิตร และสามารถอยู่ในช่วงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่กว้างมาก ระหว่าง 11-42 องศาเซลเซียส เจริญเติบโตได้ดีที่สุดช่วงอุณหภูมิ 19-30 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิ ต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส จะไม่กินอาหาร และจะตายที่อุณหภูมิของน้ำต่ำกว่า 4.5 องศาเซลเซียส เพราะถิ่นกำเนิดเดิมของปลาชนิดนี้อยู่ในเขตร้อน ส่วนความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมต่อการ เจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 6.5-8.3 ซึ่งปลานิลจะเริ่มตายในน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง 5.5-6.5 และตายหมดที่ค่าความเป็นกรดและด่าง 3.5-4.5 (ทัศนีย์, 2524; มานพ และคณะ, 2536) นอกจากนี้ปลานิลยังมีความทนทานต่อความเค็มของน้ำ กล่าวคือ ปลานิลสามารถอยู่ได้ปกติในน้ำที่มีความเค็มสูงสุด 20 ส่วนในพันส่วน ซึ่งปลานิลนับว่าเป็นปลาที่เหมาะสมจะนำมาเลี้ยงในบ่อได้เป็นอย่างดี (อุดม, 2549)

#### **11.1.2 มะพร้าว**

##### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (วาสนา, 2541)

มะพร้าวมีระบบรากเป็นรากฝอยแผ่กระจายออกรอบลำต้น มีลำต้นเดี่ยวไม่แตกแขนง มีรอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้น ลักษณะของใบจะเป็นใบประกอบออกอยู่ตามส่วนต่างๆของลำต้นประกอบด้วยก้านทางมีขนาดใหญ่และยาว และมีใบย่อยบนก้านทางประมาณ 200-250 ใบ

ดอกจะออกเป็นช่อมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อเดียวกัน ดอกมี 6 กลีบสีครีมหรือสีเหลือง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นวลไม่มีก้านดอกย่อย สำหรับผลมะพร้าวจะมีขนาดโตเต็มที่หลังจากที่มีการผสมเกสรแล้ว 6 เดือน และหลังจากนั้นอีก 6 เดือน ผลจะสุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวลักษณะของผลเป็นแบบไฟบรัสตรูป (Fibrous drupe) เรียกว่า นัท (Nut) มีเปลือก 3 ชั้น คือ เปลือกชั้นนอก (Exocarp) เป็นเส้นใยที่เหนียวและแข็งเมื่อแก่อาจมีสีเขียวแดงเหลืองหรือน้ำตาลเปลือกชั้นกลาง (Mesocarp) เป็นชั้นในสุดที่มีกาบมะพร้าวหุ้มล้อมรอบเมื่อผลแก่จะมีลักษณะแข็งสีน้ำตาลดำที่เรียกว่ากะลา (Husk or shell) ซึ่งภายในกะลามะพร้าวจะมีเมล็ดมะพร้าวหรือที่เรียกว่าเนื้อมะพร้าว (Endosperm) ประกอบด้วย Seed coat เป็นแผ่นบาง ๆ สีน้ำตาลคั่นอยู่ระหว่างกะลากับเนื้อมะพร้าวซึ่ง Seed coat นี้จะติดแน่นกับเนื้อมะพร้าวเนื้อมะพร้าวโดยทั่วไปจะมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 1-2 เซนติเมตร สีขาวและมีน้ำมันอยู่มาก (ภาพที่ 11.2)



ภาพที่ 11.2 มะพร้าว

ที่มา : [https://www.sentangedtee.com/farming-trendy/article\\_36016](https://www.sentangedtee.com/farming-trendy/article_36016)

องค์การอาหารแห่งสหประชาชาติ (FAO) ระบุว่าในปี 2008 โลกมีปริมาณผลผลิตมะพร้าว 61 ล้านตัน โดยประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตมะพร้าวได้เป็นอันดับ 6 ของโลก รองจาก อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ อินเดีย บราซิล และศรีลังกา หรือปริมาณ 1.72 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 2.8 ของโลก ประเทศที่เป็นผู้ส่งออกมะพร้าวและผลิตภัณฑ์อันดับต้นๆของโลก จากสถิติการค้าปี 2007 คือ ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย รวมทั้งเนเธอร์แลนด์ โดยส่งออกมะพร้าวทั้ง ผล (Coconut) น้ำมันมะพร้าว (Copra Oil) และมะพร้าว ตากแห้ง (Coconut Desiccated) มีมูลค่ามากเป็นอันดับ 1 และ 2 ของโลก ตามลำดับ ในขณะที่ไทยส่งออกมะพร้าวทั้งผลเป็นอันดับ 11 (สำนักงานยุทธศาสตร์การพาณิชย์, 2553)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) ระบุว่าในปี 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะพร้าว 1.54 ล้านไร่ มีผลผลิตรวม 1.48 ล้านตัน มูลค่า ผลผลิตรวม 7,111 ล้านบาท ผลิตมากในภาคใต้และภาคกลาง โดยจังหวัดที่มีผลผลิตมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ชลบุรี สุราษฎร์ธานี และ นครศรีธรรมราช คิดเป็น 73% ของปริมาณผลผลิตทั้งประเทศ ผลผลิตมะพร้าวที่ประเทศไทยมีการส่งออกเป็นหลัก คือ มะพร้าวสด (Fresh Coconut) มะพร้าว แห้ง (Desiccated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

coconut and Copra) น้ำมันมะพร้าว (Coconut Oil) เส้นใยกาบมะพร้าว (Coir fiber) และกากเนื้อมะพร้าว (Coconut Cake) (สำนักงานยุทธศาสตร์การพาณิชย์, 2553)

มะพร้าวและผลิตภัณฑ์เป็นสินค้าที่อยู่ในข้อผูกพันการเปิดตลาด WTO 22 รายการ ซึ่งในส่วนของ ผลิตภัณฑ์มะพร้าวประกอบด้วย มะพร้าว เนื้อมะพร้าวแห้ง และ น้ำมันมะพร้าว มะพร้าว 1 ลูกสามารถแปรรูปได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย โดยผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ เช่น มะพร้าวฝอยทำให้แห้ง (Desiccated Coconut) เนื้อมะพร้าวแห้ง (Copra) กะทิ (Coconut Milk) น้ำมันมะพร้าว (Coconut Oil) นอกจากนี้ส่วนที่เหลือของผลมะพร้าวยังสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น กากมะพร้าวสามารถนำไปผลิตอาหารสัตว์ กะลามะพร้าวนำไปผลิตของใช้และเครื่องประดับ เส้นใยมะพร้าวนำไปใช้เป็นไส้โซฟา เบาะ ทำแท่งเพาะชำ และ แปรรูปไม้ (ลำตัน) เป็นต้น (สำนักงานยุทธศาสตร์การพาณิชย์, 2553)

#### กากมะพร้าว (coconut meal หรือ copra meal)

กากมะพร้าวเป็นผลผลิตพลอยได้จากการหีบหรือการสกัดน้ำมันมะพร้าว มีโปรตีนประมาณ ร้อยละ 20-26 และเยื่อใยร้อยละ 10 และ ประกอบด้วยกรดอะมิโน ที่สัตว์น้ำมีความต้องการ ได้แก่ ไลซีน เมทไธโอนีน ทรีโตนีน ทรีโอนีน ไอโซลูซีน อาร์จินีน ลูซีน เชนิโคลานีน ฮิสติดีน เวลีน และไกลซีน (วรรณดี, 2557) คุณภาพของกากมะพร้าวขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการสกัดและอุณหภูมิที่ใช้ในกรรมวิธี ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำลายกรดอะมิโน โดยเฉพาะไลซีนทำให้การย่อยได้ของโปรตีนลดลง กากมะพร้าวมักมีน้ำมันเหลืออยู่สูงทำให้หืนได้ง่าย ควรใช้ให้หมดใน 6-8 สัปดาห์ ไขมันในกากมะพร้าวเป็นชนิดอิ่มตัวเมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ทำให้ไขมันในซากมีลักษณะเป็นมันแข็ง โปรตีนในกากมะพร้าวมีกรดอะมิโนไลซีนและฮิสติดีนต่ำ ถ้าใช้มากจะทำให้กรดอะมิโนสองชนิดนี้ไม่พอและมีอัตราการย่อยได้ต่ำ จึงควรเสริมด้วยกรดอะมิโนสังเคราะห์หรือเสริมด้วยอาหารที่มีไลซีนสูง เช่น ปลาป่นหรือเนื้อป่น ระดับการใช้ขึ้นกับชนิดของสัตว์นอกจากนี้กากมะพร้าวยังขึ้นราได้ง่าย (ธাত্রี, 2549)

#### 11.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกากมะพร้าว

จากการศึกษาผลของกากมะพร้าวและกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโต การย่อยได้และการใช้ประโยชน์ของอาหารในปลาดุกลูกผสม (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) ขนาดเริ่มต้น 62.33 - 64.67 กรัม เป็นเวลา 2 เดือน โดยให้อาหารระดับโปรตีนร้อยละ 30 พลังงาน 2,800 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ผสมกากมะพร้าวและกากมันสำปะหลังในอาหารที่ระดับร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 ผลการศึกษาพบว่าความคงทนของอาหารเม็ดในน้ำและการเกิดเจลลาติในเข่งหรือความสึกของแ่งในอาหาร ไม่มีความแตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) จากการศึกษาในระยะเวลา 2 เดือน พบว่าการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าวร้อยละ 15 มีค่าการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหาร ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและต้นทุนค่าอาหารดีที่สุดในเดือนที่ 2 ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารผสมกากมันสำปะหลังที่ระดับร้อยละ 10-20 จะมีค่าต่ำกว่าในชุดควบคุม ( $p>0.05$ ) ปริมาณไกลโคเจนในตับของปลาดุกลูกผสมไม่มีความแตกต่างกันในทุกชุดการทดลอง ( $p>0.05$ ) ดังนั้นปลาดุกลูกผสมขนาดประมาณ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 120 กรัม สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารที่ผสมกากมะพร้าวและกากมันสำปะหลังได้ดีที่ระดับ ร้อยละ 15 และ 10 ตามลำดับ (ณัฐพงศ์, 2550)

ผลการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จากกากมะพร้าวและใบกระถินปน เพื่อเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวในกระชัง เพื่อเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาว ทดลองโดยแบ่งปลาออกเป็น 3 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มละ 3 กระชัง ๆ ละ 20 ตัว เลี้ยงด้วยอาหารเสริมโปรตีนที่แตกต่างกัน คือ กลุ่มที่ 1 ใช้อาหารชั้นเสริมกากมะพร้าว กลุ่มที่ 2 ให้อาหารชั้นเสริมใบกระถินปน กลุ่มที่ 3 ให้อาหารชั้นสูตรควบคุม ใช้เวลาเลี้ยงทั้งหมด 2 เดือน ตลอดจนการทดลองพบว่า อัตราการเจริญเติบโตของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มอัตราเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR.) แตกต่างกัน ค่า FCR. ของการเลี้ยงในระยะ 1 เดือนแรกต่ำกว่า FCR. เมื่อเลี้ยงครบ 2 เดือน อย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือในระยะ 1 เดือนแรก ปลาที่ได้รับอาหารชั้นสูตรควบคุมจะมีค่า FCR. ต่ำสุดคือ 1.69 ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นเสริมใบกระถินปนและอาหารชั้นเสริมกากมะพร้าวจะมีค่า FCR. สูงขึ้นตามลำดับ คือ 1.93 และ 2.37 เมื่อเลี้ยงครบ 2 เดือน ค่า FCR. ของปลาทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกัน คือ 2.97, 2.3 และ 2.44 ตามลำดับ จากข้อมูลการทดลองสรุปได้ว่าใบกระถินปนมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้เพื่อเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนสำหรับเลี้ยงปลาตะเพียนขาวที่มีอายุไม่เกิน 2 เดือน ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่าการให้กากมะพร้าวปน (พิจิตรและเกษม, 2536)

ผลจากการทดลองเสริมกากมะพร้าวและใบกระถินเทพาปนระดับที่เหมาะสมในอาหารปลานิลวัยอ่อน โดยเสริมกากมะพร้าวปนและใบกระถินเทพาปนในสูตรอาหาร 6 ระดับ คือ 0 (สูตรควบคุม) 20ต่อ0 0ต่อ20 59ต่อ15 10ต่อ10 และ15 ต่อ5 ร้อยละตามลำดับ ปลานิลมีน้ำหนักเริ่มต้น 0.2 กรัม เลี้ยงในชุดถึงเลี้ยงปลาในระบบน้ำหมุนเวียนขนาด 200 ลิตร จำนวน 18 ถัง เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด ( $p < 0.05$ ) ในกลุ่มที่รับอาหารเสริมกากมะพร้าวปนและใบกระถินเทพาปน (วรพงษ์และสายชล, 2560)

การใช้กากมะพร้าวแห้งเสริมด้วยเอนไซม์ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่กระทง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กากมะพร้าวแห้งเสริมด้วยเอนไซม์ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่กระทง โดยใช้อาหารทดลองประกอบด้วยสูตรควบคุม (ไม่ผสมกากมะพร้าว) กลุ่มเสริมกากมะพร้าวที่ระดับร้อยละ 5 สูตรที่ 2 , ร้อยละ 10 สูตรที่ 3 และร้อยละ 15 สูตรที่ 4 และเสริมเอนไซม์ที่ระดับร้อยละ 0.001 ในอาหารกลุ่มทดลอง ศึกษาเป็นเวลา 28 วัน จากการศึกษาพบว่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหาร และเปอร์เซ็นต์ซาก ในช่วงอายุ 3-7 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน ( $P > 0.05$ ) ซึ่งพบว่าไก่กระทงในกลุ่มควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหาร และเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่น ๆ แต่ไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่มีกากมะพร้าวร้อยละ 5 มีสมรรถนะการผลิตใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นสามารถใช้กากมะพร้าวแห้งในสูตรอาหารไก่กระทงได้ที่ร้อยละ 5 และเสริมเอนไซม์ที่ระดับร้อยละ 0.001 (นฤมล และคณะ, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 12 : การใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำมัน ในโคนม

การเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยเฉพาะโคนมในประเทศไทย ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงด้วยการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทราบกันดีอยู่แล้วว่า ต้นทุนของการผลิตสัตว์ส่วนใหญ่เป็นค่าอาหารสัตว์ ประมาณ 50 - 80 % โดยขึ้นกับชนิดของอาหารและการจัดการด้านอาหารในแต่ละฟาร์ม ซึ่งโคจะกินอาหารหยาบเป็นหลัก คือ หญ้าชนิดต่าง ๆ และในช่วงฤดูแล้งซึ่งขาดแคลนหญ้า ซึ่งเกษตรกรจะใช้วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร หรือวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาเลี้ยงโค (เมธา, 2533, สายัณห์, 2540)

FAO (2010) รายงานว่า ประเทศไทยปลูกมะพร้าวมากเป็นอันดับ 6 ของโลก โดยมีผลผลิตเท่ากับ 1,721,640 ตัน โดยจากสถิติในปี 2557 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวทั้งหมด 1,299,799 ไร่ โดยให้ผลผลิตทั้งหมด 1,000,320 ตัน ซึ่งภาคใต้มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด เท่ากับ 694,790 ไร่ โดยให้ผลผลิต 526,964 ตัน โดยจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวมากที่สุดสามอันดับแรก คือ ประจวบคีรีขันธ์ เท่ากับ 419,833 ไร่ ชุมพร เท่ากับ 205,764 ไร่ และสุราษฎร์ธานี เท่ากับ 199,010 ไร่ และมีผลผลิตมะพร้าวมากที่สุดสามอันดับแรกของประเทศ คือ ประจวบคีรีขันธ์ เท่ากับ 293,022 ตัน ชุมพร เท่ากับ 193,237 ตัน และสุราษฎร์ธานี เท่ากับ 120,399 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2555)

กรมวิชาการเกษตร (2556) รายงานว่า พันธุ์มะพร้าวสามารถจำแนกตามอายุการออกผล และจำแนกตามความสูง โดยการจำแนกตามอายุการออกผล แบ่งออกเป็น 3 พันธุ์ คือ

1. มะพร้าวพันธุ์เบา จะให้ผลหลังปลูกประมาณ 3-4 ปี
2. มะพร้าวพันธุ์กลาง จะให้ผลหลังปลูกประมาณ 5-6 ปี
3. มะพร้าวพันธุ์หนัก จะให้ผลหลังปลูกประมาณ 7-8 ปี

ส่วนการจำแนกตามความสูง แบ่งออกเป็น 2 พันธุ์ คือ

1. มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย ได้แก่ พันธุ์น้ำหอม หมูสีเขียว หมูสีเหลือง ไพ่ นกคุ้ม และนาฬิกา
2. มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง ได้แก่ พันธุ์ใหญ่ กลาง ร้อยทะเลาย ปากจก กะโหลก เปลือกหวาน และมะแพรว

กรมส่งเสริมการเกษตร ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมะพร้าวน้ำหอม ได้แก่ พันธุ์ลูกผสม สวี 1 และลูกผสมสวี 2 โดยในการเก็บเกี่ยวผลผลิตผสมมะพร้าวนั้น เกษตรกรจะเก็บเกี่ยวทุก ๆ 20 วัน โดยใน 1 ปี เกษตรกรจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ประมาณ 16 ทะลายต่อต้น โดยใน 1 ทะลาย จะมีผลมะพร้าวประมาณ 10-15 ผล ซึ่งจะให้ผลผลิตปีละ 70-100 ผล ต่อต้น หรือประมาณ 3,000-4,000 ผล ต่อไร่

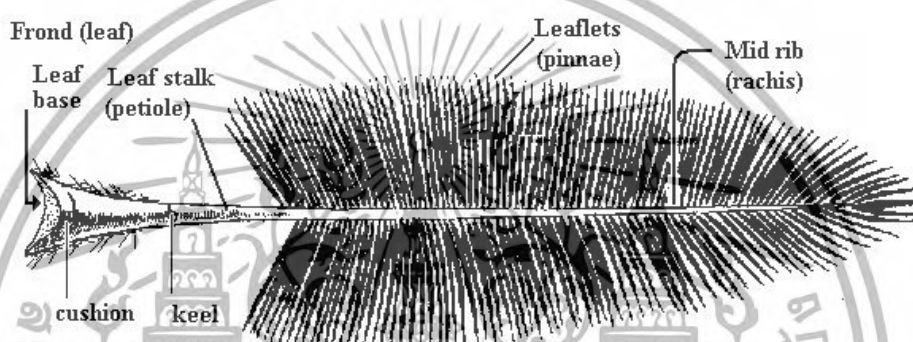
ในการเก็บเกี่ยวผลผลิต เกษตรกรจะแทงจั่นมะพร้าวเพื่อเก็บเกี่ยว จากนั้น เกษตรกรจะตัดแต่งทางใบมะพร้าวที่ไม่สมบูรณ์ โดยจะตัดแต่งทางใบมะพร้าวประมาณ 3-4 ทาง เพื่อป้องกันหนอนหัวดำมะพร้าว และแมลงค้ำหนาม ส่วนทางใบมะพร้าวที่ตัดแต่งทิ้งแล้ว จะมีจำนวนมาก เกษตรกรจะนำไปทิ้ง หรือเผาทิ้ง

ตารางที่ 12.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของทางใบมะพร้าวและฟางข้าว

อาหาร	องค์ประกอบทางเคมี (%)				
	Ash	CP	NDF	ADF	Lignin
ทางใบมะพร้าว <sup>1</sup>	10.28	3.73	61.44	38.59	14.73
ฟางข้าว <sup>2</sup>	-	3.20	79.30	54.70	5.10

ที่มา: <sup>1</sup> พืชกร (2555), <sup>2</sup> กองอาหารสัตว์ (2538)

จากตารางที่ 12.1 จะเห็นว่า ทางใบมะพร้าว เป็นผลพลอยได้จากการเกษตร จะมีโปรตีนสูงกว่าฟางข้าวเล็กน้อย ซึ่งหากทำการหมักแล้ว จะสามารถเพิ่มความน่ากิน และเพิ่มค่าการย่อยได้ของทางใบมะพร้าวในสัตว์เคี้ยวเอื้องได้



ภาพที่ 12.1 แสดงลักษณะทางใบมะพร้าว (Frond) และใบมะพร้าว (Leaflets)

ในปี 2557 ประเทศไทยมีการผลิตน้ำมันได้ 1,067,452 ตัน และจังหวัดชุมพรมีการผลิตน้ำมันได้ 3,121 ตัน โดยประเทศไทยการนำเข้าผลิตภัณฑ์นม 169,521 ตัน เป็นมูลค่า 19,032 ล้านบาท ซึ่งจะเห็นว่า ผลิตภัณฑ์นมไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ฉะนั้นประเทศไทยควรที่จะลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์นม และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำมันของโคนมในประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

#### กิจกรรมย่อยที่ 1 : สำรวจข้อมูลการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

##### 1.1 การสำรวจ

ทำการสำรวจในพื้นที่ 4 จังหวัดของภาคใต้ตอนบน ได้แก่ จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และระนอง โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์

1.1.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นพื้นที่ปลูกมะพร้าว ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ และข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็นของแต่ละพื้นที่ที่มีการปลูกมะพร้าว

1.1.2 กำหนดแนวทางและวิธีการสำรวจเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและตลาดของ มะพร้าว

1.1.3 ลงพื้นที่สำรวจการผลิตและตลาดของมะพร้าวตามแนวทางและวิธีการที่ได้ กำหนดไว้

1.1.4 รวบรวมข้อมูล และประเมินผลการผลิตและตลาดมะพร้าวและความพึงพอใจของผู้ผลิตมะพร้าวโดยใช้การประเมินเชิงผสม (Mixed Method)

##### 1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การคำนวณจากร้อยละของจำนวนเกษตรกรจาก แบบสอบถามและสัมภาษณ์

##### 1.3 สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และ ระนอง  
ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขต ชุมพรเขตรอดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร

##### 1.4 ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาการทำวิจัย : 1 ตุลาคม 2559 -30 กันยายน 2560

## กิจกรรมที่ 2 : การพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว

### 2.1 วิธีการดำเนินงาน

ทำการสำรวจแปลงที่ใช้ศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว โดยการใช้มะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง 3 พันธุ์ ได้แก่ ผลสีเขียวผลกลม ผลสีส้มอ่อนผลรีก้านนูน ผลสีเขียวผลรีก้านนูน พันธุ์ละ 4 ต้น ทำการผูกทะลายมะพร้าวที่ดอกเริ่มบานด้วยด้ายสีต่าง ๆ เพื่อกำหนดการพัฒนา และการสุกแก่ของผลมะพร้าวที่อายุ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 และ 14 เดือน ทำการบันทึกผลการทดลองดังต่อไปนี้

การพัฒนาของสีผล วัดขนาดผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล และความยาวผล ความหนาของเปลือก ความหนาของเนื้อ ปริมาณน้ำมะพร้าว ความหนากระดาษ น้ำหนักกระดาษต่อผล น้ำหนักสดของเนื้อต่อผล น้ำหนักแห้งของเนื้อต่อผล อบด้วยตู้อบความชื้นอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง วัดปริมาณความชื้น อบด้วยตู้อบความชื้นอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และปริมาณไขมันในเนื้อมะพร้าว ทำการสกัดด้วย วิธี Soxhlet ตามมาตรฐาน ISO 659

#### การวางแผนการทดลอง

ทำการสำรวจแปลงที่จะทำการศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว โดยการใช้มะพร้าว 3 สายพันธุ์ๆ ละ 4 ต้น วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Rang Test (DMRT)

### 2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทำการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95เปอร์เซ็นต์

### 2.3 สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร

ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

### 2.4 ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาการทำวิจัย : 1 ต.ค. 2560-30 ก.ย. 2561

### กิจกรรมย่อยที่ 3 : การเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวของในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น

#### 3.1 วิธีการดำเนินงาน

3.1.1 ทำการสำรวจแปลงมะพร้าว เพื่อทดลองการเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวของในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น และได้ดำเนินการทดลองในแปลงมะพร้าวที่มีอายุ 28 ปี วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block design, RCBD) จำนวน 4 วิธีการ 3 ซ้ำ ได้แก่

วิธีการที่ 1 มะพร้าวอย่างเดียว จำนวน 1 ไร่ (มะพร้าว 20 ต้น)

วิธีการที่ 2 มะพร้าวจำนวน 1 ไร่ ร่วมกับปลูกพริกไทย 100 ต้น ระยะปลูก 2x2 เมตร และ ผักเหลียง ระยะปลูก 1x1 เมตร จำนวน 350 ต้น

วิธีการที่ 3 มะพร้าวจำนวน 1 ไร่ ร่วมกับปลูกพริกไทย 100 ต้น ระยะปลูก 2x2 เมตร และ ปลูก ข้าวไร่

วิธีการที่ 4 มะพร้าวจำนวน 1 ไร่ ร่วมกับปลูกพริกไทย 100 ต้น ระยะปลูก 2x2 เมตร และ หญ้าเนเปียร์

#### 3.1.2 ศึกษาต้นทุนการผลิต และรายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่

วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต และรายได้ที่ได้รับจากการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ในแต่ละวิธีการผลิต โดยวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายจากต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่ และรายได้ที่ได้รับแต่ละวิธีการ โดยต้นทุนการผลิตแบ่งตามลักษณะของการจ่าย ดังนี้

3.1.2.1 ต้นทุนผันแปร เป็นค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ดังนี้

- ค่าวัสดุ ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี วัสดุสิ้นเปลืองอื่นๆ หรืออุปกรณ์การเกษตรที่มีอายุการใช้งานต่ำกว่า 1 ปี ตลอดจนค่าปัจจัยการผลิตอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวแล้วข้างต้น ค่าวัสดุใช้ราคาจำหน่ายในท้องถิ่นปี พ.ศ. 2560 เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ เช่น เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ที่ซื้อคิดตามราคาจำหน่ายในราคาโลกรัมละ 100 บาท

- ค่าแรงงาน เป็นค่าแรงงานที่เกิดจากการจ้างแรงงานคนอย่างเดียว แรงงานคนควบกับเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมด การประเมินค่าแรงงานของตนเองหรือแลกเปลี่ยน คิดตามอัตราค่าจ้างเป็นรายวัน (8 ชั่วโมง) ในท้องถิ่น วันละ 300 บาท

3.1.2.2 ต้นทุนที่คงที่ เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต กล่าวคือ ไม่ว่าเกษตรกรผลิตเป็นปริมาณเท่าไรก็ตาม หรือไม่ผลิตก็ตาม ต้องเสียค่าใช้จ่ายในจำนวนที่คงที่ ค่าใช้จ่ายประเภทนี้ ได้แก่

- ค่าเสื่อมเครื่องมืออุปกรณ์ เป็นการคิดค่าใช้จ่ายเครื่องมืออุปกรณ์การเกษตรที่ใช้ในการผลิตที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 1 ปี ได้แก่ ถังฉีดยา ใช้วิธีการคำนวณแบบเส้นตรง (Straight line method) ดังสูตร (ทองโรจน์, 2530)

$$\text{ค่าเสื่อมอุปกรณ์การเกษตรต่อปี} = \frac{\text{มูลค่าแรกซื้ออุปกรณ์การเกษตร} - \text{มูลค่าซาก}}{\text{อายุการใช้งาน (ปี)}}$$

$$\text{ค่าเสื่อมอุปกรณ์เกษตร} = (\text{มูลค่าแรกซื้ออุปกรณ์การเกษตร} - \text{มูลค่าซาก}) \times \text{เปอร์เซ็นต์การใช้} \\ \text{ปริมาณการใช้อายุการใช้งาน (ปี) ของอุปกรณ์การเกษตร}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูล การเจริญเติบโต ผลผลิต ต้นทุน และผลตอบแทน ที่ได้จากการปลูกพืชแซมในสวนมะพร้าวเก็บข้อมูล ปีที่1 ถึงปีที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปผล และ รายงานผลการทดลอง

### 3.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยี

ปีที่ 4 ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน คัดเลือกผู้นำเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดชุมพร 30 ราย

### 3.4 การวางแผนการทดลอง

ทำการทดลองที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร วางแผนการทดลองแบบวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block design, RCBD)

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เปอร์เซนต์

### 3.6 สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร

### 3.7 ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาการทำการวิจัย : 1 ต.ค. 2560-30 ก.ย. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 4 : สมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และผลผลิตมะพร้าวจากพื้นที่ต่าง ๆ ในจังหวัด

### 4.1 การเลือกสวนมะพร้าวและต้นมะพร้าว

ออกสำรวจภาคสนาม เพื่อเลือกสวนมะพร้าวที่มีระยะการปลูกห่างจากชายฝั่งทะเล 3 ระยะ คือ ระยะ 1 กิโลเมตร ระยะ 2 กิโลเมตร และระยะ 3 กิโลเมตร ที่มีอายุต้นเท่ากัน มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดี จำนวนระยะละ 3 สวน ของอำเภอปะทิว อำเภอเมืองและอำเภอสวี จังหวัดชุมพร ดังนั้น แต่ละอำเภอจะเก็บตัวอย่าง 9 สวน รวมทั้งสิ้นเก็บตัวอย่าง 27 สวน เลือกต้นมะพร้าว 5 ต้น เพื่อใช้ในการศึกษาในแต่ละสวน

### 4.2 การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร จากต้นมะพร้าวทุกต้น โดยแต่ละต้นจะเก็บรอบทรงพุ่ม จำนวน 4 จุด/ต้น นำตัวอย่างดินทุกจุดมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง

### 4.3 การเก็บตัวอย่างพืช

เก็บตัวอย่างใบมะพร้าวทุกต้น เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร โดยเก็บตัวอย่างใบจากแผ่นใบของใบย่อยที่อยู่ประมาณกลางทางใบของใบสมบูรณ์ที่  $14 \pm 1$  จากยอดลงมา นำตัวอย่างใบใส่ถุงพลาสติกให้มิดชิด และวางในถังพลาสติกที่มีน้ำแข็งอยู่ด้านล่างสุด มีกระดาษหนังสือพิมพ์วางกั้นระหว่างน้ำแข็งและตัวอย่างใบ และนำตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติการเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

### 4.4 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

4.4.1 การเตรียมตัวอย่างดิน : นำตัวอย่างดินมาผึ่งแห้งในที่ร่ม เก็บเศษซากพืชออก แล้วนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 mm แล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป (Soil Survey Laboratory Staff, 1992)

#### 4.4.2 การวิเคราะห์ดิน

- ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 แล้ววัดค่าปฏิกิริยาดินด้วยเครื่อง pH meter
- ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity; EC) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 แล้ววัดค่า EC ด้วยเครื่อง EC meter
- ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน โดยวิธี Walkley-Black Titration
- ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) สกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยการทำให้เกิดสี โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ความยาวคลื่น 882 nm
- ปริมาณต่างที่สกัดได้ (Exchangeable Bases) ซึ่งประกอบด้วยโพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม โดยการสกัดดินด้วยใช้สารละลาย 1 N  $\text{NH}_4\text{OAc}$  pH 7.0 แล้วนำสิ่งที่สกัดได้ไปวัดหาปริมาณต่างที่สกัดได้ โดยใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AAS)
- จุลธาตุในดิน ด้วยวิธี DTPA pH 7.3

4.4.3 การเตรียมตัวอย่างใบพืช : เช็ดตัวอย่างใบมะพร้าวด้วยผ้าสะอาดชุบน้ำบรรจุในถุงกระดาษ นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนแห้ง จากนั้นชั่งน้ำหนักแห้งตัวอย่างใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อบแห้งแล้ว แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบด ให้ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 40 mesh (0.42 mm) และเก็บไว้เพื่อวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

#### 4.4.4 การวิเคราะห์พืช

- วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยย่อยตัวอย่างพืชและผลผลิตด้วยกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น ที่อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส จนใส แล้วนำไปกลั่นหาปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธี microKjeldahl ไตเตรตสิ่งทีกลั่นได้ด้วยกรด  $H_2SO_4$  ทราบความเข้มข้นแน่นอน

- วิเคราะห์ P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn : ย่อยสลายด้วยวิธี Dry ashing ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเอาที่ไปละลายด้วย 1 N HCl แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AAS) ยกเว้นปริมาณฟอสฟอรัสด้วยการทำให้เกิดสี โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ความยาวคลื่น 420 nm

#### 4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

#### 4.6 สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร

#### 4.7 ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาการทำวิจัย : 1 ต.ค. 2559-30 ก.ย. 2560

## กิจกรรมย่อยที่ 5 : การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของการนำทาง กาบ และถ่าน กะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูป สำหรับต้นหน้าวัว

ในการวิจัยจะทำการศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ก่อนการอัดขึ้นรูป ตั้งแต่การเตรียมวัสดุ และการศึกษาสัดส่วนการผสมตามอัตราส่วนผสมที่กำหนดทั้งหมด 6 สูตร ในการอัดขึ้นรูปกระถาง ตลอดจนศึกษาวิธีการขึ้นรูปของกระถาง ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอัดขึ้นรูปกระถาง ซึ่งในกระบวนการดังกล่าวจำเป็นต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

### 5.1 เครื่องสับย่อย (Chopper Machine)

ทำหน้าที่ในการสับย่อยกาบมะพร้าวที่แห้งที่ได้จากการแกะออกจากลูก โดยใน 1 ลูก จะได้กาบมะพร้าว 6-8 กาบ และสับย่อยกาบในแนวขวางเพื่อลดขนาดของกาบมะพร้าว ในส่วนของการสับย่อยทางมะพร้าวที่ค่อนข้างแห้งมีสีน้ำตาล โดยจะทำการตัดส่วนส่วนที่เป็นก้านใบออกก่อน แล้วตัดโคนขนาดใหญ่ และแบ่งทางออกเป็นท่อนๆ ยาวประมาณ 40-60 เซนติเมตร แล้วนำไปเข้าเครื่องสับย่อย ดังภาพที่ 5.1-5.2 จะได้ทาง และกาบมะพร้าวหลังการสับย่อย ดังภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.1 ก. กาบมะพร้าว และ ข. ทางมะพร้าว ก่อนการเตรียม



ก.

ข.

ภาพที่ 5.2 ก. การเตรียมกาบมะพร้าว และ ข. ทางมะพร้าว ก่อนเข้าเครื่องสับย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. ผ่านการสับย่อย

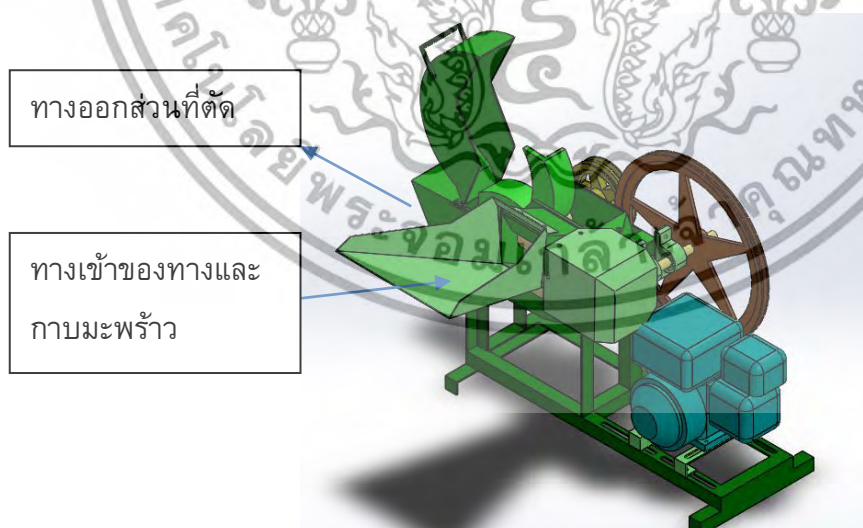
ข. ไม่ผ่านการสับย่อย

ภาพที่ 5.3 ก. กาบมะพร้าว ทางมะพร้าว ที่ผ่านการลดขนาดจากการสับย่อย และ ข. ถ่านกะลามะพร้าว

#### 5.1.1 โครงสร้างเครื่องสับย่อย และหลักการทำงาน

เครื่องสับย่อย ทำมาจากเหล็กฉาก 2.5 นิ้วหนา 4 มิลลิเมตร ขับเคลื่อน เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะสูบเดียว ความจุกระบอกสูบ 118 ซีซี จุดระเบิดด้วยเทียนซิสเตอร์ กำลัง เครื่องยนต์ 2.5 กิโลวัตต์ หรือ 3.4 แรงม้า ที่ 3,600 รอบต่อนาที แรงบิดสูงสุด 7.0 N.m ที่ 2,500 รอบต่อนาที ความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิง 2 ลิตร อัตราส่วนกำลังอัด  $7.5 \pm 0.3$  ต่อ 1 กรองอากาศด้วย ระบบพองน้ำ และอ่างน้ำมันดักฝุ่น ระบายความร้อนด้วยพัดลมดูดอากาศ ควบคุมอัตราเร่งด้วยคันโยก ดับเครื่องยนต์ด้วยการตัดวงจรไฟฟ้าลงกราวด์

ระบบส่งกำลัง ขับผ่านเฟืองทดทางและก้ามมะพร้าวเพื่อส่งผ่านไปยังส่วน ตัด แล้วขับส่วนที่ตัดแล้วออกไปทางด้านหน้าของเครื่องยนต์ ดังภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 เครื่องสับย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 เครื่องตีป่น (Hammer mill)

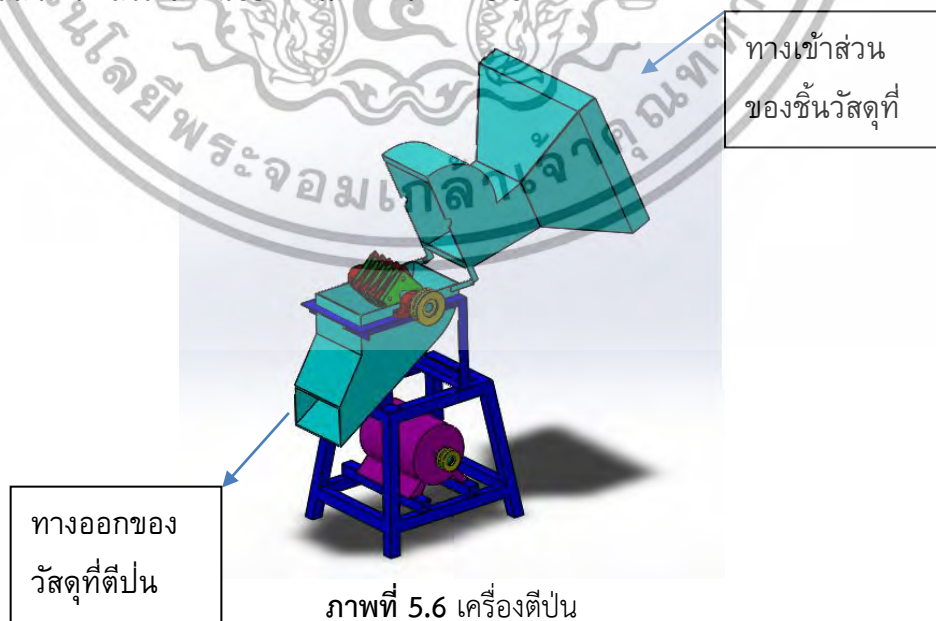
ทำหน้าที่ลดขนาดของวัสดุที่ได้จากการสับย่อยของทางมะพร้าวและกาบมะพร้าว จากภาพที่ 5.4 เพื่อให้มีขนาดเล็กลงที่เหมาะสมต่อการผสม และการขึ้นรูป ในส่วนการตีป่น ถ่านกะลามะพร้าวจากลักษณะเป็นแผ่นเรียบ หลายเหลี่ยม ตกเป็นชิ้นที่มีหลายขนาด ให้มีขนาดเป็นผงขนาดเล็ก ดังภาพที่ 5.5



ภาพที่ 5.5 กาบมะพร้าว ทางมะพร้าว และถ่านกะลามะพร้าว ที่ผ่านการลดขนาดจากการตีป่น

### 5.2.1 โครงสร้างเครื่องตีป่น และหลักการทำงาน

เครื่องตีป่น ทำมาจากเหล็กฉาก 2.5 นิ้ว หนา 4 มิลลิเมตร ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องตีป่น ประกอบด้วย ช่องใส่วัสดุสำหรับการตีป่น ซึ่งอยู่ด้านบนของตัวเครื่อง มีช่องเสียบเหล็กทำหน้าที่คล้ายประตูเปิด-ปิดให้วัสดุผ่านไปยังส่วนของการตีป่น ชุดใบตีป่นกระแทกแบบ 4 แขน สลับฟันปลา จำนวน 20 ใบ ตามมุมของแผ่นยึด ขับกำลังผ่านสายพานและมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 3 แรงม้า ที่ใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส วัสดุที่ผ่านการตีป่นจากผ่านตะแกรงร่อน ที่มีขนาด 3 มิลลิเมตร และ 5 มิลลิเมตร แล้วไหลผ่านช่องด้านล่าง ดังภาพที่ 5.6



ภาพที่ 5.6 เครื่องตีป่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3 เครื่องอัดกระถาง (Compressing Machine)

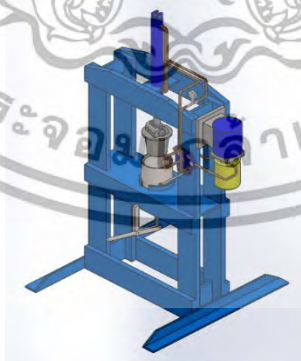
ทำหน้าที่อัดขึ้นรูปวัสดุหลังจากการตีป่นและผสมกาวเพื่อให้เป็นรูปทรงกระถาง เป็นกระถางสูง 13 เซนติเมตร ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของปากกระถางกว้าง 13 เซนติเมตร และขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของก้นกระถางกว้าง 10 เซนติเมตร ดังภาพที่ 5.7



ภาพที่ 5.7 การขึ้นรูปกระถาง

#### 5.3.1 โครงสร้างเครื่องอัดกระถางและหลักการทำงาน

เครื่องอัดขึ้นรูปกระถาง ทำมาจากเหล็กฉาก 2.5 นิ้วหนา 4 มิลลิเมตร ควบคุมการทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกส์และปั๊มไฟฟ้าระบบไฟ Single phase ทำหน้าที่ส่งผ่านกำลัง ไปยังลูกสูบที่ยึดติดกับหัวกดให้เคลื่อนที่ลงไปยังเบ้าอัดให้ขึ้นรูปเป็นกระถาง โดยมีส่วนแกนยกกัน กระถางเพื่อให้สามารถนำกระถางออกจากเบ้าอัดได้ง่าย ดังภาพที่ 5.8

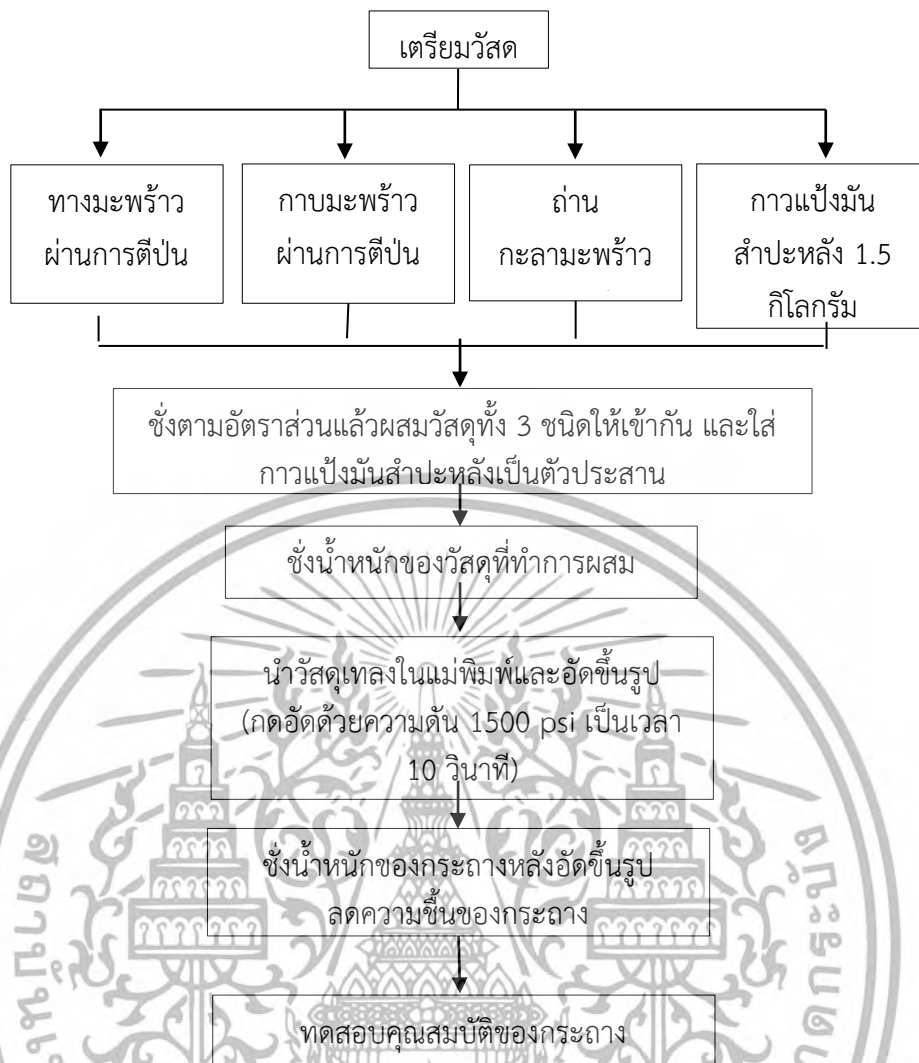


ภาพที่ 5.8 เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางควบคุมการทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกส์

### 5.4 กระบวนการขึ้นรูปกระถางจากวัสดุผสมจากมะพร้าว

แผนผังแสดงกระบวนการอัดขึ้นรูปกระถางจากวัสดุทาง กาบ และถ่าน กะลามะพร้าว ดังภาพที่ 5.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.9 แผนภูมิแสดงขั้นตอนในการอัดขึ้นรูปกระถาง

5.4.1. การผสมวัสดุ

การผสมวัสดุเป็นการเตรียมส่วนผสมก่อนการอัดขึ้นรูป

- 1) ชั่งวัสดุตามสัดส่วนที่กำหนด 6 สูตร ดังภาพที่ 5.10



ภาพที่ 5.10 การชั่งวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 กิโลกรัม (1000 กรัม) : กาวแป้งมันสำปะหลัง 1.5 กิโลกรัม (1500 กรัม)

สูตร	ทาง (กรัม)	กาบ (กรัม)	ถ่านกะลามะพร้าว (กรัม)
1	200	600	200
2	200	400	400
3	400	400	200
4	200	200	600
5	400	200	400
6	600	200	200

#### 5.4.2 การเตรียมกาวแป้งมันสำปะหลัง ขั้นตอนการทำส่วนผสม ได้แก่

- 1) แป้งมันสำปะหลัง (450 กรัม) จำนวน 2 ถุง
- 2) น้ำสะอาด ปริมาตร 6 ลิตร
- 3) นำแป้งมันสำปะหลังใส่ลงในกระทะ เติมน้ำลงไปคนให้เข้ากันให้แป้งมันละลายไม่จับตัวเป็นก้อน
- 4) ตั้งไฟใช้ไฟกลางเคี่ยวไปเรื่อย ๆ จนเหนียวใช้เวลาประมาณ 15 นาที จนกาวมี ลักษณะใส ดังภาพที่ 5.11



ภาพที่ 5.111 ลักษณะของกาวจากการตั้งไฟเคี่ยวจนใสพร้อมใช้งาน

#### 5.4.3 การผสมวัสดุก่อนการอัดขึ้นรูป มีขั้นตอนการทำ

- 1) นำวัสดุที่เตรียมไว้ตามอัตราส่วน 1 กิโลกรัม ผสมกับกาว 1.5 กิโลกรัม ดังรูป 3.12
- 2) ผสมวัสดุกับกาวให้เข้ากันโดยการผสมมือใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.12 การผสมวัสดุกับกาวก่อนการอัด

ในการวิจัยนี้จะดำเนินการออกเป็น 6 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 5.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพระหว่างการผลิตขนาดด้วยเครื่องสับย่อย

5.1.1 การศึกษาความหนาแน่นรวมของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว

1) นำทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าวมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าดิจิทัล ความละเอียด 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ JADEVER รุ่น SKY-600 ดังภาพที่ 5.13 และบันทึกผลเป็นค่าน้ำหนักของวัสดุ



ภาพที่ 5.13 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2) นำทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าวไปใส่ในถ้วยยูเรก้า (Eureka) เพื่อหาค่า ปริมาตรของวัสดุด้วยปริมาตรของน้ำที่ล้นออกจากถ้วยยูเรก้า บันทึกผลเป็นค่าปริมาตรของวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3) คำนวณความหนาแน่นรวมของวัสดุจาก สมการ

$$\rho_b = \frac{M}{V} \quad (3.1)$$

โดยที่  $\rho_b$  คือ ความหนาแน่นรวม มีหน่วยเป็น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร  
 $M$  คือ มวลรวมของชิ้นงาน มีหน่วยเป็น กรัม  
 $V$  คือ ปริมาตรของชิ้นงาน มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร หาได้จากการแทนที่ปริมาตรของน้ำ

4) นำค่าความหนาแน่นรวมของวัสดุไปหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS

## 5.1.2 การศึกษาความพรุนของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการสับย่อย

- 1) นำทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มาชั่งน้ำหนักก่อนการทดสอบ(มวลแห้ง) บันทึกผล
- 2) นำวัสดุไปแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดแล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (มวลเปียก) แล้วบันทึกผล
- 3) คำนวณความพรุนจากสมการ

$$\varepsilon = \left[ \frac{V_b - V_s}{V_b} \right] \times 100 \quad (3.2)$$

โดยที่  $\varepsilon$  คือ เปอร์เซ็นต์ความพรุนของชิ้นงาน  
 $V_b$  คือ ปริมาตรรวม (Bulk volume) มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร  
 $V_s$  คือ ปริมาตรของเนื้อวัสดุ (Solid volume) มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร

4) นำค่าความพรุนของวัสดุไปหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS

- i. การศึกษาความชื้นสัมบูรณ์ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการสับย่อย
- 1) นำทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มาชั่งน้ำหนักก่อนการทดสอบบันทึกผล
- 2) นำไปอบด้วยตู้อบ ยี่ห้อ memmert รุ่น UN 55 ดังภาพที่ 5.14 ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดแล้ว นำมาชั่งน้ำหนักหลังการอบแล้วบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.14 ตู้อบ ยี่ห้อ memmert รุ่น UN 55

3) คำนวณค่าความชื้นสัมบูรณ์จากสมการ

$$\%MC_d = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \quad - (3.3)$$

เมื่อ  $\%MC_d$  คือ อัตราส่วนของน้ำหนักของน้ำในวัสดุปลูกต่อมวลแห้ง  
 $M_w$  คือ น้ำหนักของน้ำในวัสดุปลูก กรัม (g) หาได้จาก ผลต่างระหว่างน้ำหนัก  
 ก่อนการทดสอบกับน้ำหนักหลังการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็น  
 เวลา 24 ชั่วโมง

$M_s$  คือ น้ำหนักของวัสดุปลูกแห้ง กรัม (g)

4) นำค่าความชื้นสัมบูรณ์ของวัสดุไปหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ  
 วิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS

5.1.4 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจาก  
 การสับย่อย ดำเนินการดังนี้

1) เตรียมวัสดุทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ซึ่งน้ำหนักเท่าๆ กันใส่ถุง จำนวน  
 ชนิดละ 5 ถุง

2) จากนั้นเติมน้ำลงในถุง 500 มิลลิลิตร ลงในถุงที่ใส่กากมะพร้าว และ 300  
 มิลลิลิตร ลงในถุงของทางและถ่านกะลามะพร้าว โดยทำการแช่ไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3) เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดแล้วนำวัสดุทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ออก  
 จากถุงมาชั่งน้ำหนักที่วัสดุได้ดูดซึมน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ บันทึกผล

4) คำนวณเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำจากสมการ

$$\%WA = \left[ \frac{W_w - W_d}{W_d} \right] \times 100 \quad - (3.5)$$

เมื่อ  $\%WA$  คือ เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของชิ้นงาน

$W_d$  คือ น้ำหนักของชิ้นงานหลังการแช่น้ำ กรัม (g)

$W_w$  คือ น้ำหนักของชิ้นงานก่อนนำมาแช่น้ำ กรัม (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) นำค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของวัสดุไปหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS

## ตอนที่ 5.2 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุหลังจากการตีป่น

### 5.2.1 การศึกษาขนาดเฉลี่ยของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการตีป่น

1) นำวัสดุที่ได้จากการตีป่นทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ กาบมะพร้าว ทางมะพร้าว และถ่านกะลามะพร้าว มาทดสอบด้วยเครื่องเขย่า (Sieve Shaker) แบบตะแกรงร่อน โดยชั่งน้ำหนักของวัสดุก่อนการทดสอบ

2) ใส่วัสดุลงในเครื่องเขย่า (Sieve Shaker) ยี่ห้อ Retsch รุ่น AS 200 ดังภาพที่ 5.15 เพื่อทำการร่อนผ่านตะแกรงโดยกำหนดใช้เวลาในการเขย่า 15 นาที และแอมพลิจูดการสั่นเท่ากับ 0.2 มิลลิเมตร ให้วัสดุที่มีขนาดต่างกันแยกออกจากกัน



ภาพที่ 5.15 เครื่องทดสอบยี่ห้อ Retsch รุ่น AS 200

3) เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดนำวัสดุในแต่ละชั่งมาชั่งน้ำหนักและบันทึกผลคำนวณได้จาก

$$AS = \frac{\sum_{i=1}^8 \left( \frac{MN_i + MN_{i+1}}{2} \right) \times mass_{MN_i}}{\sum_{i=1}^8 mass_{MN_i}} \quad - (3.6)$$

โดยที่  $AS$  คือ ขนาดเฉลี่ยของวัสดุ (Average Size of Materials)

$MN_i$  คือ Mesh Number ที่  $i$

$MN_{i+1}$  คือ Mesh Number ที่  $i + 1$

$mass_{MN_i}$  คือ มวลของวัสดุที่อยู่ใน Mesh Number ที่  $i$

4) นำค่าขนาดเฉลี่ยของวัสดุไปหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.2 การศึกษาความชื้นของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการตีปน

1) นำวัสดุที่ได้จากการตีปนทั้ง 3 ชนิดได้แก่ กาบมะพร้าว ทางมะพร้าว และถ่านกะลามะพร้าว มาทดสอบวัดความชื้นด้วยเครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analyzer) ยี่ห้อ sartorius รุ่น MA37 ดังภาพที่ 5.16

2) นำวัสดุใส่ลงในถาดรองของเครื่องกาบ 5 กรัม ส่วนของทางและถ่านกะลามะพร้าว 10 กรัม ในแต่ละของการทดลอง เครื่องจะทำการวิเคราะห์ค่าความชื้น โดยจะแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของความชื้น และระยะเวลาในการอบ



ภาพที่ 5.16 เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analyzer) ยี่ห้อ sartorius รุ่น MA37

3) นำค่าความชื้นของวัสดุไปหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS

### ตอนที่ 5.3 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุผสมในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ

#### 5.3.1 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุผสมในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ

1) ทำการผสมวัสดุ ทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าวในอัตราส่วนต่าง ๆ นำไปใส่ในขวดแก้ว ดังภาพที่ 5.17



ภาพที่ 5.17 การวัดค่าการนำไฟฟ้า

2) นำเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI98331 ดังภาพที่ 5.18 โดยนำส่วนหัววัดตกลงไปยังตรงกลางของวัสดุผสมในขวดแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) บันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า แล้วนำค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุผสมไปหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS



ภาพที่ 5.18 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI98331

5.3.2 การศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ของวัสดุผสมในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ

- 1) ทำการผสมวัสดุ ทาง กาบ และอ่านค่าลimespew ในอัตราส่วนต่าง ๆ นำไปใส่ในขวดแก้ว ดังรูป 5.19
- 2) นำเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง รุ่น ดังภาพที่ 5.20 โดยนำส่วนหัววัดกลงไปยังตรงกลางของวัสดุผสมในขวดแก้ว
- 3) บันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง แล้วนำค่าความเป็นกรด-ด่าง ของวัสดุผสมไปหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS



ภาพที่ 5.19 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.20 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

ตอนที่ 5.4 ศึกษาเงื่อนไขอัตราส่วนของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปกระถาง

มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1). กำหนด ความดันที่ 1,500 psi และเวลาที่ 10 วินาที อัดวัสดุที่ผสมด้วยสัดส่วนการผสมที่กำหนดดังตารางที่ 5.1 โดยปริมาตรวัสดุผสมที่ใช้ในการอัดขึ้นรูป 80 cm<sup>3</sup> อัดเป็นรูปเหรียญ ดังภาพที่ 5.21



ภาพที่ 5.21 การอัดวัสดุผสมในรูปเหรียญทั้ง 6 ส่วนผสม

2) นำเหรียญที่ได้จากการอัดขึ้นรูป ไปทำให้แห้งด้วยการตากแดด แล้วนำไปวัดความแข็งแรง ด้วยการกดวัดค่าการทนแรงกดสูงสุด ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine ยี่ห้อ LLOYD รุ่น TA plus ดังภาพที่ 5.22 และใช้ความเร็วในการกด 5 มิลลิเมตรต่อวินาที ด้วยหัวกดแบบ Cone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.22 เครื่อง Universal Testing Machine ยี่ห้อ LLOYD รุ่น TA plus

3) นำค่าที่ได้จากการวัดด้วยเครื่อง Universal Testing Machine ไปพล็อตกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดและระยะความลึกของหัวกด แล้ววิเคราะห์ค่าการทนแรงกดสูงสุด

**ตอนที่ 5.5 ศึกษาอัตราส่วนผสมของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ในการอัดขึ้นรูปบนเงื่อนไขที่เหมาะสม และศึกษาคงตัวของกระถางจากการลดความชื้น**

ในกระบวนการอัดขึ้นรูปจะใช้เงื่อนไขในการกดอัด ได้แก่ กดด้วยความดัน 1500 psi และ กดค้างไว้นาน 10 วินาที และใช้ปริมาตรของวัสดุเท่ากันทุกครั้ง การทดสอบหาสัดส่วนการผสมวัสดุทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ที่เหมาะสมที่สุดในการอัดขึ้นรูป ด้วยการตรวจสอบเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง จำนวนกระถางที่อัดได้ในช่วงเวลาดังกล่าว และปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นบนกระถางที่อัดขึ้นรูปแล้วไม่ได้คุณภาพ ในการศึกษาอัตราส่วนผสมของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ในการอัดขึ้นรูปบนเงื่อนไขที่เหมาะสม และศึกษาคงตัวของกระถางจากการลดความชื้น มีขั้นตอนดังนี้

#### 5.5.1 การศึกษาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการอัดขึ้นรูป และจำนวนกระถางที่อัดขึ้นรูปได้

คุณภาพ

1) ชั่งวัสดุตามอัตราส่วนผสมที่กำหนด ในอัตราส่วนของวัสดุ 1 กิโลกรัมต่อ กาวแปงมันสำปะหลัง 1.5 กิโลกรัม จากนั้นทำการผสมวัสดุให้เข้ากันโดยการผสมมือ แล้วชั่งน้ำหนักของวัสดุที่ทำการผสม

2) นำวัสดุที่ผสมแล้วมาอัดขึ้นรูปโดยใช้เงื่อนไขข้างต้น และจับเวลาในการขึ้นรูปกระถางทั้งหมดที่สามารถอัดขึ้นรูปได้ ชั่งน้ำหนักหลังการอัด แล้วบันทึกผล

3) นำเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการอัดขึ้นรูป และจำนวนกระถางที่อัดขึ้นรูปได้คุณภาพ ในแต่ละสัดส่วนการผสมมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำข้อมูลไปวิเคราะห์ค่าทาง

สถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.5.2 การศึกษาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการอัดขึ้นรูป และจำนวนกระถางที่อัดขึ้นรูปได้

- 1) ชั่งวัสดุตามอัตราส่วนผสมที่กำหนด ในอัตราส่วนของวัสดุ 1 กิโลกรัมต่อ กาวแบ่งมันสำปะหลัง 1.5 กิโลกรัม จากนั้นทำการผสมวัสดุให้เข้ากันโดยการผสมมือ แล้วชั่งน้ำหนัก ของวัสดุที่ทำการผสม
- 2) นำวัสดุที่ผสมแล้วมาอัดขึ้นรูปโดยใช้เงื่อนไขข้างต้น กดอัดด้วยความดัน 1500 psi 10 วินาที ชั่งน้ำหนักหลังการอัด แล้วบันทึกผล
- 3) นำจำนวนกระถางที่อัดขึ้นรูปได้คุณภาพ ในแต่ละสัดส่วนการผสมมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำข้อมูลไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรม วิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS

### ตอนที่ 5.6 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของกระถางที่ได้จากอัดขึ้นรูป

#### 5.6.1 การทดสอบความชื้นของกระถาง

- 1) การหาความชื้นเริ่มต้นของกระถาง ทำได้โดยเมื่ออัดขึ้นรูปกระถางตามขึ้น ตอนแล้วให้นำกระถางที่อัดได้มาชั่งน้ำหนักดิจิทัล และบันทึกผล
- 2) นำไปอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงจน กระถางมีน้ำหนักคงที่ บันทึกผลเพื่อคำนวณหาความชื้นเริ่มต้น
- 3) การหาความชื้นสุดท้ายของกระถาง ทำได้โดยเมื่ออัดขึ้นรูปกระถางตาม ขั้นตอนแล้วรอให้กระถางแห้งโดยการนำกระถางไปตากแดดหรือวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้ กระถางแห้งบันทึกน้ำหนัก จากนั้นนำกระถางที่แห้งแล้วไปอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถหาค่าความชื้นตอนแห้งได้จากสมการ (3.3)

#### 5.6.2 การทดสอบการดูดซับน้ำและการระบายความร้อนของกระถาง

มีวิธีการทดสอบและขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

- 1) เตรียมกระถางที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานจำนวนสุทธละ 5 ใบ แล้วนำ กระถางแต่ละใบไปชั่งน้ำหนัก เพื่อบันทึกค่าก่อนการทดสอบ
- 2) นำกระถางที่เตรียมไว้ไปแช่น้ำสะอาดให้น้ำท่วมกระถางทั้งใบเป็นเวลา 1 นาทีเพื่อให้กระถางดูดซับน้ำอย่างเต็มที่ ดังภาพที่ 5.23 แล้วนำกระถางที่แช่น้ำแล้ววางบนตะแกรง โดยให้ตะแกรงยกสูงจากพื้น ดังภาพที่ 5.24 เพื่อให้ น้ำส่วนเกินไหลออกจากกระถาง ทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นนำกระถางแต่ละใบไปชั่งน้ำหนักและบันทึกค่าน้ำหนักของกระถางแต่ละใบ และจะ บันทึกค่าน้ำหนักแต่ละใบทุก 30 นาที ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน โดยจะมีการควบคุมอุณหภูมิ ของการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.23 การแช่กระถางในน้ำเป็นเวลา 1 นาที



ภาพที่ 5.24 กระถางที่แช่น้ำแล้ววางบนตะแกรง โดยให้ตะแกรงยกสูงจากพื้น

3) นำค่าน้ำหนักของกระถางที่บันทึก ไปพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักของกระถางและเวลาที่ผ่านไป แล้ววิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับน้ำ และการคาย ความชื้นออกจากกระถาง

#### 5.6.3 การทดสอบการฟองตัวของกระถาง

เป็นการทดสอบการฟองตัวตามมาตรฐานการทดสอบของ มอก.876-2547 ทำ ได้ดังนี้

1) นำกระถางที่ได้มาตัดเป็นชิ้นทดสอบขนาด 5x5 เซนติเมตร ดังภาพที่ 5.25 จากนั้นวัดความหนาก่อนการทดสอบ ด้วยดิจิตอลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัด ความหนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.25 ชิ้นทดสอบขนาด 5x5 เซนติเมตร

- 2) แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- 3) เมื่อครบระยะเวลานำชิ้นทดสอบมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้า ปล่อยให้ อุณหภูมิห้อง ให้อยู่บนวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำอีก 1 ชั่วโมง แล้วนำชิ้นทดสอบมาวัดความหนาตรง ตำแหน่งเดิมเป็นความหนาหลังการแช่น้ำ แล้วบันทึกผล
- 4) นำค่าความหนาหลังการแช่น้ำ ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ค่าการพองตัว ดัง สมการ (3.7)

$$\text{Inflation Rate} = \frac{(T_f - T_i)}{T_i} \times 100 \quad - (3.7)$$

โดยที่  $T_f$  คือ ความหนาหลังการแช่น้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (mm)

$T_i$  คือ ความหนา ก่อนการแช่น้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (mm)

- 5) นำค่าเปอร์เซ็นต์ค่าการพองตัวของกระถางไปหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS

#### 5.6.4 การทดสอบการย่อยสลายของกระถาง

มีวิธีการทดสอบและขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

- 1) เตรียมกระถางที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานในแต่ละสูตร แล้วนำกระถางแต่ ละใบไปชั่งน้ำหนักเพื่อบันทึกค่าก่อนการทดสอบ
- 2) นำกระถางที่เตรียมไว้ไปวางที่กลางแจ้งเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ แล้ว นำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อศึกษาการสลายตัวของ กระถาง คำนวณได้จาก

$$D_e = \frac{100 (d_{mb} - d_{ma})}{d_{mb}} \quad - (3.8)$$

โดยที่  $D_e$  คือ การย่อยสลาย

$d_{mb}$  คือ น้ำหนักกระถางก่อนทิ้งไว้กลางแจ้ง

$d_{ma}$  คือ น้ำหนักกระถางหลังทิ้งไว้กลางแจ้ง 4 สัปดาห์และผ่านการอบแห้ง 24 ชั่วโมง

- 3) นำค่าเปอร์เซ็นต์ค่าการย่อยสลายของกระถางไปหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป SPSS เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับ อนุญาตให้ผู้อื่นนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.6.5 การทดสอบความแข็งแรงของกระถาง มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เตรียมกระถางที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานจำนวนสุตรละ 10 ใบ ดังภาพที่ 5.26 แล้วนำกระถางแต่ละใบชั่งน้ำหนักก่อนการทดสอบ บันทึกผล



ภาพที่ 5.26 กระถางที่ผ่านการอัดขึ้นรูป ในส่วนผสมต่าง ๆ

- 2) ทำการทดสอบโดยนำกระถางที่เตรียมไว้เข้าทดสอบความสามารถในการรับแรงในแนวนอน และแนวตั้ง ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine ยี่ห้อ LLOYD รุ่น TA plus ใช้ความเร็วในการกด 20 มิลลิเมตรต่อนาที

- 3) นำค่าความสามารถในการรับแรงของกระถาง ทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง ไปพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะทางที่เปลี่ยนแปลงไป แล้ววิเคราะห์ค่าทนแรงกดสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

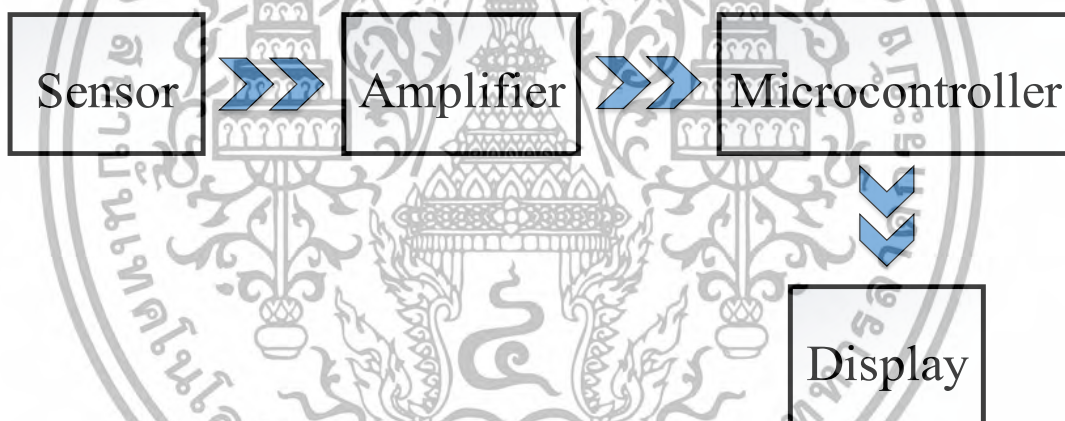
## กิจกรรมย่อยที่ 6 : เครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดและผลมะพร้าว

### 6.1 เครื่องวัดและแสดงผลแร่ธาตุ NPK

ในการออกแบบเครื่องวัดและแสดงผลแร่ธาตุ NPK โดยการใช้วิธีการตรวจวัดคุณสมบัติความนำไฟฟ้า ได้มีการออกแบบการทำงานของวงจรตามบล็อกไดอะแกรมดังภาพที่ 6.1 จากภาพที่ 6.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องวัดและแสดงผลแร่ธาตุ NPK เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องและแสดงการทำงานของเครื่อง โดยแบ่งออกเป็นภาคต่าง ๆ ดังนี้

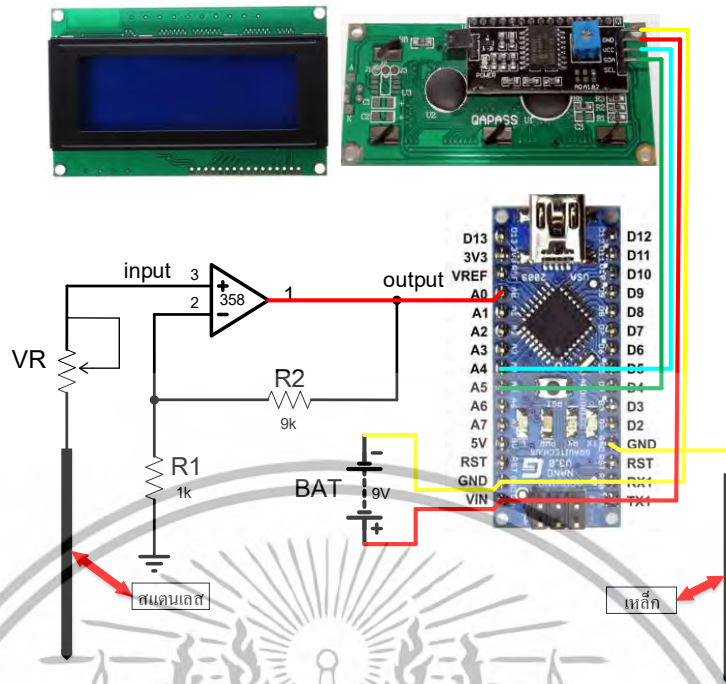
1. เซนเซอร์ (Sensor) ทำหน้าที่ตรวจวัดคุณสมบัติความนำไฟฟ้า โดยใช้โพรบแบบ 2 เข็ม
2. วงจรขยายแรงดัน (Amplifier) ทำหน้าที่ขยายแรงดันที่ได้จากเซนเซอร์ให้ส่งไปยังส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผล
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ทำหน้าที่ประมวลผลของแรงดันที่ได้จากวงจรขยายแรงดัน และส่งค่าประมวลผลที่ได้แสดงผลผ่านทางจอแอลซีดี (LCD)
4. จอแสดงผล (Display) ทำหน้าที่แสดงค่าการประมวลผลด้วยจอแอลซีดี (LCD) ซึ่งค่าการประมวลผลที่แสดงจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยภาพรวมวงจรของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินดังภาพที่ 6.2



ภาพที่ 6.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องวัดและแสดงผลแร่ธาตุ NPK

ตัวเซนเซอร์ที่ออกแบบเพื่อใช้วัดปริมาณแร่ธาตุ NPK ในดินจะมีลักษณะเป็นแท่งยาว ซึ่งในการศึกษาได้ออกแบบโพรบออกแบบเป็นโพรบ 2 เข็ม เพื่อใช้วัดค่าความนำไฟฟ้าของปริมาณแร่ธาตุ NPK ในดิน การออกแบบโพรบที่ใช้วัดค่าความนำไฟฟ้าของปริมาณธาตุ NPK ในดินจะใช้วัสดุที่เป็นแท่งเหล็ก 2 ชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวนำทางไฟฟ้า โดยจะเสียบลงไปในดินเพื่อใช้วัดค่าความนำไฟฟ้าของปริมาณธาตุ NPK ในดิน ซึ่งลักษณะของเข็มตัวนำที่ใช้จะเป็นเหล็กกับสแตนเลส ที่มีขนาดความยาว 105 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร มีลักษณะดังภาพที่ 6.3



ภาพที่ 6.2 วงจรรวมของเครื่องวัดและแสดงผลแร่ธาตุ NPK



ภาพที่ 6.3 ลักษณะของเข็มตัวนำ

จากเครื่องวัดและแสดงผลแร่ธาตุ NPK เซนเซอร์จะรับแรงดันแล้วส่งเข้าสู่วงจรขยายแรงดัน ซึ่งวงจรขยายแรงดันจะทำหน้าที่กำหนดแรงดัน โดยวงจรดังกล่าวจะรับแรงดันมาจากโพรบ 2 เซ็ม แล้วเข้าสู่วงจรขยายแรงดัน 10 เท่า ดังแสดงในภาพที่ 6.3 เนื่องจากแรงดันที่ได้จากเซนเซอร์มีค่าน้อย จึงต้องผ่านวงจรขยาย 10 เท่า โดยวงจรขยายแรงดัน 10 เท่าจะใช้ไอซีออปแอมป์เบอร์ LM 358 เนื่องจากไม่ต้องมีการปรับค่าออฟเซตของตัวออปแอมป์ เพื่อแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล การคำนวณหาค่าของวงจรขยายแรงดัน 10 เท่า ซึ่งพิจารณาได้จากสมการที่ 3.1

อัตราขยาย (Gain output) ของวงจรรออปแอมป์ ซึ่งต่อเป็นวงจรขยายแบบไม่กลับขั้ว

$$\text{Gain output} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \tag{3.1}$$

แต่ในความเป็นจริง อัตราขยายพิจารณาได้จากสมการที่ 3.2

$$\text{Gain output} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + \frac{R_1 + R_2}{A_v}} \tag{3.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.4 เครื่องวัดและแสดงผลแร่ธาตุ NPK ที่นำเสนอ

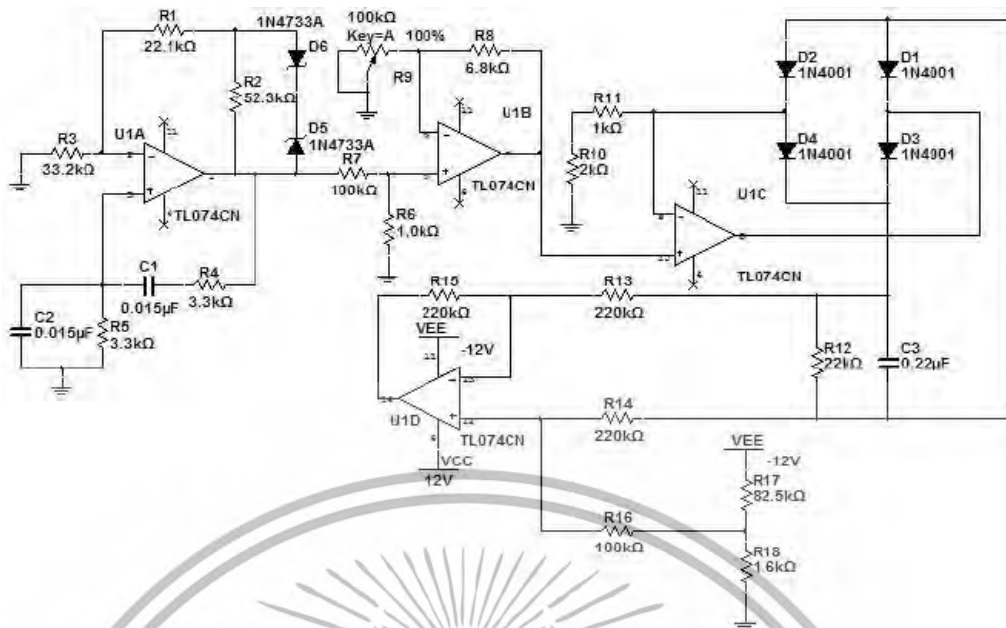
เครื่องวัดและแสดงผลแร่ธาตุ NPK ที่ออกแบบและสร้างขึ้นในโครงการวิจัยนี้มีแสดงไว้ในภาพที่ 6.4 โดยเครื่องดังกล่าวจะแสดงปริมาณแร่ธาตุ NPK ในหน่วย ppm (part per million)

### 6.2 เครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม

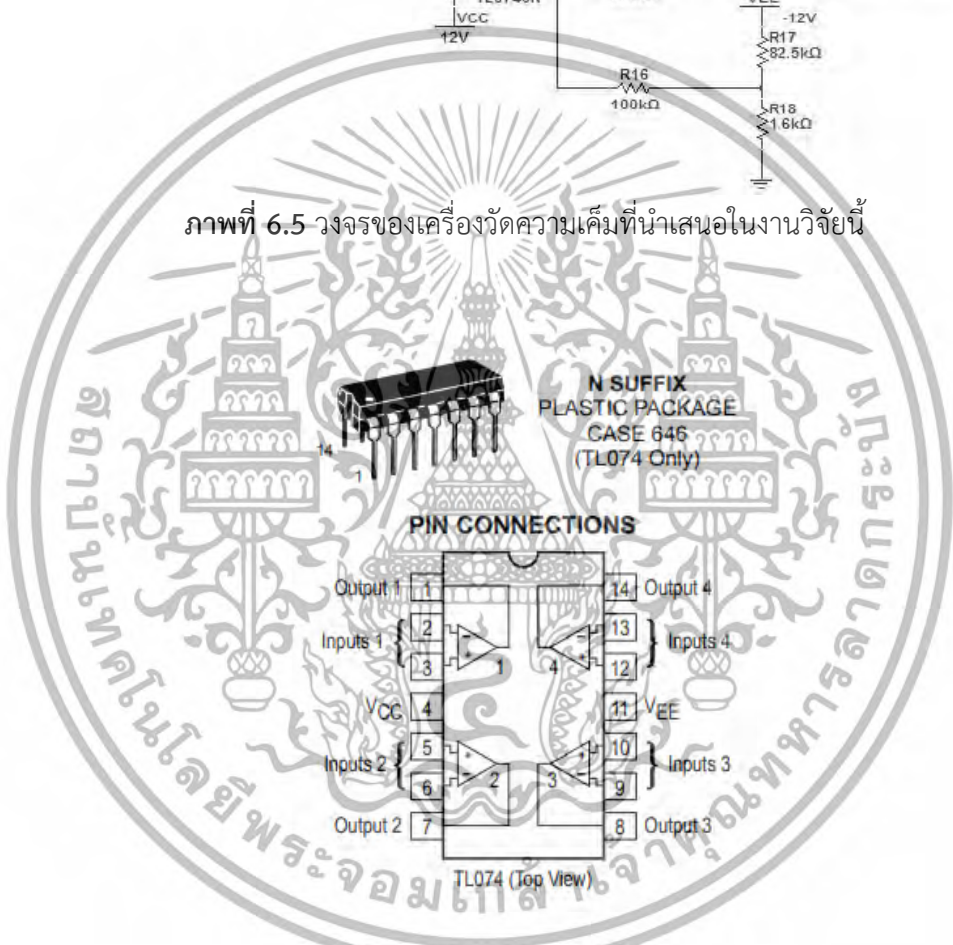
วงจรของเครื่องวัดความเค็มที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 3 วงจรหลัก ดังนี้

1. วงจรออสซิลเลเตอร์ เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตสัญญาณออกมาซ้ำ ๆ กัน คลื่นไฟฟ้าที่ออกมาส่วนใหญ่จะเป็น sine wave และคลื่นรูปสี่เหลี่ยม ออสซิลเลเตอร์ในวงจรจะเป็น วงจรออสซิลเลเตอร์แบบเชิงเส้น (Feedback Oscillator) จะใช้วงจร RC ตัวกรองประกอบด้วยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ RC ออสซิลเลเตอร์ส่วนใหญ่จะใช้ในการสร้างความถี่ต่ำ
2. วงจรขยายสัญญาณ (Gain Loop) การใช้ออปแอมป์แบบวงจรเปิด (Open-loop) ซึ่งไม่มีการส่งสัญญาณป้อนกลับ (Feedback) จากเอาต์พุตเข้ามาที่อินพุต จะทำให้ออปแอมป์มีกำลังขยายสูงมาก
3. วงจรอนุบาลอกเป็นดิจิจิตอลคอลเวอร์เตอร์ (AC to DC converter) เป็นการควบคุมทั้งช่วงด้านบวกและช่วงด้านล่างของแรงดันอินพุตให้เป็นแรงดันเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.5 วงจรของเครื่องวัดความเค็มที่นำเสนอในงานวิจัยนี้



ภาพที่ 6.6 หน้าทีแต่ละขาของไอซีเบอร์ TL074 ที่ใช้เครื่องวัดความเค็ม

### 6.3 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่นำเสนอในโครงการวิจัยนี้เป็นเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบถ้วยกระดก (Tipping Bucket Rain Gauge) ใช้หลักการของแกนกระดก โดยมีถ้วยสำหรับรองรับน้ำฝน 2 อันที่สามารถรองรับน้ำฝนได้ 0.2 - 0.5 มิลลิเมตร กระดกสลับไปมา การติดตั้งอยู่ในพื้นที่โล่งแจ้ง และติดตั้งอยู่ในแนวระนาบไม่เอียงเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



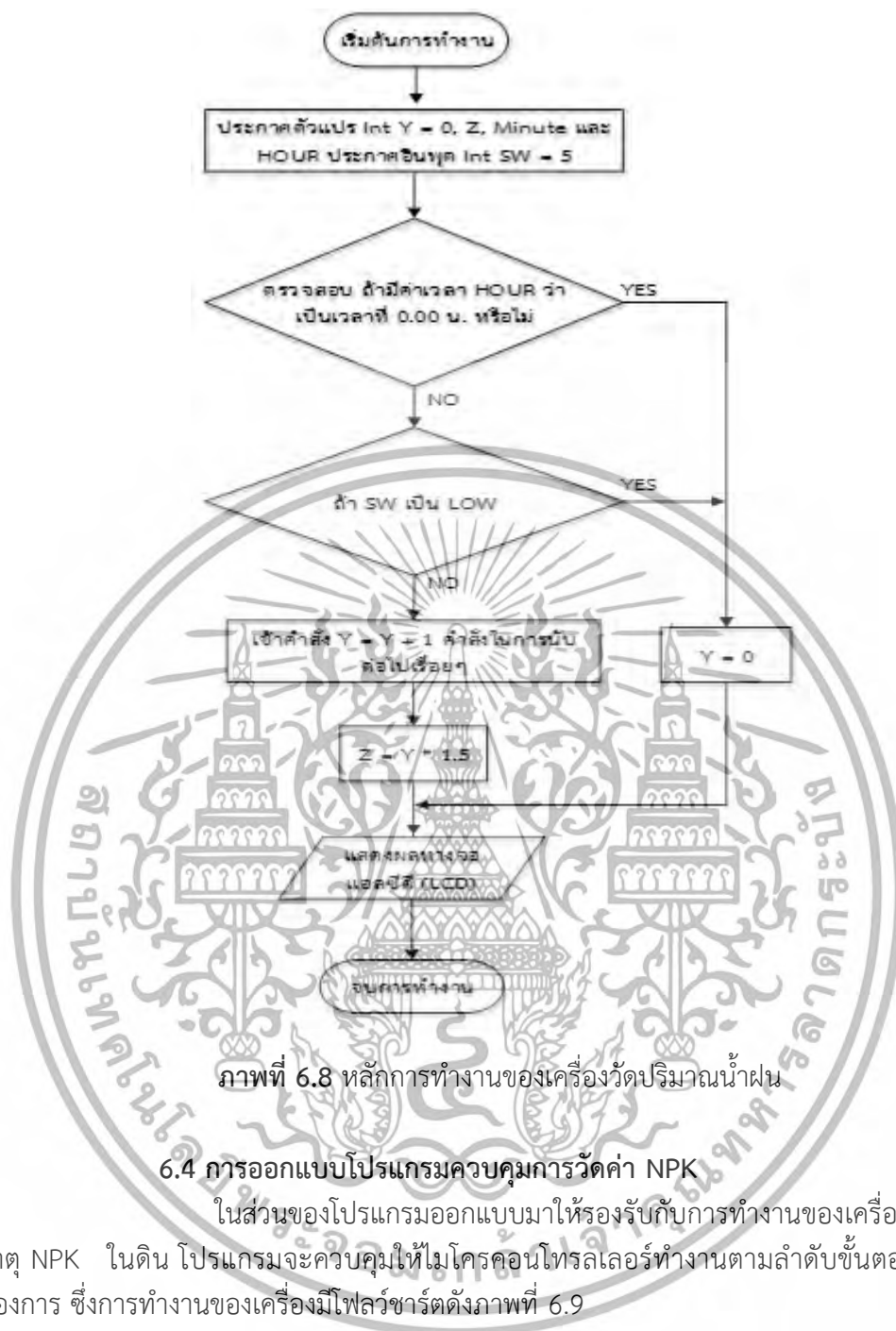
ภาพที่ 6.7 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบถ้วยกระดก

โดยมาตรฐานที่ใช้ในการวัดปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ฝนตกเล็กน้อย	0.1 – 10 มิลลิเมตร
ฝนตกปานกลาง	10.1-35 มิลลิเมตร
ฝนตกหนัก	35.1-90 มิลลิเมตร
ฝนตกหนักมาก	90 มิลลิเมตรขึ้นไป

โดยหลักการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน มีดังนี้ จากภาพที่ 6.8 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมควบคุมในส่วนเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนนั้น จะเริ่มต้นจากการประกาศตัวแปร 4 ตัวแปรเป็น integer คือ  $Y = 0$ ,  $Z$ , Minute และ HOUR เพื่อรับค่าตัวเลข จากนั้นประกาศอินพุตเป็นตัวแปร integer  $SW = 5$  เพื่อทำงานเป็นสวิตช์ ต่อไปทำการตรวจสอบเวลาที่ตัวแปร HOUR จากโมดูลฐานเวลาจริงว่าเป็นเวลา 0.00 น.หรือไม่ ถ้าเป็นเวลา 0.00 น. ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการรีเซ็ตค่า  $Y = 0$  แต่ถ้าไม่เป็นเวลา 0.00 น. จะทำงานต่อไปในฟังก์ชันต่อไป คือ ถ้า  $SW$  เป็น LOW ให้  $Y = 0$  โข้วค่าออกทางหน้าจอแอลซีดีและส่งเข้าฐานข้อมูลเป็น 0 คือ ไม่มีปริมาณน้ำฝน และแสดงผลออกทางเว็บไซต์ ถ้า  $SW$  เป็น HIGH ให้  $Y = 1$  แล้วจะเข้าสมการฟังก์ชันใหม่คือ  $Y = Y + 1$  คือฟังก์ชันในการนับค่าจำนวนครั้งที่ไฟได้ไดโอดนับได้จากคานกระดกและนำไปคำนวณจะได้สมการ  $Z = Y * 1.5$  คือการนำจำนวนครั้งที่นับได้ไปคูณปริมาณน้ำฝนที่กระดกในแต่ละครั้งคือ 1.5 มิลลิเมตร โดยที่  $Y$  คือจำนวนครั้งที่คานกระดกนั้นกระดก หลังจากนั้นจะเข้าฟังก์ชันการตรวจสอบค่าเวลานาทีที่ตัวแปร Minute ว่าเป็นนาที่ที่ 30 หรือไม่ ถ้าเป็นนาที่ที่ 30 จะทำการส่งค่าข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้ว โดยจะส่งข้อมูลของ  $Z$  (ปริมาณน้ำฝน) เข้าสู่ฐานข้อมูลผ่านทางโมดูลไวไฟ แล้วจึงแสดงผลออกทางเว็บไซต์ แต่ถ้าไม่ใช่เวลาที่ 30 ก็จะไม่ส่งค่าปริมาณน้ำฝนออกทางหน้าจอแอลซีดีตามข้อมูลที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

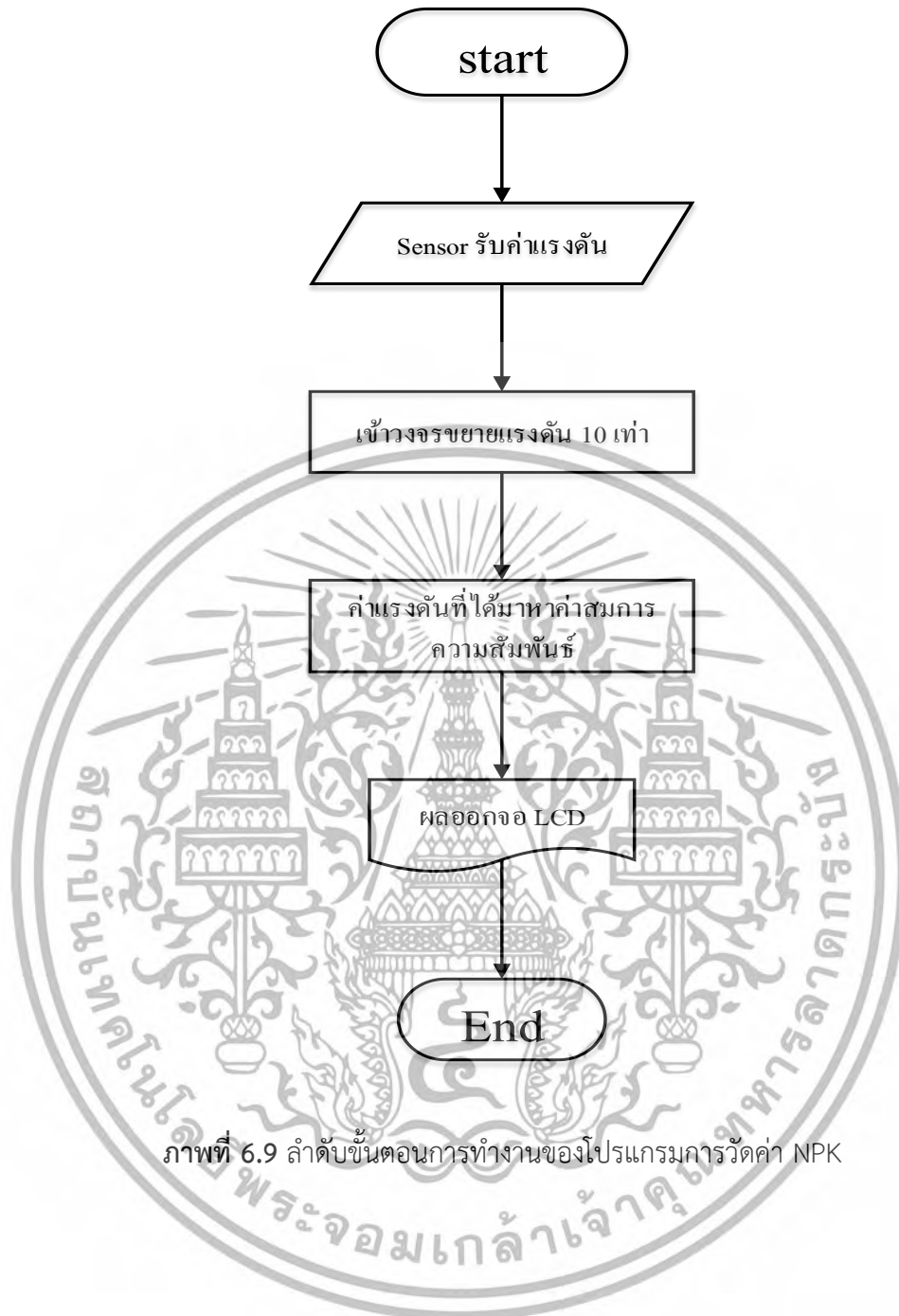


ภาพที่ 6.8 หลักการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

#### 6.4 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการวัดค่า NPK

ในส่วนของโปรแกรมออกแบบมาให้รองรับกับการทำงานของเครื่องวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน โปรแกรมจะควบคุมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามลำดับขั้นตอนตามที่เราต้องการ ซึ่งการทำงานของเครื่องมีโฟลว์ชาร์ตดังภาพที่ 6.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.9 ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการวัดค่า NPK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 7 : เครื่องบดและอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมด้วยแขนกลและเครื่องชั่งน้ำหนัก

### 7.1 เครื่องบดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

เครื่องบดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำเสนอในโครงการวิจัยนี้จะมี ส่วนประกอบและหลักการทำงานพื้นฐานคล้ายกับเครื่องบดย่อยพืชอาหารสัตว์ที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 3.1 โดยคุณลักษณะของเครื่องบดวัสดุฯ ที่ออกแบบ มีดังนี้

1. กำลังการผลิตไม่ต่ำกว่า 800 กิโลกรัม/ชั่วโมง
2. ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไม่น้อยกว่า 3.7 กิโลวัตต์ (220V/380V) และเครื่องยนต์ดีเซลไม่ต่ำกว่า 10 แรงม้าต่อ 1 ลูกสูบ (โดยสภาราชการทำงานด้วยกฎแฉ - เพื่อสะดวกใช้งานในสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้าตามบ้าน) ดังแสดงในภาพที่ 7.2
3. มีความเร็วรอบไม่ต่ำกว่า 800 รอบ/นาที



ภาพที่ 7.1 เครื่องบดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำเสนอในโครงการวิจัยนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กำหนดให้ใช้แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟตรงขนาด 12 โวลต์ 45 Ah และมีพู่เล่กับสายพาน 1 ชุด
5. กำหนดให้มีใบมีดเฉือน ใช้กับทางปาล์ม ทางมะพร้าว ไม้แห้ง จำนวน 3 ใบ และกำหนดให้มีใบมีดตีและสับ เหมาะกับพวกกะลา กิ่งไม้ วัสดุแข็งต่าง ๆ จำนวนไม่ต่ำกว่า 10 ใบ ดังแสดงในภาพที่ 7.3
6. ลูกกลิ้งที่ถูกออกแบบมาพิเศษ ทำให้เครื่องดึงพีชที่จะนำไปสับย่อยเข้าออกได้ง่าย
7. ชุดเฟืองถอดเปลี่ยนเองได้เพราะใช้ระบบสลักลิ้ม โดยชุดเฟืองสามารถหมุนสลับเปลี่ยนได้เมื่อเกิดการสึกหรอ ลดค่าใช้จ่ายไม่ต้องเปลี่ยนยกชุด



ภาพที่ 7.2 เครื่องยนต์ดีเซลไม่ต่ำกว่า 10 แรงม้าต่อ 1 ลูกสูบ โดยสตาร์ทการทำงานด้วยกุญแจ



ภาพที่ 7.3 ใบมีดเฉือนและใบมีดตี/สับของเครื่องบดวัสดุฯ ที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำในการบำรุงเครื่องยนต์ดีเซล มีดังนี้

1. เติมน้ำให้เต็มถัง ปิดฝาถังให้แน่น
2. เติมน้ำมันให้เต็มถัง ปิดฝาถังให้แน่น
3. ล้างไส้กรองอากาศทุก ๆ เดือน
4. ล้างไส้กรองโซล่าทุก ๆ เดือน
5. เติมน้ำมันเครื่องให้พอดีขีด
6. จุดเติมน้ำมันเครื่องเบอร์ 30 หรือ 40
7. จุดถ่ายน้ำมันหล่อเย็นทุก ๆ 3 เดือน
8. ปลีกถ่ายน้ำมันเครื่องทุก ๆ เดือน

หมายเหตุ ในที่นี้ น้ำมันเครื่องที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลนี้เป็นชนิด API CC ขึ้นไป รุ่น SAE 40 ขนาดความจุ 2.5 ลิตร

### 7.2 เครื่องอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

เครื่องอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำเสนอในโครงการวิจัยนี้จะมี ส่วนประกอบและหลักการทำงานพื้นฐานคล้ายกับเครื่องอัดบล็อกที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 7.4 โดยคุณลักษณะของเครื่องบดวัสดุฯ ที่ออกแบบ มีดังนี้

1. ทำจากวัสดุเหล็กที่มีความแข็งแรงและคงทน
2. ขนาดเครื่อง 25 x 50 x 80 ซม.
3. น้ำหนักเครื่องไม่ต่ำกว่า 50 กก.
4. เป็นแบบมือโยก โดยมีช่วงชักเต็มในการอัดวัสดุประมาณ 20 ซม.
5. สามารถขึ้นรูปวัสดุเป็นแท่งสี่เหลี่ยมได้ ขนาดของแท่งประมาณ 12.5 x 25 ซม. และสูงไม่ต่ำกว่า 10 ซม. ทั้งนี้สามารถใช้แผ่นสี่เหลี่ยมกันแบ่งครึ่งแท่งเป็น 2 ก้อนได้ ดังแสดงในภาพที่ 7.5



ภาพที่ 7.4 เครื่องอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำเสนอในโครงการวิจัยนี้

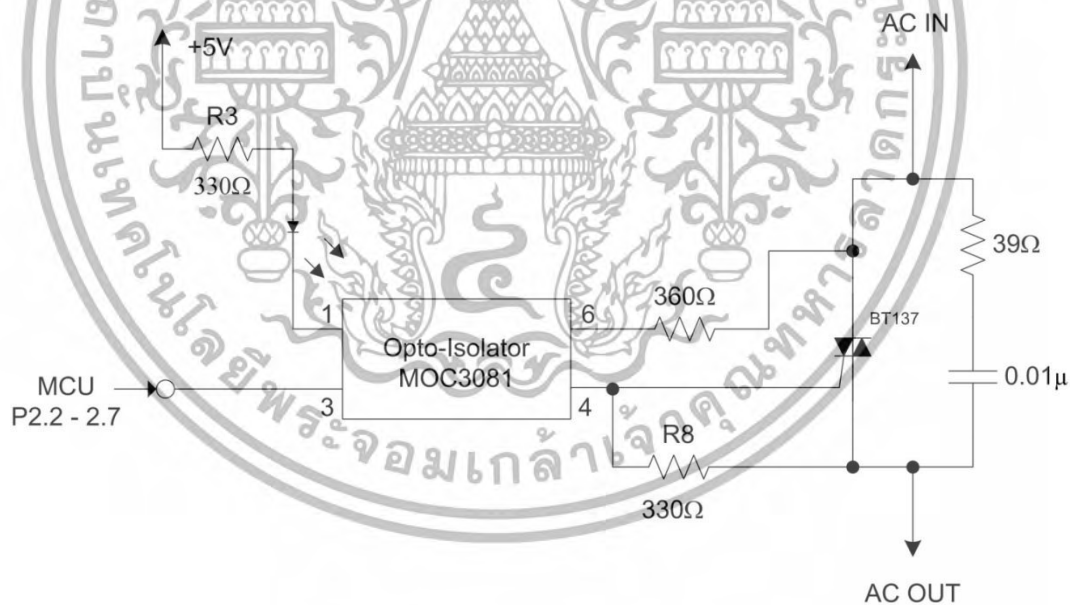
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.5 วัสดุที่บดย่อยมาแล้วนำมาอัดเป็นบล็อกเพื่อนำไปทดสอบใช้งานต่าง ๆ

### 7.3 การออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

การออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นมาก็เพื่อนำไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ในที่นี้ เราเลือกใช้ไตรแอกมาใช้ในการควบคุมดังแสดงในภาพที่ 7.6



ภาพที่ 7.6 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบวงจรนั้นจะต้องนึกถึงกระแสอินพุตและกระแสเอาต์พุตว่ามีค่าเท่าไร จึงจะทำให้ไตรแอกทำงานได้อย่างเต็มที่ ซึ่งในการออกแบบเราจะดูข้อมูลในคู่มือการใช้อุปกรณ์ว่าค่ากระแสของอุปกรณ์แต่ละตัวมีค่าเป็นเท่าไร จากรูปภาพที่ 7.6 ซึ่ง MOC3081 สามารถทนแรงดันที่อินพุต (Input Forward Voltage) ได้เท่ากับ 1.5 โวลต์ และกระแส 10 มิลลิแอมป์ โดยจากการทดลองจะกำหนดให้กระแสที่ไหลผ่าน 9 มิลลิแอมป์ 1 โวลต์ สามารถหาค่าความต้านทานจาก กฎแรงเคลื่อนของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Voltage Law) จะได้ตั้งสมการที่ 2.1 และสมการที่ 2.2

$$KVL; VCC = V_{R3} + V_{D1} + V_F$$

(2.1)

$$V_{R3} = VCC - V_{D1} - V_F$$

(2.2)

$$V_{R3} = 5 - 1 - 0.98$$

$$V_{R3} = 3.02 \text{ V}$$

เมื่อ  $VCC$  = แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์

$V_F$  = แรงดันไบอัสตรงของไดโอดภายใน MOC3081

$V_{R3}$  = แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R3

$V_{D1}$  = แรงดันไบอัสตรงของไดโอด

หาค่า R3 ได้จากสมการที่ 2.3

$$R3 = \frac{V_{R3}}{I_A}$$

(2.3)

$$R3 = \frac{3.02V}{9mA}$$

$$= 335.55\Omega$$

ทางด้านเอาต์พุต BT137 ต้องการกระแสขาป้อนที่ขาเกตได้ตั้งแต่ 50 มิลลิแอมป์และสูงสุด 8 A ซึ่งเอาต์พุตของ MOC3081 สามารถทนกระแสได้ 1 แอมป์ โดยในการทดลองเราจะเลือกป้อนกระแสที่ขาเกตประมาณ 0.55 แอมป์ และหาค่าความต้านทาน R8 ที่เอาต์พุตได้จากสมการ 2.4

$$V_{IN} = I_G R8$$

(2.4)

$$R8 = \frac{V_{IN}}{I_G}$$

$$R8 = \frac{220V}{0.55A}$$

$$= 400 \Omega$$

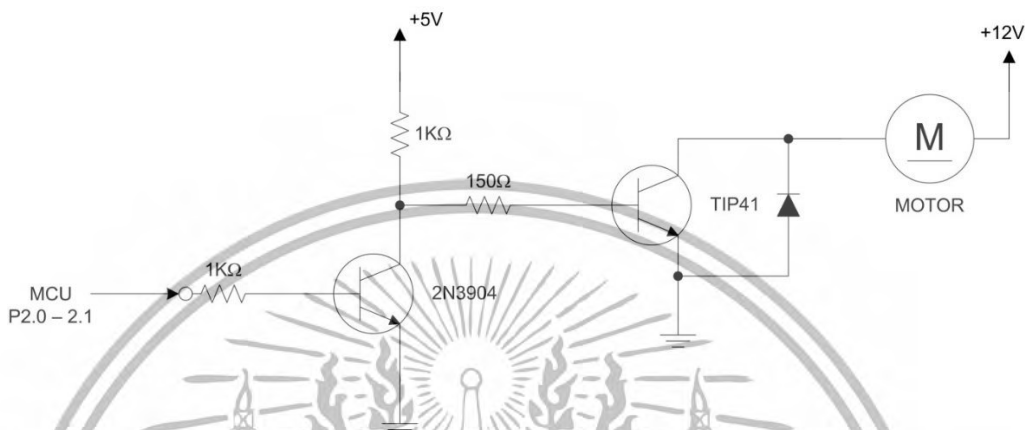
เมื่อ  $V_{IN}$  = แรงดันอินพุตไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

$I_G$  = กระแสที่ไหลผ่านขาเกตของ BT137

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 7.4 การออกแบบวงจรขับมอเตอร์กระแสตรง

การออกแบบวงจรขับมอเตอร์กระแสตรงขึ้นมาก็เพื่อนำไปขับให้ลูกรีดลำเลียงทางปาล์มหมุน โดยใช้มอเตอร์กระแสตรงขนาด 12 V 20 รอบต่อนาทีเป็นตัวขับ ซึ่งจากรูปภาพที่ 7.7 แสดงวงจรขับมอเตอร์กระแสตรง



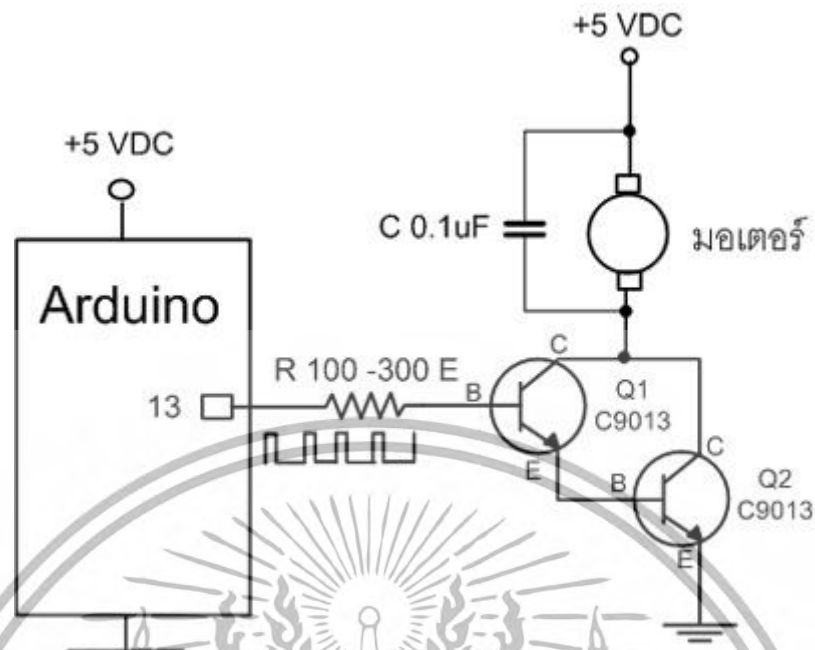
ภาพที่ 7.7 วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง

การทำงานของวงจรระหว่าง MCU และมอเตอร์กระแสตรงจะมีภาคของวงจรขยายกระแสสองภาคด้วยกัน โดยวงจรขยายภาคแรกจะขยายสัญญาณที่ออกจาก MCU เพื่อนำไปควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์กำลัง (power transistor) ซึ่งในที่นี้คือ ทรานซิสเตอร์ TIP41 ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นภาคขยายคือ ทรานซิสเตอร์ 2N3904 ซึ่งจะถูกควบคุมโดย MCU เพื่อให้ทำงานในช่วงคัทออฟ (cutoff) หรือช่วงอิ่มตัว (saturate) อย่างใดอย่างหนึ่ง ส่วนวงจรขยายภาคที่สองคือวงจรในส่วนของ ทรานซิสเตอร์ TIP41 ซึ่งสัญญาณที่ได้รับการขยายแล้วจะถูกนำไปขับมอเตอร์กระแสตรงต่อไป ทรานซิสเตอร์ TIP41 มีการทำงานในสองโหมด คือ โหมดคัทออฟ (cutoff) ซึ่งมอเตอร์จะหยุดทำงาน และโหมดอิ่มตัว (saturate) ซึ่งมอเตอร์จะทำงานเต็มกำลัง ในที่นี้ ไดโอดทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์จากภาวะชั่วขณะเมื่อมีการสวิตชิง (switching) เกิดขึ้น สำหรับวงจรนี้มอเตอร์จะมีการหมุนในทิศทางเดียวเท่านั้น

#### 7.5 วงจรปรับระดับความเร็วมอเตอร์

การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงนั้นสามารถทำได้ง่าย ๆ โดยใช้วิธีลดระดับแรงดันให้ต่ำกว่าแรงดันปกติ ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนช้าลงได้ โดยทั่วไป การปรับความเร็วมอเตอร์กระแสตรงแบบง่าย ๆ จะมีวงจรปรับความเร็วมอเตอร์ซึ่งจะทำการกำเนิดสัญญาณความถี่ที่แตกต่างกันออกไป แล้วไปขับวงจรขับมอเตอร์ทำให้มอเตอร์หมุนช้า เร็วได้ ในที่นี้ จะใช้ Arduino เพื่อทำการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วยความถี่ ดังแสดงในภาพที่ 3.8 โดยจะสร้างสัญญาณความถี่แบบง่าย ๆ ในการปรับความเร็ว เพราะ เมื่อความถี่เปลี่ยนไป แรงดันที่ตกคร่อมที่มอเตอร์จะลดลงทำให้มอเตอร์หมุนช้าลงไปด้วย ซึ่งค่า % จะเรียกว่า ค่า Duty cycle และ การสร้างความถี่แบบนี้ เราจะเรียกว่า PWM (Pulse Width Modulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.8 Arduino กับ การปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วยความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**กิจกรรมย่อยที่ 8 : การสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย  
คาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤตเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดด้วยการเหวี่ยงแยก  
รอบต่ำแบบควบคุมอุณหภูมิ**

**8.1 วัตถุประสงค์**

นํ้ามะพร้าวห้าวชุดสด ผ่านการบีบอัดด้วยเครื่องคั่นกะทิอัตโนมัติโดย  
ไม่มีการผสมนํ้า

**8.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ**

8.2.1 เครื่องหมุนเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ; (SORVALL® RC 26

pulse, USA)

8.2.2 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง (Analytical balance); (Sartorial รุ่น

Extend, USA)

8.2.3 เครื่องชั่งหยาบ (Balance)

8.2.4 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

8.2.5 ตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส(ชาร์ป, ประเทศไทย)

8.2.6 เครื่องแก้ว ได้แก่ กระจกบอกรวง บีกเกอร์ ขวดวัดปริมาตร ปี เปต ขวดแก้ว  
เก็บตัวอย่างกรวยแก้วแยก

8.2.7 เข็มฉีดยา (Plastic Syringe)

8.2.8 หลอดสำหรับเหวี่ยงแยกสาร (Tube centrifuge)

8.2.9 โถดูดความชื้น (Desiccators)

8.2.10 ภาชนะอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด(Moisture can)

8.2.11 ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven); (Memert, USA.)

8.2.12 ถาดสเตนเลส

8.2.13 ผ้าขาวบาง

8.2.14 กระดาษกรองเบอร์ 2 และ 4

**8.3 การทดลอง**

8.3.1 ศึกษาวิธีการแยกนํ้ามันมะพร้าวที่สภาวะที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องเหวี่ยง  
แบบควบคุมอุณหภูมิ

8.3.1.1 การคั่นกะทิสดศึกษาอัตราส่วนระหว่างนํ้ามะพร้าวและนํ้า และ  
ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสกัด

8.3.1.2 การทดสอบการแข็งตัวของกะทิที่เวลาต่าง ๆ

8.3.1.3 การปั่นแยกนํ้ามันมะพร้าวด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิปั่น  
แยกนํ้ามันมะพร้าวจากกะทิด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงแยกสารที่ความเร็ว 4,000-7,000 รอบต่อนาทีเวลา  
50 นาทีที่ควบคุมอุณหภูมิตลอดการทดลอง

8.3.1.4 การศึกษาเวลาที่เหมาะสมเพื่อแยกนํ้ามันมะพร้าวโดยปั่นเหวี่ยง  
ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสภายใต้เวลาต่าง ๆ กันคือ 15, 30 และ 50  
นาทีที่ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที

8.3.1.5 การแยกนํ้ามันมะพร้าว ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ ณ  
อุณหภูมิต่าง ๆ กะทิที่แช่แข็งที่ -30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำไปเหวี่ยงแยก ภายใต้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 15, 20 และ 26 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 50 นาที

8.3.1.6 ทดสอบการคืนรูปของน้ำมันมะพร้าวหลังการแช่เย็นหลังให้ความเย็นที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส จะแข็งตัวและเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 27-30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะกลับคืนสู่สภาพของเหลวดังเดิม

8.3.1.7 ปริมาณความชื้นหาความชื้นจากมะพร้าว ด้วยวิธี AOAC (1990)

8.3.1.8 การศึกษาเวลาที่เหมาะสมเพื่อแยกน้ำมันมะพร้าวโดยกะที่ไม่ผ่านการแช่แข็งโดยปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ภายใต้อัตราต่าง ๆ กัน คือ 50, 75, 100 และ 120 นาที ที่ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที

8.3.2 การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤต

8.3.2.1 ศึกษาผลของความหนาแน่นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันมะพร้าว

8.3.2.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันมะพร้าว

8.3.2.3 ศึกษาผลของความดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันมะพร้าว

8.3.3 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และ คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้จากกระบวนการสกัดทั้ง 2 วิธี รวมทั้งศึกษาปริมาณ *cis*-form และ *trans*-form ของน้ำมันที่ได้

8.3.4 การศึกษาการใช้ประโยชน์จากกากตะกอนที่เหลือจากการสกัดน้ำมันมะพร้าวในผลิตภัณฑ์สบู่

8.3.4.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของของเหลือทิ้ง วิเคราะห์สมบัติของครีมโปรตีนและน้ำทิ้งจาก กระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีปั่นเหวี่ยง จาก การแยกจากกะทิทั้ง 2 แบบ มาศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีได้แก่ความชื้น (Moisture content), ค่าสaponification value และปริมาณไขมันทั้งหมด (Total fatty matter) โดยวิธีของ AOCS (1993) และวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและ ค่า pH โดยวิธีของ AOAC (1995)

8.3.4.2 การศึกษาการใช้ของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ทดแทนการใช้ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในการทำสบู่ การศึกษาแบ่งเป็น 5 ทริทเมนต์ดังตารางที่ 8.1 ทำการผลิตสบู่ตามวิธีการของ ฌักญัทธ (2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.1 สัดส่วนของวัตถุดิบหลักในการผลิตสบู่

การทดลอง	น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ : ครีมีโปรตีน (โดยน้ำหนัก)
S1 (ชุดควบคุม)	100:0
S2	75:25
S3	50:50
S4	25:75
S5	0:100

#### 8.3.4.3 วิธีวิเคราะห์คุณภาพของสบู่

นำตัวอย่างสบู่ในแต่ละชุดการทดลองมาตรวจวัด สมบัติทางกายภาพและเคมีตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ สบู่ก้อนของมาตรฐานสมอ. และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กำหนดสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีดังนี้

- 1) ลักษณะทั่วไป ทั้งลักษณะเนื้อสบู่สีและกลิ่น โดยการสังเกตด้วยตาเปล่า
- 2) ความชื้นโดยการอบที่อุณหภูมิ  $105 \pm 2$  องศาเซลเซียส
- 3) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยเครื่อง pHmeter
- 4) ปริมาตรฟองหลังเขย่าทันที (Flash foam) และปริมาตรฟองหลังตั้งทิ้งไว้ 5 นาที (Foam drainage) โดยนำสบู่ก้อนประมาณ 15 กรัม ละลายในน้ำกระด้าง ( $MgCl_2 0.0139\% w/w$  และ  $CaCl_2 0.0304\% w/w$ ) ปริมาตร 50 มล. เขย่าด้วยความเร็วรอบ 150 rpm อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วตวงน้ำสบู่ปริมาตร 30 มล. ด้วยกระบอกตวง เขย่าขึ้นลงจำนวน 5 ครั้ง บันทึกค่า Flash foam (ค่าปริมาตรของฟองเหนือส่วนของ สารละลายสบู่) หลังจากนั้นทิ้งไว้ 5 นาทีทำการบันทึกค่า Foam drainage (ค่าปริมาตรฟอง) หลังตั้งทิ้งไว้ 5 นาที
- 5) การกร่อนโดยละลายสบู่ก้อน 15 กรัม ใน น้ำกระด้าง ปริมาตร 50 มล. ไปเขย่าด้วยความเร็วรอบ และ อุณหภูมิเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณฟอง แต่ใช้ระยะเวลาในการเขย่า 5, 10 และ 15 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำสบู่ไปอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. และชั่งหาน้ำหนักที่เหลือไป
- 6) ปริมาณไขมันทั้งหมด (Total fatty matter) ละลายสบู่ 5 กรัม ในน้ำร้อน ปริมาตร 100 มล. นำไป ไทเทรตด้วยสารละลาย 1.0 N HCl จนมากเกินพอ แล้วสกัดไขมันออกด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ จากนั้นระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกแล้วชั่งน้ำหนักหาปริมาณไขมันที่เหลือ
- 7) ด่างอิสระ ( $\% Na_2O$ ) ต้มสบู่ 5 กรัม ในเอทานอล 200 มล. จนละลายหมดจากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลาย 0.1N HCl โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์
- 8) สารที่ไม่ละลายในเอทานอล ต้มสบู่ 0.5 กรัม ในเอทานอล 100 มล. จนละลายนำไปกรองผ่านกระดาษ กรองเบอร์ 2 จากนั้นอบกระดาษกรองที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักที่เหลืออยู่

#### 8.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางเคมีของแต่ละชุดทดลอง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนวิเคราะห์ ANOVA และ DMRT เพื่อดูความแตกต่างของ พารามิเตอร์ในแต่ละชุดทดลองโดยโปรแกรมสำเร็จรูป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 9 : การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับ กลุ่มเกษตรกร

การทดลองในครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการทดลองสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ โดยอาศัยหลักการเหวี่ยงแยก เพื่อช่วยในการแยกชั้นของครีมกะทิออกจากน้ำกะทิ แล้วจึงนำครีมกะทิไปทำการสกัดน้ำมันมะพร้าวที่อุณหภูมิ 40 50 60 70 องศาเซลเซียส และความเย็นแช่แข็งในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาอุ่นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นดูการแยกชั้นของน้ำมันมะพร้าว เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันมะพร้าว ทำการตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว

### 9.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

#### 9.1.1 กะทิจากมะพร้าว ลูกผสม 60



ภาพที่ 9.1 กะทิจากมะพร้าว ลูกผสม 60

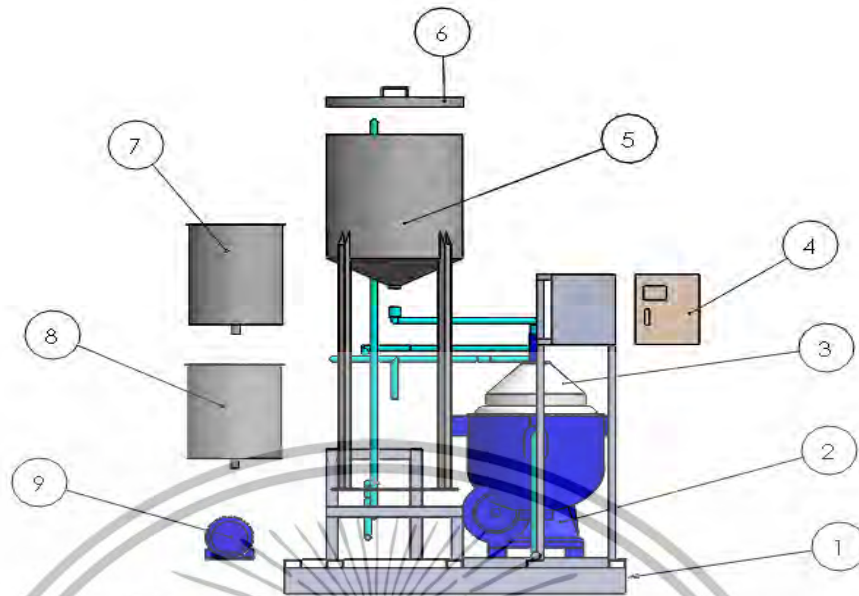
### 9.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

#### 9.2.1 เครื่องผลิตสกัดน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น



ภาพที่ 9.2 เครื่องผลิตสกัดน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9.3 อุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| (1) โครงสร้าง           | (2) เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง Alfa-Laval MOPX-205TGT |
| (3) ฝาปิดเครื่องเหวี่ยง | (4) กล้องควบคุมอุณหภูมิ                               |
| (5) หม้อควบคุมอุณหภูมิ  | (6) ฝาหม้อ  |
| (7) ถังใส่น้ำเปรี้ยว    | (8) ถังใส่ครีมกะทิ                                    |
| (9) ปั๊มน้ำ             |   |

#### 9.2.1.1 เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง Alfa-Laval MOPX 205TGT

เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง Alfa-Laval MOPX 205TGT ที่ใช้ในการทดลองทำจากเหล็ก ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ความสูงจากบนฝาเครื่องถึงฐาน 136.2 เซนติเมตร โดยหลักการทำงานตัวของเครื่องเหวี่ยงมีลักษณะการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ในส่วนแรกบริเวณด้านบนของเครื่องเหวี่ยงจะทำหน้าที่เหวี่ยงแยกวัตถุติด และในส่วนที่สองเป็นส่วนที่แปลงกลไกจากมอเตอร์ที่มีรอบเหวี่ยง 1,670 รอบต่อนาที เป็น 7,250 รอบต่อนาที เพื่อให้ครีมกะทิ และ น้ำเปรี้ยวที่นำเข้าไปในเครื่องเหวี่ยงแยกออกจากกัน โดยมีการแยกกันไหลของครีมกะทิ และน้ำเปรี้ยวออกในแต่ละช่อง น้ำเปรี้ยวที่มีน้ำหนักมากกว่าจะออกในช่องล่าง ส่วนครีมกะทิที่มีน้ำหนักเบากว่าจะไหลออกทางช่องบนของตัวเครื่อง อีกทั้งในระหว่างกระบวนการทำงานยังมีระบบเติมน้ำสะอาด เพื่อเข้าไปชะล้างทำความสะอาดตัวแผ่นจานที่ทำจากสแตนเลส 304 ซึ่งมีหน้าที่กรองจำนวน 96 ใบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.5 เซนติเมตร เป็นทรงกรวย หนา 0.5 มิลลิเมตร และมีรูที่จาน 8 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ซึ่งด้านบนผิวจานกรองมีครีบน้ำหนักเล็กจำนวน 8 ครีบน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9.4 เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง Alfa-Laval MOPX 205TGT

#### 9.2.1.2 หม้อควบคุมอุณหภูมิ ขนาด 100 ลิตร

หม้อควบคุมอุณหภูมิ ทำหน้าที่ให้อุณหภูมิแก่ครีมกะทิ เป็นหม้อชนิดภาชนะฝาปิดเปิด ทำด้วยสแตนเลส 316 ที่มีคุณสมบัติใช้กับอาหาร ซึ่งได้รับการออกแบบและสร้างอย่างแข็งแรงถูกต้องตามหลักเกณฑ์ทางวิศวกรรม ภายในภาชนะบรรจุน้ำและไอน้ำ มีฮีทเตอร์แบบจุ่มน้ำเป็นตัวให้ความร้อน



ภาพที่ 9.5 ถังให้อุณหภูมิกะทิ ขนาด 100 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 9.2.1.3 ถังสแตนเลส 316

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการใส่กะทิและน้ำเปรี้ยวที่ได้จากการเหวี่ยง



ภาพที่ 9.6 ถังสแตนเลส 316

### 9.2.1.4 ปั่นน้ำสแตนเลส

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสูบกะทิเข้าหม้อควบคุมอุณหภูมิและเข้าเครื่องเหวี่ยง มีแรงดันเป็น 1 แรง



ภาพที่ 9.7 ปั่นน้ำสแตนเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 9.2.1.5 ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature control)



ภาพที่ 9.8 ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature control)

### 9.2.1.6 Solid state (Relay)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์ ใช้งานควบคู่กับ Temperature control



ภาพที่ 9.9 Solid state (Relay)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 9.2.1.7 สวิตช์เปิด - ปิดการทำงานของไฟฟ้า (Breaker)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานเปิดและปิดวงจรไฟฟ้า แบบไม่อัตโนมัติ แต่สามารถเปิดวงจรได้อัตโนมัติ ถ้ามีกระแสไหลผ่าน เกินกว่าค่าที่กำหนด เบรกเกอร์จะทำงานทันที



ภาพที่ 9.10 สวิตช์เปิด - ปิดการทำงานของไฟฟ้า (Breaker 40 Amp)

### 9.2.1.8 แผ่นระบายความร้อน (Heat sink)

เป็นชิ้นส่วนซึ่งทำหน้าที่ ลดอุณหภูมิขณะทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยเพิ่มพื้นที่สัมผัสอากาศทำให้พาความร้อนจากตัวอุปกรณ์สู่อากาศโดยรอบทำได้เร็วขึ้น



ภาพที่ 9.11 แผ่นระบายความร้อน (Heat sink)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 9.2.1.9 แท่งฮีตเตอร์

เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนแก่กระจายสู่พื้นผิวของเพลทอลูมิเนียม ซึ่งมีขนาด 4,500 วัตต์ เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร



ภาพที่ 9.12 แท่งฮีตเตอร์

### 9.2.1.10 เกจวัดอุณหภูมิ

ใช้วัดอุณหภูมิของกะทิที่ป้อนเข้าเครื่องเหวี่ยง



ภาพที่ 9.13 เกจวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 9.2.1.11 เกจวัดความดัน

ใช้วัดความดันของน้ำที่เข้าไปทำหน้าที่ยกลูกโบให้ปิดช่องน้ำทิ้ง



ภาพที่ 9.14 เกจวัดความดัน

### 9.2.1.12 วาล์ว

ใช้สำหรับปิด-เปิด เพื่อปล่อยความดันที่ตกค้างและระบายน้ำเข้าสู่

เครื่องเหวี่ยง



ภาพที่ 9.15 วาล์ว

### 9.2.1.13 ท่อ PVC

ท่อ PVC ใช้ในการปล่อยของเสียที่ได้จากการเหวี่ยง เพื่อระบาย

ทิ้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาพที่ 9.16 ท่อ PVC

#### 9.2.2 เครื่องวัดความเร็วรอบ

เครื่องวัดความเร็วรอบ มีหน้าที่ วัดความเร็วรอบของมอเตอร์เครื่องเหวี่ยง



### ภาพที่ 9.17 เครื่องวัดความเร็วรอบ

#### 9.2.3 เครื่องกวนสารและให้ความร้อน Hotplate stirrer

ทำความร้อนได้ตั้งแต่ 50-500 องศาเซลเซียส แผ่นให้ความร้อนมีขนาด 180×180 มม กวนสารละลายได้สูงสุด 10 ลิตร



### ภาพที่ 9.18 เครื่องกวนสารและให้ความร้อน Hotplate stirrer

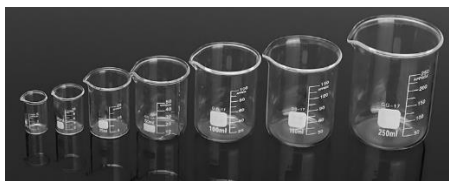
#### 9.2.4 ตู้เย็น Sharp



### ภาพที่ 9.19 ตู้เย็น Sharp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 9.2.5 ภาชนะบรรจุสาร (Beaker)



ภาพที่ 9.20 ภาชนะบรรจุสาร (Beaker)

### 9.2.6 เครื่องชั่งดิจิตอลหือ UWE รุ่น GW-30K ทศนิยม 3 ตำแหน่ง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการชั่งน้ำหนักกะทิ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม



ภาพที่ 9.21 เครื่องชั่งดิจิตอลหือ UWE รุ่น GW-30K

### 9.3 ขั้นตอนของกระบวนการเหวียงกะทิจากมะพร้าวลูกผสม 60

นำกะทิจากมะพร้าวชุมพรลูกผสม 60 ปริมาณ 40 กิโลกรัม ใส่เข้าไปในหม้อควบคุมอุณหภูมิแล้วปล่อยให้กะทิเข้าสู่เครื่องเหวียง โดยใช้เวลาในการเหวียงที่ 30 นาที ด้วยอัตราการไหล 1.3 ลิตรต่อนาที เมื่อทำการเหวียงกะทิจนได้ครีมกะทิ โดยจะนำครีมกะทิที่ได้มาทั้งหมดไปชั่งน้ำหนัก และแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนหนึ่งนำไปทำการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยอุณหภูมิ 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส และอีกส่วนหนึ่งนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อเตรียมนำมาทำละลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 9.3.1 ภาพรวมของการทดลองกระบวนการเหียงกะทิจากมะพร้าวลูกผสม 60



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 10 : การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์

### 10.1 วิธีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านประสิทธิภาพการเติบโต และคุณภาพซากสุกร

#### 10.1.1 สัตว์ทดลอง

ใช้สุกรลูกผสมสามสายเลือด (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดุรีอค) น้ำหนักเฉลี่ย 30 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว ก่อนการศึกษาทำการชั่งน้ำหนักสุกร โดยแบ่งสุกรออกเป็น 5 กลุ่มตามน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน แต่ละกลุ่มมีสุกร 4 ตัว ตลอดการทดลองสุกรถูกเลี้ยงแบบขังคอกละ 2 ตัว ในคอกพื้นปูนซีเมนต์ คอกขนาด 2.25 \* 2.10 เมตร สุกรได้รับอาหารอย่างเต็มที่ (ad libitum) และมีน้ำให้กินตลอดเวลา

#### 10.1.2 อาหารทดลอง

อาหารทดลองมี 5 สูตร ซึ่งแต่ละสูตรต่างกันที่ระดับของกากมะพร้าวสกัดน้ำมันจากโรงงานสกัดน้ำมันมะพร้าว โดยอาหารมีทั้งหมด 5 สูตร ซึ่งแตกต่างกันที่ระดับกากมะพร้าวคือ

#### 10.1.3 การเก็บข้อมูล

(1) เก็บข้อมูลน้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสุดท้ายของสุกร เพื่อศึกษาสมรรถนะ การเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกร โดยทำการชั่งน้ำหนักอาหารที่ใช้และน้ำหนักของสุกรเป็นประจำทุก 2 สัปดาห์ โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 300 กิโลกรัม

(2) เมื่อเลี้ยงสุกรเป็นเวลา 4 เดือน ทำการชั่งน้ำหนักสุดท้ายก่อนฆ่าเพื่อทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะซากของสุกรต่อไป

#### 10.1.4 การศึกษาด้านคุณภาพซาก

เมื่อทำการเลี้ยงสุกรแต่ละกลุ่มเป็นเวลา 4 เดือนแล้ว ทำการสุ่มสุกรกลุ่มละ 2 ตัว (รวม 10 ตัว) เพื่อนำสุกรเข้าฆ่าที่โรงฆ่า อ.ปะทิว จ.ชุมพร ทำการจดบันทึกน้ำหนักก่อนฆ่าและข้อมูลซากคือ ความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ สันใน สันนอก ไหล่ สามชั้น สะโพก คอหมู ขาหน้า ขาหลัง หัว หาง เศษเนื้อไขมันช่องท้อง มันรวมหนัง กระดูกสันหลัง กระดูกคอ กระดูกซี่โครง และกระดูกชายโครง และชั่งน้ำหนักเครื่องใน ได้แก่ หัวใจ ไต ม้าม ตับ ปอด กระเพาะ ลำไส้ใหญ่ ลำไส้เล็ก ถุงน้ำดี กระเพาะปัสสาวะ และไส้อ่อน

จากนั้นเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอกจากซากซีกขวาเพื่อนำไป วัดค่า pH ที่ระยะเวลา 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย วัดค่าสี ( $L^* a^* b^*$ ) ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย และหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างทำให้สุก และวัดค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1, 3, 5 และ 7 วัน

ตารางที่ 10.1 ส่วนประกอบของอาหารแต่ละสูตรที่ใช้ในสุกรทดลอง (ปริมาณต่อ 100 กิโลกรัม)

วัตถุดิบอาหาร	สูตรอาหาร (%)				
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
กากมะพร้าว	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00
รำข้าวสาลี	40.00	30.00	20.00	10.00	0.00
ข้าวโพด	13.00	13.00	14.00	14.00	15.00
รำสกัดน้ำมัน	6.50	6.50	6.50	7.00	6.50
กากถั่วเหลือง	13.00	14.00	13.00	12.50	12.00
ปลายข้าวหยาบ	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
ปลาป่นเกรด 2	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ไคคลเซียมฟอสเฟต	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
ไขมันพืช	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
พรีมิกซ์หมูขุน	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
DL – เมทไธโอนีน	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
ไลซีน	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
<b>ปริมาณโภชนะที่ได้จากการคำนวณ</b>					
โปรตีน %	18.10	18.20	18.01	18.10	18.10
ไขมัน %	2.38	3.20	4.13	4.96	5.96
แคลเซียม %	0.79	0.73	0.76	0.78	0.79
ฟอสฟอรัส %	0.60	0.59	0.60	0.63	0.64
เยื่อใย %	5.32	5.87	6.33	6.86	7.30
พลังงานใช้ประโยชน์ (kcal/kg)	3,193.00	3,200.00	3,199.00	3,194.00	3,199.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเก็บข้อมูลซาก

### - ข้อมูลน้ำหนัก

ชั่งน้ำหนักก่อนฆ่า ชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนต่างๆ ของซาก ได้แก่ สันใน สันนอก ไหล่ สามชั้น สะโพก คอหมู ขาหน้า ขาหลัง หัว หาง เศษเนื้อ ไขมันช่องท้อง มันรวมหนัง กระดูกสันหลัง กระดูกคอ กระดูกซี่โครง และกระดูกขาโครง และชั่งน้ำหนักเครื่องใน ได้แก่ หัวใจ ไต ม้าม ตับ ปอด กระเพาะ ลำไส้ใหญ่ ลำไส้เล็ก กระเพาะปัสสาวะ ฤงน้ำดี และไส้อ่อน

### - ความยาวซาก (Carcass length)

ใช้สายวัด วัดจากซากซีกขวาโดยวัดจากกระดูกซี่โครงซี่แรกที่ติดกับกระดูกสันหลัง ถึงจุดหน้าสุดของกระดูกสะโพก

### - ความหนาไขมันสันหลัง (Back fat)

วัดจากซากซีกขวาของสุกร โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์วัดซากโดยการวัดเพื่อหาค่าเฉลี่ย 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งที่หนึ่งวัดความหนาไขมันสันหลังจุดที่ตรงกับกระดูกซี่โครงซี่แรก ตำแหน่งที่สอง วัดความหนาไขมันสันหลังจุดที่ตรงกับกระดูกซี่โครงซี่สุดท้าย และตำแหน่งที่สาม วัดความหนาไขมันสันหลังจุดที่ตรงกับกระดูกสันหลังช่วงบั้นเอวข้อสุดท้าย

### - เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (Hot carcass)

น้ำหนักซาก คือ น้ำหนักของสุกรหลังฆ่าซึ่งไม่รวมเลือด ขน หัว และอวัยวะภายใน น้ำหนักซากที่ได้จะเรียกว่า น้ำหนักซากอุ่น โดย %ซากอุ่นคำนวณได้จาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น} = \frac{\text{น้ำหนักซาก}}{\text{น้ำหนักสุกรก่อนฆ่า}} \times 100$$

### - การวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง pH ในเนื้อ

(1) นำเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH - meter) มาทำความสะอาดโดยล้างปลายอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ซับเบาๆ ให้แห้ง

(2) Calibrate เครื่องโดยจุ่มหัวอิเล็กโทรดลงในน้ำยาบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ pH 7.0 และ pH 4.01 จากนั้นล้างหัวอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง ซับเบาๆ ให้แห้ง

(3) นำมาวัดค่า pH ในเนื้อสันนอกโดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำ วัดกระจายทั่วชิ้นเนื้อสันนอกอ่านค่าเมื่อตัวเลขหยุดนิ่งและมีสัญญาณเตือนบอกว่าทำการวัดค่า pH เรียบร้อยแล้ว จากนั้นจดบันทึก ค่า pH

(4) ทำการวัดค่า pH ที่ระยะเวลา 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย

### - เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา (Drip loss)

(1) นำตัวอย่างเนื้อสันนอก น้ำหนักประมาณ 150 กรัม ชั่งน้ำหนักเนื้อแล้วจดบันทึกน้ำหนักก่อนการเก็บรักษา

(2) ปิดถุงซิปล็อคให้สนิท นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อที่ 1, 3, 5 และ 7 วัน

(3) เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการเก็บรักษา ชั่งน้ำหนักและหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บรักษา (ก่อนชั่งน้ำหนัก ปาดน้ำบนผิวเนื้อออกเบาๆ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \text{Drip loss} \frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการทำให้สุก (Cooking loss)

(1) นำชิ้นเนื้อที่ผ่านการเก็บรักษาแต่ละระยะ มาชั่งน้ำหนักก่อนทำให้สุก แล้วบันทึกน้ำหนัก จากนั้นนำไปใส่ถุงสุญญากาศปิดปากถุงโดยใช้เครื่องสุญญากาศดูดอากาศออก (ก่อนชั่งน้ำหนักปาดน้ำบนผิวเนื้อออกเบาๆ)

(2) ทำให้สุกด้วยความร้อนชื้นโดยนำไปต้มในน้ำที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (หรืออุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อประมาณ 70 องศาเซลเซียส)

(3) จากนั้นชั่งน้ำหนักชิ้นเนื้อและคำนวณหา%การสูญเสียน้ำระหว่างการทำให้สุก

$$= \text{Cooking loss} \frac{\text{น้ำหนักก่อนการทำให้สุก} - \text{น้ำหนักหลังการทำให้สุก}}{\text{น้ำหนักก่อนการทำให้สุก}} \times 100$$

- วัดค่าสี

(1) นำเนื้อตัวอย่างเนื้อสันนอกมาผ่าครึ่งแล้วหงายด้านที่ผ่าขึ้น เพื่อให้ผิวของตัวอย่างเนื้อสันนอกด้านในทำปฏิกิริยากับอากาศ เป็นเวลา 30 นาที

(2) วัดสีเนื้อ 3 ตำแหน่ง โดยสุ่มวัดกระจายให้ทั่วชิ้นเนื้อ อ่านค่าเมื่อมีสัญญาณเตือนบอกว่าการวัดค่าสีเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจดบันทึกค่าสี

(3) การอ่านค่าจากเครื่องมือวัดสี

- ค่า L\* คือ ค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (Darkness) ไปจนถึง 100 (Lightness)

- ค่า a\* คือ แสดงความเป็นสีแดง (Redness) และ สีเขียว (Greenness) หากค่า a\* มีค่าเป็นบวกหมายถึง สีแดง หรือ ถ้าค่า a\* มีค่าเป็นลบหมายถึง สีเขียว

- ค่า b\* คือ แสดงความเป็นสีเหลือง (Yellowness) และ สีน้ำเงิน (Blueness) หากค่า b\* มีค่าเป็นบวกหมายถึง สีเหลือง หรือ ถ้าค่า b\* มีค่าเป็นลบหมายถึง สีน้ำเงิน

- การวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force)

(1) นำชิ้นเนื้อสันนอกใส่ในถุงสุญญากาศแล้วเอาอากาศออก จากนั้นนำไปต้มในน้ำ ที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (หรืออุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อประมาณ 70 องศาเซลเซียส)

(2) นำเนื้อตัวอย่างที่ผ่านการต้มมาหั่นเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1 x 1 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร

(3) นำเนื้อตัวอย่างเนื้อที่เตรียมไว้ไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส Texture analyzer ด้วยหัววัดแบบ Warner - blazer blade set

(4) บันทึกค่าแรงตัดผ่านโดยทำทั้งหมด 10 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 10.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ในแต่ละกลุ่มโดยทำการวิเคราะห์หาค่าแปรปรวน (Analysis of variances : ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ CRD (Completely randomized design) ส่วนข้อมูลชิ้นส่วนต่าง ๆ ของซาก และน้ำหนักเครื่องในนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANCOVA (Analysis of covariance) เช่นกัน โดยใช้น้ำหนักก่อนฆ่าเป็น Covariance จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Analysis System (SAS, 1988)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 11 : การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ

### 11.1 วิธีการ

โดยทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design ;CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลองๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้คือ

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารทดลองผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน	0	เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม)
ชุดการทดลองที่ 2 อาหารทดลองผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน	5	เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 3 อาหารทดลองผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน	10	เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 4 อาหารทดลองผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน	15	เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ อาหารทดลองมีระดับโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.1)

#### ขั้นตอนการเตรียมอาหาร

- นำอาหารทดลองที่จัดเตรียมขึ้นไปผสมกับกากมะพร้าวสกัดน้ำมันในอัตรา 0 , 5 , 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตามชุดการทดลอง) โดยมีระดับโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์
- ทำการผลิตอาหารด้วยเครื่องอัดเม็ดชนิดจมน้ำ
- อาหารทดลองที่อัดเม็ดเสร็จแล้วนำไปตากผึ่งอากาศให้แห้งในที่ร่ม
- นำอาหารทดลองที่ตากแห้งแล้ว ไปเลี้ยงสัตว์ทดลอง ตามชุดการทดลอง

#### ตารางที่ 11.1 แสดงส่วนประกอบสูตรอาหารกากมะพร้าวสกัดน้ำมันเลี้ยงปลา

โปรตีน)	ปริมาณวัตถุดิบ(กิโลกรัม)ที่ผสมในอาหารนมหมักระดับต่างๆ			
	0 เปอร์เซ็นต์	5 เปอร์เซ็นต์	10 เปอร์เซ็นต์	15 เปอร์เซ็นต์
ปลาป่น (59.62)	18	19	18	18
ปลายข้าว (6.42)	15.2	16.3	11.1	13.7
ข้าวโพด (8.71)	17.8	13	14	10.6
กากมะพร้าวสกัดน้ำมัน (21.5)	0	5	10	15
กากถั่วเหลือง (42.13)	20	19.5	17	15
รำละเอียด (12.38)	27	25.2	27.9	25.7
น้ำมันพืช (0)	1	1	1	1
วิตามินและเกลือแร่ (0)	1	1	1	1
รวม	100	100	100	100

หมายเหตุ \* คัดจากสิ่งแห้ง

#### ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง

- เตรียมกระชังเลี้ยงปลา ขนาด 2 x 2 x 1.5 เมตร จำนวน 16 กระชัง
- ติดตั้งอุปกรณ์โครงกระชัง และฟุ้ง โดยทำการวางกระชังในบ่อดิน
- การเตรียมปลาทดลอง โดยใช้ปลานิลแปลงเพศ ขนาด อายุ 45 วัน มาทำการปล่อยเลี้ยงในกระชัง ในอัตรา 10 ตัว/ตารางเมตร ให้อาหาร(ตามชุดการทดลอง) 5 เปอร์เซ็นต์/น้ำหนัก วันละ 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

1. ตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ความเป็นกรดเป็นด่าง, แอมโมเนีย, ไนโตรท์
2. ชั่งน้ำหนัก สุ่มนับปลานิลใส่กระชังที่เตรียมไว้ ตามชุดการทดลอง
3. ให้อาหารปลานิล ตามชุดการทดลองในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ วันละ 2 ครั้ง
4. ตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำ ทุกวัน ได้แก่ อุณหภูมิ, ปริมาณออกซิเจน, ความเป็นกรดเป็นด่าง ตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำ ไนโตรท์ และปริมาณแอมโมเนีย ทุก 7 วัน
5. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต, อัตราการรอดตาย และผลผลิต 15 วัน ต่อครั้ง ตามวิธีของ A.O.A.C. (1984) ดังนี้คือ

#### 5.1 การเจริญเติบโต (Growth)

$$\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)} = \text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}$$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ} = \frac{(\ln \text{ น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{ น้ำหนักเริ่มต้น}) \times 100}{\text{เวลา(วัน)}}$$

#### 5.2 อัตราการรอดตาย (Survival rate)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

#### 5.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กินทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}$$

### 11.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 12 : การใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม ในโคนม

### การทดลองที่ 1 ศึกษาค่าการย่อยได้และองค์ประกอบทางเคมีของทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพ

ทำการสุ่มทางใบมะพร้าวที่เกษตรกรตัดทิ้ง จากพื้นที่อำเภอปะทิว และอำเภอท่าแซะจังหวัดชุมพร จำนวนตัวอย่างละ 3 กก. แล้วสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 3-5 ซม. แล้วใส่ถุงดำปิดและกดไล่อากาศให้แน่น จากนั้นเปิดถุงแล้วนำตัวอย่างออกตามเวลาที่กำหนด

แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง ใย โปรตีน ตามวิธีการของ AOAC (1984) ส่วน NDF ADF และ ลิกนิน จะวิเคราะห์ตาม Van Soest *et al.* (1991) และค่าการย่อยได้ แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin ซึ่งทำตามวิธีของ Tilley and Terry (1963) โดยหาค่า IVDMD (*in vitro* dry matter digestibility) และ IVDOMD (*in vitro* digestible organic matter digestibility)

จะใช้โคนมเพศเมียเจาะกระเพาะหมัก ซึ่งไม่ให้นม อายุไม่เกิน 5 ปี จำนวน 2 ตัว โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแต่ละ Treatment คือ ระยะเวลาหมัก คือ 0, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 อาทิตย์ รวมจำนวน 8 ตัวอย่าง โดยทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan New 's Multiple Range Test โดยทุก Treatment วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (2000)

### การทดลองที่ 2 การเสริมทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการหมักใน กระเพาะรูเมนของโคนม

เลือกระดับทางใบมะพร้าวหมัก ที่ค่าการย่อยได้สูงสุด 1 ระดับ ของการทดลองที่ 1 มาทดลองในการทดลองที่ 2 โดยวางแผนการทดลองแบบ 3 X 3 latin Square โดยใช้ 3 treatment และ row คือ ระยะเวลาแต่ละช่วงของการให้น้ำนม ส่วน column คือ โคนมเพศเมียเจาะกระเพาะหมัก ซึ่งไม่ให้นม อายุไม่เกิน 5 ปี จำนวน 3 ตัว โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารทดลอง 3 แบบ คือ

กลุ่ม 1 กลุ่มควบคุม ให้อาหารข้น และอาหารหยาบ (หญ้าสด)

กลุ่ม 2 ให้อาหารข้น และให้ทางใบมะพร้าวหมัก (เลือกจากการทดลอง 1) แล้วรดกากน้ำตาลความเข้มข้น 30 % โดยทดแทนอาหารหยาบ 50 %

กลุ่ม 3 ให้อาหารข้น และให้ทางใบมะพร้าวหมัก (เลือกจากการทดลอง 1) แล้วรดกากน้ำตาลความเข้มข้น 30 % โดยทดแทนอาหารหยาบ 100 %

โคทั้ง 3 กลุ่มๆ ละ 3 ตัว จะแยกคอกเลี้ยงเดี่ยว โดยแต่ละคอกมีอาหารและน้ำให้ ให้อาหารครบตามโภชนะที่ต้องการตามที่ NRC (2001) แนะนำ ให้อาหารเวลา 8.00 น. และ 15.00 น. และรีดนมเวลา 7.30 น. และ 14.30 น. การจัดการโคจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระยะ

ระยะที่ 1 ระยะปรับตัว ใช้เวลา 14 วัน เพื่อให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนปรับตัวตามสูตรอาหาร โดยโคจะได้รับอาหารหยาบเต็มที่

ระยะที่ 2 ระยะสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารและน้ำนม ใช้เวลาทั้งหมด 28 วัน โดยสุ่ม rumen fluid อาทิตย์ละ 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้ง จะสุ่มหลังจากให้อาหารที่เวลา 0, 2, 4 และ 6 ชั่วโมง จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ rumen fluid โดยตัวอย่างจะทำการวิเคราะห์ดังนี้

1) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) วิเคราะห์ตามวิธีของ คิวพร (2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) กรดไขมันระเหยง่าย ได้แก่ Total VFA, Acetic, Propionic, Butyric acid วิเคราะห์โดยวิธี HPLC ตามวิธีของ Callaway and Martin (1997)
- 3) แอมโมเนียไนโตรเจน วิเคราะห์ตามวิธีของ Bremner and Keeney (1965)
- 4) วิเคราะห์จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ได้แก่ Total Viable Count, *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus favefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Ruminobacter amylophilus*, *Selenomonas ruminatum* วิเคราะห์ตามวิธีของ Krieg et al. (1984), Galyean (1989) แล้วนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับตารางจำแนกจุลินทรีย์ของ Bergey's Manual of Systematic Bacteriology โดย Atlas (2004)

### การทดลองที่ 3 การเสริมทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม

เลือกระดับทางใบมะพร้าวหมัก ที่ค่าการย่อยได้สูงสุด 1 ระดับ ของการทดลองที่ 1 มาทดลองในการทดลองที่ 3 โดยวางแผนการทดลองแบบ 3 × 3 Triple Replicated Latin Square โดยมี 3 treatment และ row คือ ระยะเวลาแต่ละช่วงของการให้น้ำนม ส่วน column คือ โค จะใช้โคระยะรีดนมทั้งหมด 9 ตัว อายุไม่เกิน 5 ปี โดยมี Lactation ที่ 3-4 มีการให้น้ำนมไม่ต่ำกว่า 15 กิโลกรัม ต่อตัว ต่อวัน ซึ่งแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารทดลอง 3 แบบ คือ

กลุ่ม 1 กลุ่มควบคุม ให้อาหารชั้น และอาหารหยาบ (หญ้าสด)

กลุ่ม 2 ให้อาหารชั้น และให้ทางใบมะพร้าวหมัก (เลือกจากการทดลอง 1) แล้วรดกากน้ำตาลความเข้มข้น 30 % โดยทดแทนอาหารหยาบ 50 %

กลุ่ม 3 ให้อาหารชั้น และให้ทางใบมะพร้าวหมัก (เลือกจากการทดลอง 1) แล้วรดกากน้ำตาลความเข้มข้น 30 % โดยทดแทนอาหารหยาบ 100 %

โคทั้ง 3 กลุ่มๆ ละ 3 ตัว จะแยกคอกเลี้ยงเดี่ยว โดยแต่ละคอกมีอาหารและน้ำให้ ให้อาหารครบตามโภชนะที่ต้องการตามที่ NRC (2001) แนะนำ ให้อาหารเวลา 8.00 น. และ 15.00 น. และรีดนมเวลา 7.30 น. และ 14.30 น. การจัดการโคจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระยะ

ระยะที่ 1 ระยะปรับตัว ใช้เวลา 14 วัน เพื่อให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนปรับตัวตามสูตรอาหาร โดยโคจะได้รับอาหารหยาบเต็มที่

ระยะที่ 2 ระยะสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารและน้ำนม ใช้เวลาทั้งหมด 35 วัน โดยสุ่มอาหารเหลือทุกวันไปตากแห้ง โดยจะรวมทุกอาทิตย์ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยตัวอย่างอาหารหยาบและชั้น วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน ตามวิธีการของ AOAC (1984) ส่วน NDF ADF และ ลิกนิน วิเคราะห์ตาม Van Soest et al. (1991)

น้ำนมจะสุ่มเก็บน้ำนมดิบจากโคทุกตัวทุกๆ 2 วัน แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำนมดิบและคุณภาพน้ำนม คือ butter fat, protein, solid not fat, total solid และ somatic cell count โดยเครื่อง Milkoscan และ Standard plate count ตามวิธีของ Houghtby et al. (1992) และคำนวณราคาต้นทุนของปริมาณอาหารที่กินต่อปริมาณน้ำนมที่ผลิต

## บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์

### กิจกรรมที่ 1 : สำรวจข้อมูลการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

#### 1.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางภูมิศาสตร์ และข้อมูลเบื้องต้นพื้นที่ปลูกมะพร้าว ของแต่ละพื้นที่ที่มีการปลูกมะพร้าว

##### 1.1.1 ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ประจวบคีรีขันธ์ตั้งอยู่ทางภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 4 เมตร อยู่ประมาณที่ละติจูด  $10.9^{\circ}$  ถึง  $12.6^{\circ}$  เหนือ ลองจิจูด  $99.2^{\circ}$  ถึง  $100.0^{\circ}$  ตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 6,367.62 ตารางกิโลเมตร และอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 281 กิโลเมตร

ภูมิประเทศ โดยทั่วไปของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นพื้นที่ราบแคบ ๆ ตามแนวฝั่งทะเลด้านตะวันออก มีความลาดเอียงจากทิศตะวันตก ตามแนวเทือกเขาตะนาวศรี ลงสู่ทิศตะวันออก ด้านอ่าวไทย ภูมิประเทศด้านตะวันออก บริเวณชายฝั่งทะเล มีภูเขากระจัดกระจายทั่วไป ทั้งบริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันตก และบริเวณส่วนกลางของพื้นที่ ที่สำคัญเป็นแนวเทือกเขาสามร้อยยอด ซึ่งมีความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 750 เมตร ความสูงจากระดับน้ำทะเลชายฝั่งตะวันออก โดยเฉลี่ยประมาณ 1-5 เมตร ความลาดชันค่อนข้างสูงนี้ทำให้เกิดลำห้วย เกาะเล็กเกาะน้อย

ลักษณะอากาศ โดยทั่วไป ไม่ร้อนไม่หนาวจนเกินไป ความชื้นของอากาศปานกลาง เนื่องจากอิทธิพลจากลมทะเลในบางปีได้รับอิทธิพลจากพายุไซร่อนซึ่งก่อตัวในทะเลจีนใต้ ประกอบกับมีความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่ลงมา ทำให้เกิดภาวะฝนตกปริมาณมากในราวเดือนตุลาคม จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีฤดูกาล 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน เดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม ฤดูฝน เดือนมิถุนายน-ตุลาคม ฤดูหนาว เดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ อุณหภูมิมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยไม่ร้อนไม่หนาวจนเกินไป อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 37 องศาเซลเซียส ต่ำสุดประมาณ 16 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝน พื้นที่ที่มีโอกาสฝนตกมากเกินกว่า 120 วันต่อปี อยู่ในเขตพื้นที่อำเภอทับสะแก อำเภอบางสะพาน และอำเภอบางสะพานน้อย ส่วนพื้นที่ที่มีโอกาสฝนตกระหว่าง 80-120 วันต่อปี อยู่ในเขตพื้นที่อำเภอกุยบุรี กิ่งกิ่งอำเภอสามร้อยยอด อำเภอปราณบุรี อำเภอเมืองประจวบคีรีขันธ์ และอำเภอหัวหิน ความชื้นสัมพัทธ์ โดยเฉลี่ยประมาณ ร้อยละ 77 เกษตรกรส่วนใหญ่ ปลูกสับปะรด รองลงมา มะพร้าว และอ้อย พืชเศรษฐกิจทั้ง 3 ชนิด ใช้พื้นที่ 3 ใน 5 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมดของจังหวัด อุตสาหกรรมสำคัญของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีความสัมพันธ์กับการเกษตรกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์มะพร้าว

อุณหภูมิ จากสภาพภูมิประเทศของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ที่อยู่ติดกับทะเล ทำให้อุณหภูมิระหว่างฤดูกาล และกลางวันกลางคืนไม่แตกต่างกันมากนัก อุณหภูมิโดยเฉลี่ยไม่สูงมาก และอากาศไม่ร้อนจัดในช่วงฤดูร้อน ส่วนใน ฤดูหนาวมีอากาศหนาวเย็นเป็นบางช่วง โดยอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด เฉลี่ย 32.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.7 องศาเซลเซียส สำหรับเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวที่สุดอยู่ใน ช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ซึ่งเคยตรวจวัดอุณหภูมิสูงที่สุดได้ 42.0 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 11 เมษายน พ.ศ.2559 ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาหนองพลับ อำเภอหัวหิน ส่วนในฤดูหนาวจะมีอากาศหนาวเย็นมากที่สุดในช่วง

เดือน ธันวาคมถึงมกราคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์จะใกล้เคียงกับส่วนอื่น ๆ ของประเทศ กล่าวคือ ความชื้นสัมพัทธ์จะสูงมากในช่วงฤดูฝน และความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน ความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยทั้งปี 76.3 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด 87.5 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเฉลี่ย 61.6 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าปีใดที่มีฝนตกมาก ความชื้นสัมพัทธ์ก็สูง ช่วงความชื้นสัมพัทธ์ต่ำส่วนใหญ่อากาศจะหนาว (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

#### 1.1.2 ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดชุมพร

จังหวัดชุมพรเป็นจังหวัดเหนือสุดของภาคใต้ บริเวณคอคอดกระ ระหว่างละติจูด 10 องศา 29 ลิปดาเหนือ ลองจิจูด 99 องศา 11 ลิปดาตะวันออก มีลักษณะพื้นที่ยาวแคบคล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความยาวตามแนว ชายฝั่งทะเล ประมาณ 222 กิโลเมตร มีความกว้างประมาณ 36 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 3.75 ล้านไร่ หรือ 6,009,008 ตารางกิโลเมตร อยู่ห่างจาก กรุงเทพมหานคร ประมาณ 463 กิโลเมตร ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทิศใต้ ติดต่อกับ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อ่าวไทย ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดระนอง และ สาธารณรัฐสังคมนิยมแห่งสหภาพพม่า

ลักษณะภูมิประเทศ สภาพพื้นที่โดยทั่วไปมีลักษณะยาวและแคบ ทางทิศตะวันตกมีลักษณะเป็นที่สูง มีเทือกเขาตะนาวศรีและ เทือกเขาภูเก็ตเป็นแนวกันเขตแดนธรรมชาติ บริเวณตอนกลางเป็นที่ราบลุ่มที่อุดมสมบูรณ์ ทางทิศตะวันออกของ จังหวัดมีลักษณะเป็นที่ราบตามแนวชายฝั่งทะเลของอ่าวไทย โดยมีชายฝั่งทะเลยาวถึง 222 กิโลเมตร โดยทั่วไปมีลักษณะยาวและแคบ แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ 1) ทางทิศตะวันตกมีลักษณะเป็นที่สูง มีเทือกเขาภูเก็ต และ เทือกเขาตะนาวศรีเป็นแนวกันเขตแดนธรรมชาติ 2) บริเวณตอนกลาง เป็นที่ราบลุ่มอุดมสมบูรณ์ เป็นเขตเกษตรกรรมที่สำคัญของจังหวัด และ 3) พื้นที่ทางทิศตะวันออกของจังหวัด มีลักษณะเป็นที่ราบตามแนวชายฝั่งทะเลของอ่าวไทย ลักษณะชายหาดของจังหวัดชุมพรค่อนข้างเรียบมีความโค้งเว้าน้อย และความกว้างของจังหวัดโดยเฉลี่ยประมาณ 36 กิโลเมตร

ลักษณะอากาศทั่วไป จังหวัดชุมพรอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำเป็นฤดูกาล 2 ชนิดคือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็น ลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านมหาสมุทรอินเดีย พัดพาไอน้ำและความชุ่มชื้นมาสู่ประเทศไทยระหว่าง กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคมทำให้มีฝนตกชุกทั่วไป โดยเฉพาะพื้นที่ด้านตะวันตกซึ่งเป็นด้านรับลมจะมีปริมาณฝนมากกว่าพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก ลมมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หรือฤดูหนาว จะมีลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมเย็นและแห้งจากประเทศจีนพัดปกคลุมประเทศไทย ระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้มีอากาศเย็นลงและมีฝนชุกต่อเนื่องอีกระยะหนึ่ง โดยเฉพาะเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน อุณหภูมิ จากสภาพภูมิประเทศของจังหวัดชุมพรที่อยู่ติดกับทะเล อุณหภูมิระหว่างฤดูกาลและกลางวันกลางคืนจึงไม่ แตกต่างกันมากนัก อุณหภูมิโดยเฉลี่ยไม่สูงมากและอากาศไม่ร้อนจัด ส่วนฤดูหนาวจะมีอากาศเย็นได้บางครั้ง อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 31.9 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 23.5 องศาเซลเซียส เดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวที่สุดคือเดือนเมษายน จังหวัดชุมพรเป็นเขตที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นเหตุให้มีฤดูกาลเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ - กลางเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงเปลี่ยนมรสุมหลังมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลงฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤษภาคม 57 ถึง กลางเดือนธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากทะเลอันดามันเป็นมวลอากาศที่มีความชื้นสูง และเปลี่ยนเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จึงทำให้เกิด ฝนตกชุก มีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 1,553-2,344 มิลลิเมตร สำหรับอุณหภูมิตั้งแต่จังหวัดชุมพร เฉลี่ยโดยประมาณ 27.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 34.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด 97 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยต่ำสุด 49 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งปี 81 เปอร์เซ็นต์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

### 1.1.3 ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดสุราษฎร์ธานี

สุราษฎร์ธานีเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่บนชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของภาคใต้ ตั้งอยู่ประมาณที่ละติจูด  $8.3^{\circ}$  ถึง  $10.2^{\circ}$  เหนือ ลองจิจูด  $98.5^{\circ}$  ถึง  $100.2^{\circ}$  ตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 12,891 ตารางกิโลเมตร อยู่ห่างจาก กรุงเทพมหานครประมาณ 644 กิโลเมตร

ลักษณะภูมิประเทศประมาณร้อยละ 49 ของพื้นที่เป็นภูเขา ภูเขาสำคัญของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้แก่ เทือกเขาบรรทัด เทือกเขาตะนาวศรี ซึ่งทอดยาวผ่านเนื้อที่จังหวัดใกล้เคียงหลายจังหวัด และทอดเปิดสู่อ่าวไทย เทือกเขาภูเก็ตด้านตะวันตก เป็นต้นกำเนิดลุ่มน้ำใหญ่น้อย รวม 14 ลุ่มน้ำจนได้ชื่อว่าเป็นเมืองแห่งลุ่มน้ำ แม่น้ำลำคลองทุกสายล้วนไหลลงสู่อ่าวไทย จากฝั่งตะวันตกพื้นที่ลาดเอียงไปทางทิศตะวันออก ซึ่งมีลักษณะคล้ายกระทงหางาย ภูมิประเทศของจังหวัดสุราษฎร์ธานีรับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเกิดบริเวณทะเลอันดามันบ้างเป็นครั้งคราว เนื่องจากมีแนวเทือกเขาตะนาวศรี เทือกเขาภูเก็ต และเทือกเขานครศรีธรรมราช แลบริเวณจังหวัดระนอง จังหวัดชุมพร จังหวัดพังงา จังหวัดภูเก็ต และจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นแนวช่วยลดอิทธิพลของลมมรสุมดังกล่าว จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือปกติจะมี แหล่งกำเนิดบริเวณทะเลจีนใต้และอ่าวไทย และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดีย จึงมีช่วงฤดูฝนยาวนาน ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนมกราคม

ภูมิอากาศ จังหวัดสุราษฎร์ธานีอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมที่พัดประจำเป็นฤดู 2 ชนิด คือ ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือฤดูหนาว มีลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมเย็นและแห้งจากประเทศจีนพัดปกคลุมประเทศไทย ทำให้ประเทศไทยตอนบนตั้งแต่ภาคกลางขึ้นไปมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป แต่ภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไปกลับมีฝนตกชุก เพราะลมมรสุมนี้พัดผ่านอ่าวไทยจึงพัดพาเอาไอน้ำไปตกเป็นฝนทั่วไปตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป อากาศจึงไม่หนาวเย็นดังเช่นภาคอื่น ๆ ที่อยู่ทางตอนบนของประเทศและจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งอยู่ทางด้านฝั่งตะวันออกได้รับอิทธิพลของลมนี้เต็มที่ จึงมีฝนตกอยู่ในเกณฑ์ปานกลางและมีอากาศหนาวเย็นเป็นครั้งคราว ลมมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดผ่านมหาสมุทรอินเดีย จึงพาเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นมาสู่ประเทศไทย แต่เนื่องจากเทือกเขาตะนาวศรี ด้านตะวันตกปิดกั้นกระแสลมไว้ ทำให้บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกและจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีฝนน้อยกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตกซึ่งเป็นด้านรับ

อุณหภูมิตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งอยู่ในคาบสมุทรที่เป็นแหลมยื่นออกไปในทะเล จึงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมอย่างเต็มที่ คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดียและลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดผ่านอ่าวไทย ทำให้ได้รับไอน้ำและความชุ่มชื้นมาก อุณหภูมิเฉลี่ยจึงไม่สูงมากนัก และอากาศไม่ร้อนจัดในฤดูร้อนจะอบอุ่นในช่วงฤดูฝน ส่วนในฤดูหนาวจะมีอากาศเย็นได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบางครั้ง อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 26.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ สูงสุดเฉลี่ย 32.1 องศาเซลเซียส เคยตรวจอุณหภูมิสูงสุดได้ 39.0 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 27 มีนาคม 2501 และวันที่ 6 เมษายน 2501 เคยตรวจอุณหภูมิต่ำที่สุดได้ 12.4 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2500

ความชื้นสัมพัทธ์สัมพันธ์กับมวลอากาศและอิทธิพลของลมมรสุมเป็นสำคัญ ตลอดทั้งปีจังหวัดสุราษฎร์ธานีจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากมรสุมทั้งสองฤดู คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มรสุมทั้งสองนี้ก่อนที่จะพัดเข้าสู่บริเวณจังหวัด ได้พัดผ่านทะเลและมหาสมุทรจึงได้พาเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นมาด้วย ทำให้บริเวณจังหวัดมีความชื้นสัมพัทธ์สูงเป็นเวลานาน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีประมาณ 83 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 96 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ย 62 เปอร์เซ็นต์ เคยตรวจความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดได้ 20 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนมีนาคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

#### 1.1.4 ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดระนอง

ภูมิประเทศจังหวัดระนองเป็นจังหวัดทางภาคใต้ ตั้งอยู่ชายฝั่งทะเลตะวันตกของประเทศไทย ที่ละติจูด  $9^{\circ}$  ถึง  $58^{\circ}$  เหนือ ลองจิจูด  $98^{\circ}$  ถึง  $38^{\circ}$  ตะวันออก อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 580 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 3,425 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดระนองเป็นภูเขา ซึ่งลาดจากทิศตะวันออกเฉียงใต้สู่มหาสมุทรอินเดียทางทิศตะวันตก มีพื้นที่ราบข้างเล็กน้อยตามชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย และบริเวณ 2 ฝั่งของแม่น้ำต่าง ๆ ในจังหวัดตามชายฝั่งมีเกาะเล็กเกาะน้อยประมาณ 60 เกาะ

ภูมิอากาศ เนื่องจากเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ทางภาคใต้ด้านฝั่งตะวันตกได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อย่างเต็มที่ จึงมีฝนตกชุกหนาแน่นกว่าจังหวัดอื่น ๆ และตกเกือบตลอดปี ส่วนฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัดเพราะอยู่ไกลจากอิทธิพลของอากาศหนาวพอสมควร แต่บางครั้งอาจมีฝนตกได้ เนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านอ่าวไทยพาเอาฝนมาตก แต่มีปริมาณน้อยกว่าจังหวัดที่อยู่ทางด้านตะวันออกของภาคใต้

อุณหภูมิ เนื่องจากเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ในคาบสมุทรที่มีแหลมยื่นออกไปในทะเล จึงได้รับมรสุมอย่างเต็มที่ คือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดียและมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากทะเลจีนใต้ และอ่าวไทย ทำให้ได้รับไอน้ำและความชุ่มชื้นมากอุณหภูมิเฉลี่ยจึงไม่สูงมาก และอากาศไม่ร้อนจัดในฤดูร้อน อากาศจะอบอุ่นในช่วงฤดูฝน ส่วนฤดูหนาวอากาศจะเย็นในบางครั้ง อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 26.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.3 องศาเซลเซียส เดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนจัดที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์สัมพันธ์กับมวลอากาศและอิทธิพลของลมมรสุมเป็นสำคัญ ตลอดทั้งปีจังหวัดระนองจะมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในเกณฑ์สูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากมรสุมทั้งสองฤดูอย่างเต็มที่ มรสุมทั้งสองนี้ก่อนจะพัดเข้าสู่บริเวณจังหวัดได้ผ่านทะเลและมหาสมุทรจึงได้พาเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นมาด้วย ทำให้บริเวณจังหวัดมีความชุ่มชื้นและความชื้นสัมพัทธ์สูงเป็นเวลานาน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีประมาณ 83 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 96 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ย 68 เปอร์เซ็นต์ เคยตรวจความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดเคยตรวจได้ 28 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนมกราคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 พื้นที่ปลูกมะพร้าวในจังหวัดจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และระนองของหน่วยงานภาครัฐ

จากการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานภาครัฐ พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในจังหวัดศรีขันธ์ มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวอำเภอเมืองมีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 22 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 421 ไร่ อำเภอกุยบุรีมีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 4 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 82 ไร่ อำเภอทับสะแกมีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 27 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 236.80 ไร่ อำเภอปราณบุรี มีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 28 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 170 ไร่ และกิ่งอำเภอสามร้อยยอด มีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 2 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 18 ไร่ ซึ่งพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ตามแนวฝั่งทะเลด้านตะวันออก ด้านอ่าวไทยบริเวณชายฝั่งทะเล (ตารางที่ 1.1 และ ภาพที่ 1.1)

พื้นที่ปลูกมะพร้าวจังหวัดชุมพร อำเภอเมืองมีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 168 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 1,312 ไร่ อำเภอสวี มีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 32 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 373 ไร่ อำเภอปะทิว มีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 57 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 645 ไร่ และอำเภอท่าแซะ มีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 4 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 31 ไร่ ซึ่งพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ตามแนวฝั่งทะเลด้านตะวันออก ด้านอ่าวไทยบริเวณชายฝั่งทะเล (ตารางที่ 1.1 และ ภาพที่ 1.2)

จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอกาญจนดิษฐ์ มีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 16 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 74 ไร่ อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี มีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 28 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 498 ไร่ อำเภอดอนสัก มีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 26 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 85 ไร่ และอำเภอไชยา มีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 1 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 7 ไร่ ซึ่งพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ตามแนวฝั่งทะเลด้านตะวันออก ด้านอ่าวไทยบริเวณชายฝั่งทะเล (ภาพที่ 1.3 และ ภาพที่ 1.3) ส่วนจังหวัดระนอง มีพื้นที่ปลูกในอำเภอเมืองระนอง มีเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจำนวน 8 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูก 45 ไร่ (ตารางที่ 4.1)

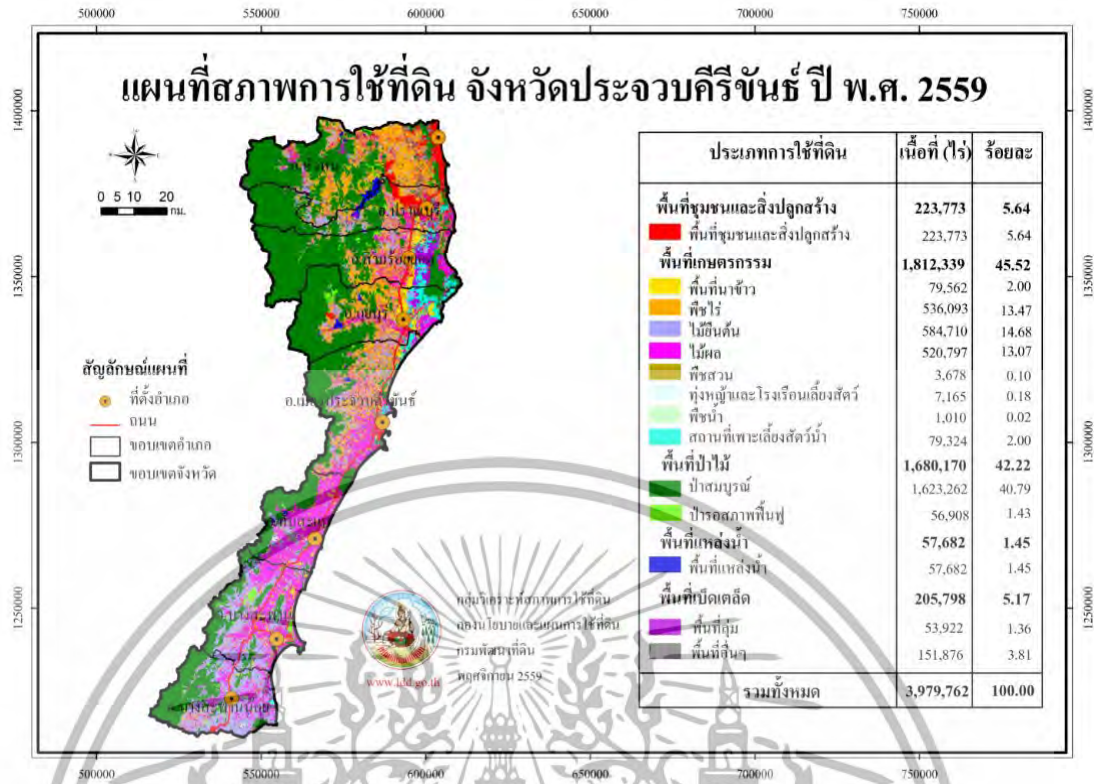
แสดงว่าพื้นที่ปลูกมะพร้าว 4 จังหวัดของภาคใต้ตอนบน มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวน้อย โดยจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในพื้นที่ 5 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอกุยบุรี อำเภอทับสะแก อำเภอปราณบุรี และกิ่งอำเภอสามร้อยยอด มีจำนวนรวม 927 ไร่ จากเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว จำนวน 83 ครัวเรือน จังหวัดชุมพรมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวในพื้นที่ 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอสวี อำเภอปะทิว และอำเภอท่าแซะ จำนวนรวม 2,361 ไร่ จากเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว จำนวน 261 ครัวเรือน จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีพื้นที่ปลูกในอำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอเมืองสุราษฎร์ อำเภอดอนสัก และอำเภอไชยา จำนวนรวม 664 ไร่ จากเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว จำนวน 71 ครัวเรือน จังหวัดระนองพบพื้นที่ปลูกมะพร้าว จำนวน 1 อำเภอ คืออำเภอระนอง โดยมีพื้นที่ปลูกรวม 45.50 ไร่ จากเกษตรกรจำนวน 8 ครัวเรือน

ตารางที่ 1.1 พื้นที่ที่มีการปลูกมะพร้าว 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และระนอง

จังหวัด	อำเภอ	จำนวนครัวเรือน	พื้นที่ปลูกมะพร้าว (ไร่)
ประจวบคีรีขันธ์	อำเภอเมือง	22	421.00
	อำเภอกุยบุรี	4	82.00
	อำเภอทับสะแก	27	236.80
	อำเภอปราณบุรี	28	170.00
	อำเภอสามร้อยยอด	2	18.00
ชุมพร	อำเภอเมือง	168	1,312.00
	อำเภอสวี	32	373.00
	อำเภอปะทิว	57	645.50
	อำเภอท่าแซะ	4	31.00
สุราษฎร์ธานี	อำเภอกาญจนดิษฐ์	16	74.00
	อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี	28	498.00
	อำเภอดอนสัก	26	85.00
	อำเภอไชยา	1	7.00
ระนอง	เมืองระนอง	8	45.50

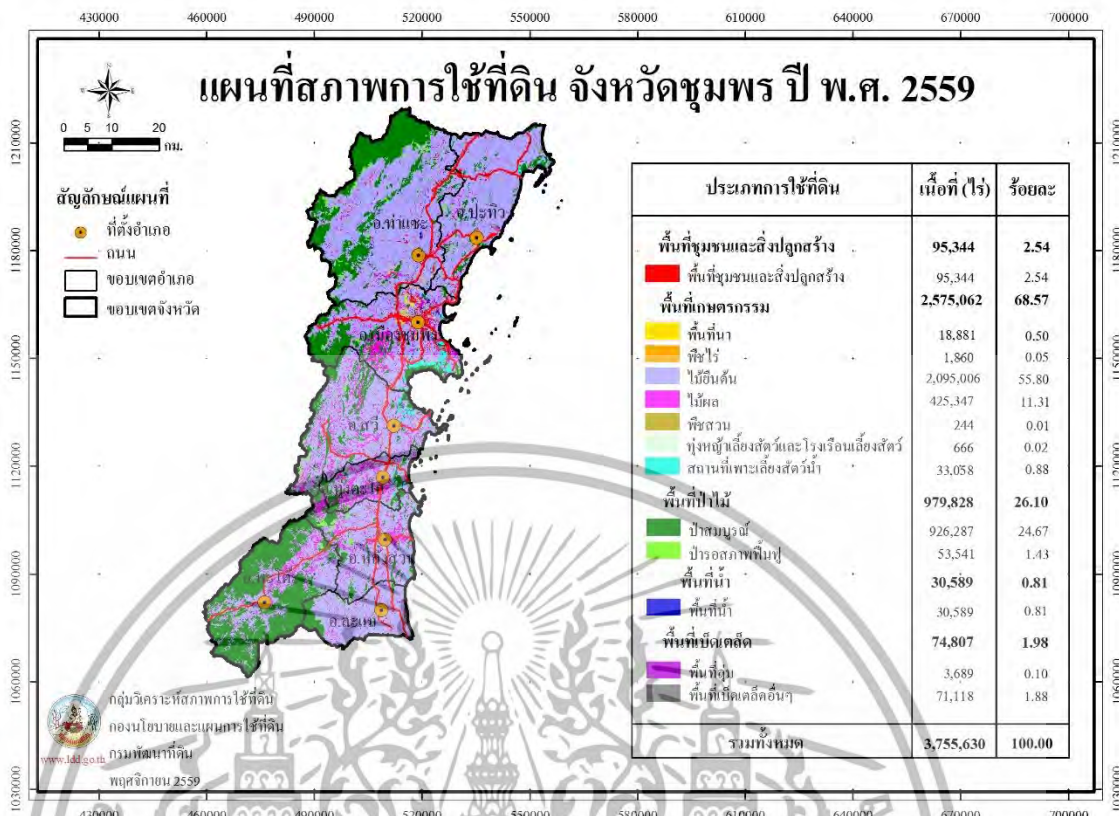
ที่มา: ศูนย์วิจัยและพัฒนากาษตร เขต 8, (2559); สำนักงานเกษตรจังหวัดชุมพร, (2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



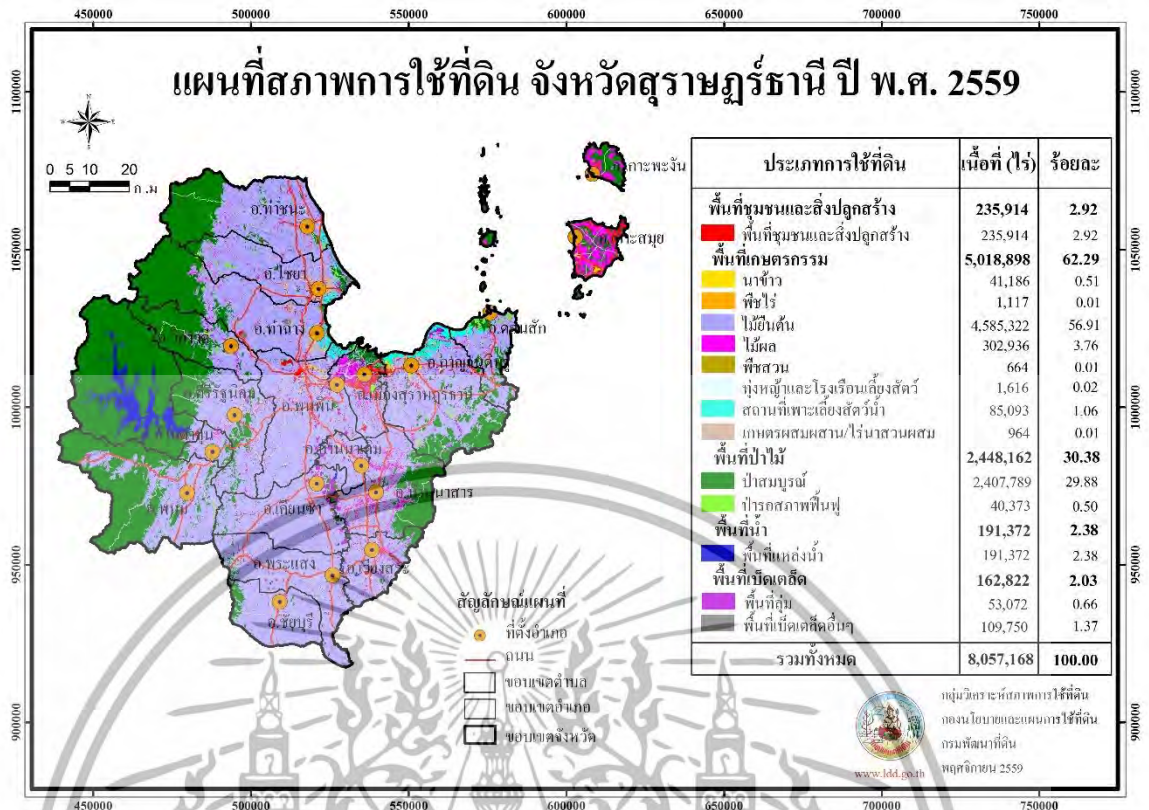
ภาพที่ 1.1 พื้นที่ปลูกมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์อยู่ในกลุ่มไม้ผลแสดงลักษณะพื้นที่สีม่วง บริเวณด้านทิศตะวันออกติดกับฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.2 พื้นที่ปลูกมะพร้าวจังหวัดชุมพรอยู่ในกลุ่มไม้ผลแสดงลักษณะพื้นที่สีม่วง บริเวณด้านทิศตะวันออกติดกับฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.3 พื้นที่ปลูกมะพร้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานีอยู่ในกลุ่มไม้ผลแสดงลักษณะพื้นที่สีม่วงบริเวณด้านทิศตะวันออกติดกับฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย

### 1.3 อุณหภูมิของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และระนอง พ.ศ. 2549-2558

จากสถิติอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของกรมอุตุนิยมวิทยา ในปี พ.ศ. 2549-2558 ในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีอุณหภูมิสูงสุด อยู่ในช่วง 35.5-38.3 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุด พบในปีที่ 4 (2552) และ ปีที่ 9 (2557) อุณหภูมิต่ำสุด อยู่ในช่วง 17.1-22.4 องศาเซลเซียส พบอุณหภูมิต่ำสุดในปีที่ 9 (2557) จังหวัดชุมพรมีอุณหภูมิสูงสุด อยู่ในช่วง 35.5-37.8 องศาเซลเซียส พบอุณหภูมิสูงสุดในปีที่ 5 (2553) และ ปีที่ 8 (2556) อุณหภูมิต่ำสุด อยู่ในช่วง 15.7-20.7 องศาเซลเซียส พบอุณหภูมิต่ำสุดในปีที่ 4 (2552) พื้นที่จังหวัดระนองมีอุณหภูมิสูงสุด อยู่ในช่วง 34.8-37.5 องศาเซลเซียส พบอุณหภูมิสูงสุดในปีที่ 5 (2553) อุณหภูมิต่ำสุด อยู่ในช่วง 12-20 องศาเซลเซียส พบอุณหภูมิต่ำสุดในปีที่ 7 (2555) พื้นที่จังหวัด สุราษฎร์ธานีมีอุณหภูมิสูงสุด อยู่ในช่วง 34.8-36.8 องศาเซลเซียส พบอุณหภูมิสูงสุดในปีที่ 9 (2557) และอุณหภูมิต่ำสุด อยู่ในช่วง 19.5-21.5 องศาเซลเซียส พบอุณหภูมิต่ำสุดในปีที่ 9 (2557) (ตารางที่ 1.2)

แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ 1 (2549) – ปีที่ 10 (2558) โดยพบอุณหภูมิสูงสุดในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์พบในปีที่ 4 (2552) ที่อุณหภูมิ 38.3 องศาเซลเซียส จังหวัดชุมพรพบในปีที่ 5 (2553) และปีที่ 8 (2556) ที่อุณหภูมิ 37.8 องศาเซลเซียส จังหวัดระนอง พบในปีที่ 5 (2553) ที่อุณหภูมิ 37.5 องศาเซลเซียส และจังหวัดสุราษฎร์ธานีพบในปีที่ 9 (2557) ที่อุณหภูมิ 36.8 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 1.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 จำนวนวันที่ฝนตก และความชื้นสัมพัทธ์ของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร  
สุราษฎร์ธานี และระนอง พ.ศ. 2549-2558

ภาค / จังหวัด	ระดับ อุณหภูมิต่ำสุด	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
		2549 2006	2550 2007	2551 2008	2552 2009	2553 2010	2554 2011	2555 2012	2556 2013	2557 2014	2558 2015
ประจวบคีรีขันธ์	อุณหภูมิ สูงสุด	35.5	36.7	35.7	38.3	37.3	36.4	38.0	36.5	38.3	38.2
	อุณหภูมิต่ำสุด	18.8	19.3	19.6	17.6	20.7	17.9	22.4	18.4	17.1	19.2
ชุมพร	อุณหภูมิ สูงสุด	36.4	37.4	37.0	35.7	37.8	35.5	37.0	37.8	36.6	37.4
	อุณหภูมิต่ำสุด	17.0	16.8	17.2	15.7	18.6	18.8	20.7	17.4	15.9	18.0
ระนอง	อุณหภูมิ สูงสุด	36.5	36.8	36.5	36.0	37.8	35.2	34.8	37.5	37.2	36.8
	อุณหภูมิต่ำสุด	18.5	18.5	19.9	17.6	20.0	17.2	12.0	19.5	16.9	18.5
สุราษฎร์ธานี	อุณหภูมิ สูงสุด	35.5	35.3	34.8	35.8	36.3	35.3	36.7	36.2	36.8	36.6
	อุณหภูมิต่ำสุด	20.0	19.5	20.7	20.7	21.5	20.7	22.4	21.5	17.8	19.6

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ข้อมูลเกษตรกรด้านการผลิตมะพร้าวของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์จากการสำรวจ จำนวน 221 ราย

### 1.4.1 ข้อมูลเกษตรกร

ผลการสัมภาษณ์ผู้ปลูกมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย ในพื้นที่ 8 อำเภอ ได้แก่ อำเภอ สามร้อยยอด จำนวน 20 ราย ร้อยละ 9.00 อำเภอ กุยบุรี จำนวน 27 ราย ร้อยละ 12.00 อำเภอ หัวหิน จำนวน 3 ราย ร้อยละ 1.40 อำเภอ บางสะพานน้อย จำนวน 33 ราย ร้อยละ 14.90 อำเภอ บางสะพานใหญ่ จำนวน 33 ราย ร้อยละ 14.90 อำเภอ เมือง จำนวน 50 ราย ร้อยละ 22.62 อำเภอ ปราณบุรี จำนวน 7 ราย ร้อยละ 3.20 และอำเภอ ทับสะแก จำนวน 48 ราย ร้อยละ 21.72 ผลการสัมภาษณ์ผู้ปลูกมะพร้าวทั้ง 8 อำเภอ พบว่า เกษตรกรผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย 116 ราย คิดเป็นร้อยละ 52.50 เป็นเพศหญิง จำนวน 105 ราย ร้อยละ 47.50 มีอายุมากกว่า 50 ปี จำนวน 167 ราย ร้อยละ 75.60 ช่วงอายุ 40-50 ปี จำนวน 40 ราย ร้อยละ 18.10 ช่วงอายุ 30-40 ปี จำนวน 9 ราย ร้อยละ 4.10 และช่วงอายุ 20-30 ปี จำนวน 5 ราย ร้อยละ 2.30 ระดับการศึกษาต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 6 สูงที่สุด จำนวน 109 ราย ร้อยละ 49.30 ประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 33 ราย ร้อยละ 14.90 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 21 ราย ร้อยละ 9.50 มัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) จำนวน 38 ราย ร้อยละ 17.20 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จำนวน 10 ราย ร้อยละ 4.50 ระดับปริญญาตรี จำนวน 9 ราย ร้อยละ 4.10 และสูงกว่าระดับปริญญาตรี จำนวน 1 ราย ร้อยละ 0.50 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 26 ปีขึ้นไป จำนวน 127 ราย ร้อยละ 57.50 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 21-25 ปี จำนวน 39 ราย ร้อยละ 17.60 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 16-20 ปี จำนวน 21 ราย ร้อยละ 9.50 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 11-15 ปี จำนวน 13 ราย ร้อยละ 5.90 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 6-10 ปี จำนวน 8 ราย ร้อยละ 3.60 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 1-5 ปี จำนวน 13 ราย ร้อยละ 5.90 (ตารางที่ 1.3)

แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรทำสวนมะพร้าวในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จากการสำรวจ 221 ราย พบว่า เกษตรกรทำสวนมะพร้าวเข้าสู่ผู้สูงอายุ โดยมีอายุมากกว่า 50 ปี จำนวน 167 ราย ร้อยละ 75.60 และอยู่ในช่วงอายุ 20-50 ปี จำนวน 54 ราย ร้อยละ 24.50 ซึ่งมีเกษตรกรที่เป็นวัยทำงานน้อย ระดับการศึกษาตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 และต่ำกว่า สูงที่สุด 64.80 ระดับการศึกษาตั้งแต่ มัธยมศึกษาตอนต้นถึงสูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 35.80 ระดับปริญญาตรี มีเพียงร้อยละ 4.10 เท่านั้น อย่างไรก็ตามประสบการณ์การทำสวนมะพร้าวมีมากกว่า 26 ปีขึ้นไป จำนวน 127 ราย ร้อยละ 57.50 มีความสัมพันธ์ กับช่วงอายุของเกษตรกร แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์ด้านการทำสวนมะพร้าวกันมาหลายปี เนื่องจากมะพร้าวเป็นพืชที่ดูแลง่าย และสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 1.3 พื้นที่สำรวจจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์การทำ  
สวนมะพร้าวของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก		จำนวน (ราย)	ร้อยละ
พื้นที่สำรวจจังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ (อำเภอ/กิ่ง อำเภอ)	สามร้อยยอด	20	9.00
	กุยบุรี	27	12.00
	หัวหิน	3	1.40
	บางสะพานใหญ่	33	14.90
	บางสะพานน้อย	33	14.90
	เมือง	50	22.62
	ปราณบุรี	7	3.20
	ทับสะแก	48	21.72
	รวม	221	100.00
เพศ	หญิง	116	52.50
	ชาย	105	47.50
	รวม	221	100.00
อายุ	20-30 ปี	5	2.30
	30-40 ปี	9	4.10
	40-50 ปี	40	18.10
	50 ปีขึ้นไป	167	75.60
	รวม	221	100.00
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 6	109	49.30
	ประถมศึกษาปีที่ 6	33	14.90
	มัธยมศึกษาปีที่ 3.	21	9.50
	มัธยมศึกษาปีที่ 6/ปวช.	38	17.20
	ปวส.	10	4.50
	ปริญญาตรี	9	4.10
	สูงกว่าปริญญาตรี	1	0.50
	รวม	221	100.00
ประสบการณ์การทำสวน มะพร้าว	1-5 ปี	13	5.90
	6-10 ปี	8	3.60
	11-15 ปี	13	5.90
	16-20 ปี	21	9.50
	21-25 ปี	39	17.60
	26 ปีขึ้นไป	127	57.50
	รวม	221	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4.2 การผลิตมะพร้าวของเกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จากการสำรวจ จำนวน 221

ราย

เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย พบว่า เกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์เริ่มปลูกมะพร้าวระหว่าง ปี พ.ศ. 2481-2500 ร้อยละ 14.50 ปลูกมะพร้าวระหว่างปี พ.ศ. 2501-2520 ร้อยละ 48.00 ระหว่าง ปี พ.ศ. 2521-2540 ร้อยละ 28.10 และปี พ.ศ. 2541 ถึงปีปัจจุบัน ร้อยละ 9.50 โดยเกษตรกรมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวเริ่มต้นน้อยกว่า 5 ไร่ ร้อยละ 19.00 จำนวน 6-10 ไร่ ร้อยละ 39.80 จำนวน 11-15 ไร่ ร้อยละ 14.90 จำนวน 16-20 ไร่ ร้อยละ 10.40 จำนวน 21-25 ไร่ ร้อยละ 3.60 มากกว่า 25 ไร่ขึ้นไป ร้อยละ 12.20 อายุของต้นมะพร้าวน้อยกว่า 40 ปี ร้อยละ 37.60 อายุของต้นมะพร้าวอยู่ในช่วงอายุ 41-60 ปี ร้อยละ 57.00 อายุของต้นมะพร้าว 61-80 ปี ร้อยละ 1.80 อายุของต้นมะพร้าวมากกว่า 80 ปี ร้อยละ 3.60 ปัจจุบันเกษตรกรในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวจำนวนน้อยกว่า 5 ไร่ ร้อยละ 19.00 จำนวน 6-10 ไร่ ร้อยละ 38.00 พื้นที่ปลูกมะพร้าว จำนวน 11-15 ไร่ ร้อยละ 15.40 พื้นที่ปลูกมะพร้าว จำนวน 16-20 ไร่ ร้อยละ 7.20 พื้นที่ปลูกมะพร้าว จำนวน 21-25 ไร่ ร้อยละ 2.70 พื้นที่ปลูกมะพร้าวมากกว่า 25 ไร่ ร้อยละ 17.60 เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่มีโค่นต้นมะพร้าว ร้อยละ 74.20 มีเป้าหมายโค่นทิ้ง ร้อยละ 25.80 โดยส่วนใหญ่โค่นทิ้งช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 80-89 ปี การวิเคราะห์ดินและใบมะพร้าวเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่เคยวิเคราะห์ดินและใบของมะพร้าว ร้อยละ 83.70 และเคยส่งตัวอย่างดินวิเคราะห์ ร้อยละ 10.40 โดยนำไปวิเคราะห์ที่หน่วยงานราชการ เช่น สำนักงานพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 1.4)

แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีการปลูกมะพร้าว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2480 ถึงปีปัจจุบัน ปลูกมาสุด ปี พ.ศ. 2501-2520 ร้อยละ 48.00 และปลูกน้อยสุด ปี พ.ศ. 2541 ถึงปีปัจจุบัน ร้อยละ 9.50 เมื่อพิจารณาอายุของต้นมะพร้าวส่วนใหญ่อายุอยู่ในช่วง 41-60 ปี ร้อยละ 57.00 เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่มีโค่นต้นมะพร้าว ร้อยละ 74.20 มีเป้าหมายโค่นทิ้ง ร้อยละ 25.80 โดยส่วนใหญ่โค่นทิ้งช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 80-89 ปี เห็นได้ว่าอายุของต้นมะพร้าวส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 41-60 ปี ซึ่งอีกไม่กี่ปีต้องโค่นทิ้ง และเมื่อพิจารณาจำนวนการปลูกมะพร้าว ปี พ.ศ. 2540 ถึงปีปัจจุบัน ร้อยละ 9.50 มีการปลูกน้อย หากไม่เร่งปลูกทดแทนส่งผลให้เกิดปัญหาขาดแคลนมะพร้าวในอนาคตได้

ตารางที่ 1.4 ปี พ.ศ.ที่เริ่มปลูก พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว อายุของต้นมะพร้าว พื้นที่ปลูกมะพร้าว ปัจจุบัน การโค่นทิ้ง การ วิเคราะห์ดินและใบ ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย

	ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ปี พ.ศ.ที่เริ่มปลูก	ระหว่าง พ.ศ.2480-2500	32	14.50
	ระหว่าง พ.ศ.2501-2520	106	48.00
	ระหว่าง พ.ศ. 2521-2540	62	28.10
	ระหว่าง พ.ศ.2541-ปัจจุบัน	21	9.50
	รวม	221	100.00
พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว	น้อยกว่า 5 ไร่	42	19.00
	6-10 ไร่	88	39.80
	11-15 ไร่	33	14.90
	16-20 ไร่	23	10.40
	21-25 ไร่	8	3.60
	มากกว่า 25 ไร่	27	12.20
	รวม	221	100.00
อายุของต้นมะพร้าว	น้อยกว่า 40 ปี	83	37.60
	41-60 ปี	126	57.00
	61-80 ปี	4	1.80
	มากกว่า 80 ปี	8	3.60
	รวม	221	100.00
พื้นที่ปลูกมะพร้าวปัจจุบัน	น้อยกว่า 5ไร่	42	19.00
	6-10 ไร่	84	38.00
	11-15 ไร่	34	15.40
	16-20 ไร่	16	7.20
	21-25 ไร่	6	2.70
	มากกว่า 25 ไร่	39	17.60
	รวม	221	100.00
การโค่นทิ้งหรือคาดว่าจะโค่น	ยังไม่มีโค่นทิ้ง	164	74.20
	มีเป้าหมายโค่นทิ้ง	57	25.80
	รวม	221	100.00
การวิเคราะห์ดินและใบ	ไม่เคยวิเคราะห์	185	83.70
	เคยวิเคราะห์	23	10.40
	ส่งวิเคราะห์เป็นครั้งคราว	13	5.90
	รวม	221	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการประกอบกิจการของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จากการสำรวจ จำนวน 221 ราย พบว่า ผู้ทำสวนมะพร้าวเป็นเกษตรกร ร้อยละ 95.47 ทำโรงงานแปรรูปมะพร้าว ร้อยละ 0.90 รับซ้อมะพร้าว ร้อยละ 0.45 แปรรูปเป็นน้ำมันมะพร้าว ร้อยละ 3.16 โดยเกษตรกรเป็นเจ้าของสวน ร้อยละ 100.00 มีอาชีพปลูกมะพร้าวอย่างเดียว ไม่ได้ประกอบกิจการอื่น ร้อยละ 80.99 ปลูกมะพร้าวร่วมกับแปลงเพาะกล้า ร้อยละ 1.40 ปลูกมะพร้าวร่วมกับการทำปุ๋ย ร้อยละ 1.40 และแปรรูปเป็นมะพร้าวขาว โดยใช้มะพร้าวที่มีผลขนาดเล็ก ร้อยละ 16.29 แปลงปลูกมะพร้าวมีจำนวนพนักงานและลูกจ้างในสวนมะพร้าว 1-5 ราย ร้อยละ 92.30 มีจำนวนมีจำนวนพนักงานและลูกจ้างในสวนมะพร้าว 6-10 ราย ร้อยละ 7.20 มีจำนวนพนักงานและลูกจ้างในสวนมะพร้าว 11-20 ราย ร้อยละ 0.50 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าว ร้อยละ 87.80 มีการจดบันทึกข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าวเกี่ยวกับรายรับและรายจ่าย ร้อยละ 12.20 เกษตรกรที่ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลเนื่องจากเกษตรกรมองว่าการทำสวนมะพร้าวทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากไม่มีความจำเป็นต้องนำข้อมูลมาใช้ และเกษตรกรที่มีการจดบันทึกเพื่อเปรียบเทียบราคาผลผลิตที่ผ่านมาและวางแผนการจำหน่ายผลผลิต และเพื่อนำข้อมูลมาทบทวนค่าใช้จ่ายและต้นทุนการผลิต (ตารางที่ 1.5)

เห็นได้ว่าผู้ทำสวนมะพร้าวส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่เป็นเจ้าของสวนมะพร้าว ร้อยละ 95.47 ทำโรงงานแปรรูปมะพร้าว รับซ้อมะพร้าว และแปรรูปเป็นน้ำมันมะพร้าวน้อยอยู่ในช่วง ร้อยละ 0.45-3.16 และเกษตรกรส่วนใหญ่ทำอาชีพมะพร้าวเพียงอย่างเดียว ร้อยละ 80.99 และส่วนใหญ่มีจำนวนลูกจ้างในสวนมะพร้าว 1-5 ราย และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลร้อยละ 87.80 และมีการจดบันทึกข้อมูลในด้านการผลิตเพียงร้อยละ 12.20

ตารางที่ 1.5 ลักษณะการประกอบกิจการ ตำแหน่งของเกษตรกร อาชีพเสริม จำนวนพนักงานและลูกจ้างสวนมะพร้าว การจัดบันทึกข้อมูลในสวนและการนำข้อมูลที่จัดบันทึกมาใช้ ประโยชน์ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย

ข้อมูลผู้ปลูกมะพร้าว	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	
ลักษณะการประกอบกิจการ	เกษตรกร	211	95.47
	โรงงานแปรรูปมะพร้าว	2	0.90
	รับซื้อมะพร้าว	1	0.45
	แปรรูปน้ำมันมะพร้าว	7	3.16
	รวม	221	100.00
ตำแหน่ง	เจ้าของสวน	221	100.00
	ผู้จัดการฝ่ายสวน	0	0.00
	ผู้ดูแลสวน	0	0.00
	รวม	221	100.0
อาชีพเสริม	ไม่ได้ประกอบกิจการอื่น ๆ	179	80.99
	แปลงเพาะ	3	1.40
	ผลิตปุ๋ย	3	1.40
	แปรรูปเป็นมะพร้าวขาว	36	16.29
	รวม	221	100.00
จำนวนพนักงานและลูกจ้างสวนมะพร้าว	1-5 ราย	204	92.30
	6-10 ราย	16	7.20
	11-20 ราย	1	0.50
	รวม	221	100.00
การจัดบันทึกข้อมูลการจัดสวนมะพร้าว	ไม่มี	194	87.80
	มี	27	12.20
	รวม	221	100.00
นำข้อมูลที่บันทึกมาใช้ประโยชน์อย่างไร	ไม่มีการนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์	198	89.60
	วางแผนการใส่ปุ๋ย	2	0.90
	เพื่อเปรียบเทียบราคาผลผลิตที่ผ่านมาและวางแผนจำหน่ายผลผลิต	9	4.10
	ทบทวนค่าใช้จ่ายและต้นทุนการผลิต	10	4.50
	เพื่อเก็บข้อมูลการเก็บเกี่ยวและวางวิธีการการเก็บเกี่ยวผลผลิต	2	0.90
	รวม	221	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์มะพร้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์จากการสำรวจจำนวน 221 ราย พบว่า เกษตรกรปลูกมะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง ร้อยละ 92.31 ลูกผสมชุมพร 2 ร้อยละ 5.88 มะพร้าว น้ำหอม ร้อยละ 1.67 แหล่งที่มาของพันธุ์ เกษตรกรคัดเลือกพันธุ์ด้วยตนเอง ร้อยละ 63.80 ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ ร้อยละ 7.69 และซื้อจากเพื่อนบ้าน ร้อยละ 28.50 วิธีการคัดเลือกดู ลักษณะผลใหญ่ เนื้อหนา และผลตก ลักษณะข้อที่ลำต้นสั้น ลักษณะการปลูกมะพร้าวของเกษตรกร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นการปลูกพืชแบบเชิงเดี่ยว ร้อยละ 62.00 ปลูกมะพร้าวแบบผสมผสาน รายร้อยละ 38.00 ชนิดพืชที่ปลูกร่วมกับมะพร้าวได้แก่ กัลยน้ำว่า ขนุน มะม่วง สับปะรด มะขามเทศ มันเทศ ปาล์มน้ำมัน และยางพารา การปลูกมะพร้าวปลูกพื้นที่ราบ ร้อยละ 95.50 ที่ลุ่ม ร้อยละ 2.50 ที่ลาดชัน ร้อยละ 1.40 และปลูกแบบยกร่องร้อยละ 0.90 จำนวนต้นมะพร้าวปลูกไร่ละ 20-30 ต้น ร้อยละ 85.97 จำนวนน้อยกว่า 20 ต้นต่อไร่ ร้อยละ 14.00 (ตารางที่ 1.6)

แสดงให้เห็นว่าพันธุ์มะพร้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์จากการสำรวจจำนวน 221 ราย ส่วนใหญ่เกษตรกรใช้พันธุ์พื้นเมืองที่เกษตรกรคัดเลือกพันธุ์ด้วยตนเอง ร้อยละ 63.80 พันธุ์ลูกผสมที่ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ ร้อยละ 7.69 เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนกับพันธุ์พื้นเมืองยิ่งต่ำมาก อาจเนื่องจากมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยเฉพาะพันธุ์ของอำเภอทับสะแก เป็นมะพร้าวผลใหญ่เนื้อหนาและเนื้อมะพร้าวมีคุณภาพ ซึ่งมะพร้าวพันธุ์ลูกผสม มีผลขนาดกลางจึงไม่เป็นที่ชื่นชอบของเกษตรกร ลักษณะการปลูกส่วนใหญ่ยังปลูกแบบเชิงเดี่ยวมากกว่าปลูกแบบผสมผสาน ร้อยละ 62.00 ซึ่งเกษตรกรที่ปลูกเชิงเดี่ยวมีรายได้จากสวนมะพร้าวเพียงอย่างเดียว มีความเสี่ยงต่อรายได้ในครัวเรือนหากราคามะพร้าวตกต่ำและการใช้ประโยชน์ของพื้นที่น้อย การปลูกนิยมปลูกมะพร้าวบริเวณที่ราบ เนื่องจากลักษณะพื้นที่ราบเหมาะสมที่ปลูกมะพร้าวมากที่สุด จำนวนต้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ที่ 20-30 ต้นต่อไร่ และเกษตรกรที่ปลูกจำนวนต้นต่อไร่ต่ำกว่า 20 ต้น ส่วนใหญ่เป็นการปลูกผสมผสานกับพืชอื่น

ตารางที่ 1.6 พันธุ์มะพร้าว แหล่งพันธุ์มะพร้าว ลักษณะการปลูก ลักษณะพื้นที่ปลูก จำนวนต้นต่อไร่ ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	
พันธุ์มะพร้าวที่ปลูก	มะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง	204	92.31
	ลูกผสมชมพู 2	13	5.88
	มะพร้าวน้ำหอม	4	1.67
	รวม	221	100.0
แหล่งที่มาของพันธุ์มะพร้าวที่ปลูก	ผลิตเอง	141	63.80
	ได้รับจากภาครัฐ	17	7.69
	ซื้อ	63	28.50
	รวม	221	100.00
ลักษณะการปลูก	เชิงเดี่ยว	137	62.00
	สวนผสมผสาน	84	38.00
	รวม	221	100.00
ลักษณะพื้นที่ปลูก	ที่ราบ	211	95.50
	ที่ลุ่ม	5	2.50
	ที่ลาดชัน	3	1.40
	ปลูกแบบยกทรง	2	0.90
	รวม	221	100.00
จำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูกต่อไร่	น้อยกว่า 20 ต้น	31	14.00
	20-30 ต้น	190	85.97
	รวม	221	100.00

เกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์จำนวน 221 ราย ปลูกต้นมะพร้าวใช้ระยะห่างระหว่างต้นน้อยกว่า 5 เมตร ร้อยละ 1.40 ระยะห่างระหว่างต้น 6-10 เมตร ร้อยละ 97.70 ปลูกระยะห่างระหว่างต้น 11-15 เมตร และมากกว่า 16 เมตร ร้อยละ 0.50 ซึ่งเป็นการปลูกมะพร้าวร่วมกับพืชอื่น การใช้ปุ๋ยใส่ต้นมะพร้าว เกษตรกรใส่ปีละครั้ง โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ร้อยละ 67.40 ใช้ปุ๋ยเคมี ร้อยละ 27.10 และไม่ใส่ปุ๋ย ร้อยละ 5.40 ศัตรูของมะพร้าวที่เจอเป็นแมลงค้ำหนาม หนอนหัวดำและด้วงแรด ร้อยละ 75.10 สัตว์ที่ทำความเสียหายให้ผลมะพร้าว ได้แก่ กระจอก ร้อยละ 7.20 เป็นโรค ร้อยละ 0.50 และไม่เจอโรค แมลง และศัตรู ร้อยละ 17.20 การเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรส่วนใหญ่จ้างเก็บมะพร้าวโดยการใช้แรงงานคนสอยและลำเลียงจากต้น ร้อยละ 86.90 ใช้แรงงานสัตว์เก็บเกี่ยวโดยใช้ลิงกัง ร้อยละ 13.10 (ตารางที่ 1.7)

แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรที่ทำสวนมะพร้าวกับการใช้ระยะห่างระหว่างต้นมีความสัมพันธ์กับพันธุ์และลักษณะการปลูกมะพร้าว เกษตรกรที่ใช้ระยะห่างระหว่างต้นต่ำเป็นการปลูกมะพร้าวน้ำหอม ส่วนมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองใช้ระยะปลูกที่มากกว่า และเกษตรกรที่ใช้ระยะห่างระหว่างต้นสูงเป็นการปลูกร่วมกับพืชอื่น เกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีการให้ปุ๋ยกับต้นมะพร้าวสูง ร้อยละ 94.50 ที่ไม่มีการให้ปุ๋ยน้อย วิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตของเกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ส่วนใหญ่ใช้คนสอยมากกว่าใช้ลิงกัง อาจเนื่องจากมะพร้าวมีอายุสูงความสูงต้นยังไม่มาก เอกสารนี้

ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.7 ระยะห่างระหว่างต้น การใช้ปุ๋ย ศัตรูของมะพร้าว และวิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก		จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ระยะห่างระหว่างต้น	น้อยกว่า 5 เมตร	3	1.40
	6-10 เมตร	216	97.70
	11-15 เมตร	1	0.50
	มากกว่า 16 เมตร	1	0.50
	<b>รวม</b>	<b>221</b>	<b>100.00</b>
การใช้ปุ๋ย	ไม่ใช้ปุ๋ย	12	5.40
	ใช้ปุ๋ยเคมี	60	27.10
	ใช้ปุ๋ยอินทรีย์	149	67.40
	<b>รวม</b>	<b>221</b>	<b>100.00</b>
ศัตรูของมะพร้าวที่พบ	ไม่มีศัตรู	38	17.20
	โรค	1	0.50
	แมลง	166	75.10
	สัตว์	16	7.20
	<b>รวม</b>	<b>221</b>	<b>100.00</b>
วิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าว	ใช้แรงงาน	192	86.90
	ใช้แรงงานสัตว์ (ลิงกัง)	29	13.10
	<b>รวม</b>	<b>221</b>	<b>100.00</b>

การจำหน่ายผลผลิตของมะพร้าวหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย จำหน่ายให้พ่อค้าที่มารับซื้อในสวน ร้อยละ 93.70 จำหน่ายให้โรงงานแปรรูป ร้อยละ 1.80 รวมกลุ่มกันจำหน่ายในรูปสหกรณ์ ร้อยละ 4.50 ลักษณะการจำหน่ายผลผลิตจำหน่ายในลักษณะผล (ใหญ่ กลาง เล็ก) ร้อยละ 78.73 จำหน่ายผลและแยกผลเล็กเพื่อทำมะพร้าวขาวจำหน่าย ร้อยละ 20.81 และทำมะพร้าวแห้งจำหน่าย ร้อยละ 0.45 ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิต 1-2 บาทต่อผล ร้อยละ 95.02 ราคา 3 บาท ร้อยละ 4.98 ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผลทั้งปี 16-20 บาทต่อผล ร้อยละ 100.00 เกษตรกรไม่มีการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว ร้อยละ 74.70 ใช้ประโยชน์จากก้านมะพร้าว ร้อยละ 11.80 โดยส่วนใหญ่นำก้านมะพร้าวมาเหลาจำหน่าย ช่องทางที่สะดวกในการรับข้อมูลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนา เกษตรกรมีความสะดวกในการรับข้อมูลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนาผ่านทางผู้ใหญ่บ้านจากการประชุมหมู่บ้าน ร้อยละ 50.20 ผ่านทางเจ้าหน้าที่ส่งเสริมทางการเกษตร ร้อยละ 32.60 จดหมาย ร้อยละ 2.26 วิทยุ ร้อยละ 2.26 โทรทัศน์ ร้อยละ 0.90 อีเมล ร้อยละ 4.52 เว็บไซต์ ร้อยละ 1.40 ป้ายผ้า ร้อยละ 3.20 และผู้นำกลุ่ม ร้อยละ 2.71 (ตารางที่ 1.8)

แสดงให้เห็นว่าการจำหน่ายผลผลิตของเกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย จำหน่ายให้พ่อค้าที่มารับซื้อถึงสวน ร้อยละ 93.70 โดยคัดขนาดผลใหญ่ กลาง และเล็ก เกษตรกร ร้อยละ 20.81 แยกมะพร้าวที่มีผลขนาดเล็กมาทำมะพร้าวขาวจำหน่าย ค่าเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวราคา ผลละ 1-2 บาท ร้อยละ 95.02 ค่าเก็บเกี่ยวผลละ 3 บาท ร้อยละ 4.98 ราคาเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูงหรืออายุของต้นมะพร้าว ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผล ราคาผลละ 16-20 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ค่อนข้างสูง

ตารางที่ 1.8 รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตที่เก็บเกี่ยว ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังเก็บเกี่ยว ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อผล ราคาจำหน่ายผลผลิตต่อผล การใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวและช่องทางการรับรู้ข่าวสาร ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	
รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตจากการเก็บเกี่ยว	จำหน่ายพ่อค้า	207	93.70
	จำหน่ายให้โรงงานแปรรูป	4	1.80
	รวมกลุ่มกันจำหน่าย (สหกรณ์)	10	4.50
	รวม	221	100.00
ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังการเก็บเกี่ยว	ทั้งผล	174	78.73
	มะพร้าวแห้ง	1	0.45
	ผลและมะพร้าวขาว	46	20.81
	รวม	221	100.00
ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อผล	1-2 บาท	210	95.02
	3 บาท	11	4.98
	รวม	221	100.00
ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผลทั้งปี	10-15 บาท	0	0
	16-20 บาท	221	100.00
	มากกว่า 20 บาท	0	0
	รวม	221	100.00
การใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว	ไม่มีการใช้ประโยชน์	165	74.70
	เปลือกมะพร้าว	25	11.30
	กะลามะพร้าว	5	23.00
	ก้านมะพร้าว	26	11.80
	รวม	221	100.00
ช่องทางที่สะดวกในการรับข้อมูลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนา	จดหมาย	5	2.26
	วิทยุ	5	2.26
	โทรทัศน์	2	0.90
	Email	10	4.52
	เว็บไซต์	3	1.40
	ผู้ใหญ่บ้าน, ประชุมหมู่บ้าน	111	50.20
	เจ้าหน้าที่ส่งเสริมทางการเกษตร	72	32.60
	ป้ายผ้า	7	3.20
	ผู้นำกลุ่ม	6	2.71
	รวม	221	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในเชิงวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.3 การสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

จากการสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย พบว่า เกษตรกรมีความพึงพอใจในการประกอบอาชีพทำสวนมะพร้าว และตลาดของมะพร้าวด้านราคาในภาพรวม คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก พันธุ์มะพร้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกอยู่ปัจจุบันเกษตรกรมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.6 คะแนน ปริมาณผลผลิตที่ได้รับอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.1 คะแนน รูปแบบการจำหน่ายเกษตรกรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.1 คะแนน แสดงว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจรูปแบบการจำหน่ายในระดับมากที่สุด มีความพึงพอใจราคาจำหน่ายในปัจจุบันคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.2 คะแนน ความพึงพอใจการส่งเสริมการปลูกมะพร้าวจากหน่วยงานภาครัฐคิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.8 คะแนน แสดงว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจการส่งเสริมการปลูกมะพร้าวจากหน่วยงานภาครัฐในระดับมากที่สุด (ตารางที่ 1.9)

ตารางที่ 1.9 แสดงความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 221 ราย

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ					รวม	x	S.D.	แปลผล
	5	4	3	2	1				
1. พันธุ์ที่ใช้ปลูกอยู่ปัจจุบัน	133	78	10	0	0	221	4.6	0	มากที่สุด
2. ปริมาณผลผลิตที่ได้รับ	52	134	31	4	0	221	4.1	0.7	มาก
3. รูปแบบการจำหน่าย	66	123	31	1	0	221	4.1	0.7	มาก
4. ราคาที่ท่านจำหน่าย	89	99	32	1	0	221	4.2	0.7	มาก
5. การส่งเสริมการปลูกมะพร้าวจากหน่วยงานภาครัฐ	35	123	52	8	3	221	3.8	0.8	มาก
รวม							4.2	0.1	มาก

**หมายเหตุ** ผู้ศึกษาได้กำหนดระดับค่าคะแนนในการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (ผู้ตอบแบบประเมินมีจำนวนทั้งสิ้น 221ราย)

ระดับคะแนน 5 ช่วงคะแนน 4.51 ขึ้นไป มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 ช่วงคะแนน 3.51-4.50 มีระดับความพึงพอใจมาก

ระดับคะแนน 3 ช่วงคะแนน 2.51-3.50 มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

ระดับคะแนน 2 ช่วงคะแนน 1.51-2.50 มีระดับความพึงพอใจน้อย

ระดับคะแนน 1 ช่วงคะแนน 1.00-1.50 มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 ข้อมูลเกษตรกรด้านการผลิตมะพร้าวของจังหวัดชุมพร จากการสำรวจ จำนวน 274 ราย

### 1.5.1 ข้อมูลเกษตรกร

ผลการสัมภาษณ์ผู้ปลูกมะพร้าวจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย ในพื้นที่ 8 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง จำนวน 49 ราย ร้อยละ 17.90 อำเภอท่าแซะ จำนวน 13 ราย ร้อยละ 4.74 อำเภอปะทิว จำนวน 31 ราย ร้อยละ 11.30 อำเภอสวี จำนวน 52 ราย ร้อยละ 18.97 อำเภอทุ่งตะโก จำนวน 46 ราย ร้อยละ 16.78 อำเภอหลังสวน จำนวน 49 ราย ร้อยละ 17.88 อำเภอพะโต๊ะ จำนวน 20 ราย ร้อยละ 7.29 และอำเภอละแม จำนวน 14 ราย ร้อยละ 5.10 ผลการสัมภาษณ์ผู้ปลูกมะพร้าวทั้ง 8 อำเภอ พบว่า เกษตรกรผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 146 ราย ร้อยละ 53.30 เป็นเพศหญิง จำนวน 128 ราย ร้อยละ 46.70 มีอายุช่วง 20-30 ปี จำนวน 5 ราย ร้อยละ 1.80 ช่วงอายุ 31-40 ปี จำนวน 21 ราย ร้อยละ 7.70 ช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 75 ราย ร้อยละ 27.40 และอายุมากกว่า 51 ปี จำนวน 173 ราย ร้อยละ 63.10 ระดับการศึกษาต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 107 ราย ร้อยละ 39.10 ประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 69 ราย ร้อยละ 25.20 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 29 ราย ร้อยละ 10.60 มัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) จำนวน 28 ราย ร้อยละ 10.20 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จำนวน 19 ราย ร้อยละ 6.90 ระดับปริญญาตรี จำนวน 22 ราย ร้อยละ 8.00 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 26 ปีขึ้นไป จำนวน 148 ราย ร้อยละ 54.01 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 21-25 ปี จำนวน 43 ราย ร้อยละ 15.69 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 16-20 ปี จำนวน 21 ราย ร้อยละ 7.66 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 11-15 ปี จำนวน 20 ราย ร้อยละ 7.29 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 6-10 ปี จำนวน 15 ราย ร้อยละ 5.47 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 1-5 ปี จำนวน 27 ราย ร้อยละ 9.85 (ตารางที่ 1.10)

แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรทำสวนมะพร้าวของจังหวัดชุมพรจากการสำรวจ จำนวน 274 ราย พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เข้าสู่วัยผู้สูงอายุ โดยมีอายุมากกว่า 51 ปี จำนวน 173 ราย ร้อยละ 63.10 และอยู่ในช่วงอายุ 20-50 ปี จำนวน 101 ราย ร้อยละ 36.90 ซึ่งเป็นเกษตรกรที่เป็นวัยทำงาน ระดับการศึกษาประถมศึกษาปีที่ 6 ลงไป สูงที่สุด 64.30 ระดับการศึกษาตั้งแต่มัธยมศึกษาตอนต้นถึงปริญญาตรี ร้อยละ 27.70 ระดับปริญญาตรี มีเพียง ร้อยละ 8.00 เท่านั้น อย่างไรก็ตาม ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าวมีมากกว่า 26 ปีขึ้นไป จำนวน 148 ราย ร้อยละ 54.01 มีความสัมพันธ์ กับช่วงอายุของเกษตรกร แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์ด้านการทำสวนมะพร้าวกันมาหลายปี เนื่องจากมะพร้าวเป็นพืชที่ดูแลง่าย และสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 1.10 พื้นที่สำรวจจังหวัดชุมพร เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว  
ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดชุมพรจำนวน 274 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก		จำนวน (ราย)	ร้อยละ
พื้นที่สำรวจจังหวัดจังหวัด ชุมพร (อำเภอ)	เมือง	49	17.90
	ท่าแซะ	13	4.74
	ปะทิว	31	11.3
	สวี	52	18.97
	ทุ่งตะโก	46	16.78
	หลังสวน	49	17.88
	พะโต๊ะ	20	7.29
	ละแม	14	5.10
	รวม	274	100.00
เพศ	หญิง	128	46.70
	ชาย	146	53.30
	รวม	274	100.00
อายุ	20-30 ปี	5	1.80
	31-40 ปี	21	7.70
	41-50 ปี	75	27.40
	51 ปีขึ้นไป	173	63.10
	รวม	274	100.00
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 6	107	39.10
	ประถมศึกษาปีที่ 6	69	25.20
	มัธยมศึกษาปีที่ 3.	29	10.60
	มัธยมศึกษาปีที่ 6/ปวช.	28	10.20
	ปวส.	19	6.90
	ปริญญาตรี	22	8.00
	สูงกว่าปริญญาตรี	0	0.00
	รวม	274	100.00
ประสบการณ์การทำสวน มะพร้าว	1-5 ปี	27	9.85
	6-10 ปี	15	5.47
	11-15 ปี	20	7.29
	16-20 ปี	21	7.66
	21-25 ปี	43	15.69
	26 ปีขึ้นไป	148	54.01
	รวม	274	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.5.2 การผลิตมะพร้าวของเกษตรกรจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย

เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในจังหวัดชุมพร จากการสำรวจ จำนวน 274 ราย พบว่าเกษตรกรจังหวัดชุมพรเริ่มปลูกมะพร้าวระหว่าง ปี พ.ศ. 2480-2500 ร้อยละ 0.4 ปลูกมะพร้าวระหว่างปี พ.ศ. 2501-2520 ร้อยละ 21.90 ระหว่าง ปี พ.ศ. 2521-2540 ร้อยละ 18.60 และเริ่มปลูกมะพร้าวปี พ.ศ. 2541 ถึงปีปัจจุบัน ร้อยละ 43.80 โดยเกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวเริ่มต้นน้อยกว่า 5 ไร่ ร้อยละ 45.60 จำนวน 6-10 ไร่ ร้อยละ 39.80 จำนวน 11-15 ไร่ ร้อยละ 6.90 จำนวน 16-20 ไร่ ร้อยละ 4.00 จำนวน 21-25 ไร่ ร้อยละ 0.40 มากกว่า 26 ไร่ขึ้นไป ร้อยละ 3.30 อายุของต้นมะพร้าวน้อยกว่า 40 ปี ร้อยละ 60.20 อายุของต้นมะพร้าว 41-60 ปี สูงที่สุด ร้อยละ 35.80 อายุของต้นมะพร้าว 61-80 ปี ร้อยละ 2.60 อายุของต้นมะพร้าวมากกว่า 81 ปี ร้อยละ 1.50 ปัจจุบันเกษตรกรในจังหวัดชุมพร มีพื้นที่ปลูกมะพร้าว จำนวนน้อยกว่า 5 ไร่ ร้อยละ 43.10 จำนวน 5-10 ไร่ ร้อยละ 33.90 พื้นที่ปลูกมะพร้าว จำนวน 11-15 ไร่ ร้อยละ 9.90 พื้นที่ปลูกมะพร้าว จำนวน 16-20 ไร่ ร้อยละ 6.60 พื้นที่ปลูกมะพร้าว จำนวน 21-25 ไร่ ร้อยละ 0.70 พื้นที่ปลูกมะพร้าวมากกว่า 26 ไร่ ร้อยละ 5.80 เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่มีการโค่นต้นมะพร้าว ร้อยละ 87.20 มีเป้าหมายโค่นทิ้ง ร้อยละ 12.80 โดยส่วนใหญ่โค่นทิ้งช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 80-89 ปี การวิเคราะห์ดินและใบมะพร้าวเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่เคยวิเคราะห์ดินและใบของมะพร้าว ร้อยละ 92.00 และเคยส่งตัวอย่างดินวิเคราะห์ ร้อยละ 1.10 และส่งวิเคราะห์เป็นครั้งคราว ร้อยละ 6.90 โดยนำไปวิเคราะห์ที่หน่วยงานราชการ เช่น สำนักงานพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 1.11)

แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรในจังหวัดชุมพรมีการปลูกมะพร้าว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2480 ถึงปีปัจจุบันปลูกมาสุด ปี พ.ศ. 2541 ถึงปัจจุบัน โดยปลูกมะพร้าวเพิ่มขึ้นทุกปี เมื่อพิจารณาอายุของต้นมะพร้าวส่วนใหญ่มีอายุน้อยกว่า 40 ปี ร้อยละ 60.20 จำนวนพื้นที่ปลูกมะพร้าวของเกษตรกรในปัจจุบัน อยู่ในช่วง 1-10 ไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่มีการโค่นต้นมะพร้าว ร้อยละ 87.20 มีเป้าหมายโค่นทิ้ง ร้อยละ 12.80 เห็นได้ว่าอายุของต้นมะพร้าวของเกษตรกรจังหวัดชุมพรยังมีอายุน้อย เมื่อพิจารณาจำนวนพื้นที่ปลูกมะพร้าวยังเป็นแปลงขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไร่ ทิศทางการเพิ่มจำนวนพื้นที่ปลูกมะพร้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามควรส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาปลูกมะพร้าวเพิ่มขึ้นเพิ่มตอบสนองกับปริมาณความต้องการในระบบอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำมันมะพร้าว

ตารางที่ 1.11 ปี พ.ศ.ที่เริ่มปลูก พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว อายุของต้นมะพร้าว พื้นที่ปลูกมะพร้าว ปัจจุบัน การโค่นทิ้ง การ วิเคราะห์ดินและใบ ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัด ชุมพร จำนวน 274 ราย

	ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ปี พ.ศ.ที่เริ่มปลูก	ระหว่าง พ.ศ.2480-2500	1	0.40
	ระหว่าง พ.ศ.2501-2520	60	21.90
	ระหว่าง พ.ศ. 2521-2540	51	18.60
	ระหว่าง พ.ศ.2541-ปัจจุบัน	120	43.80
	รวม	274	100.00
พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว	น้อยกว่า 5ไร่	125	45.60
	6-10 ไร่	109	39.80
	11-15 ไร่	19	6.90
	16-20 ไร่	11	4.00
	21-25 ไร่	1	0.40
	มากกว่า 26 ไร่	9	3.30
	รวม	274	100.00
อายุของต้นมะพร้าว	น้อยกว่า 40 ปี	165	60.20
	41-60 ปี	98	35.80
	61-80 ปี	7	2.60
	มากกว่า 81 ปี	4	1.50
	รวม	274	100.00
พื้นที่ปลูกมะพร้าวปัจจุบัน	น้อยกว่า 5ไร่	118	43.10
	5-10 ไร่	93	33.90
	11-15 ไร่	27	9.90
	16-20 ไร่	18	6.60
	21-25 ไร่	2	0.70
	มากกว่า 26 ไร่	16	5.80
รวม	274	100.00	
การโค่นทิ้งหรือคาดว่าจะโค่น	ยังไม่มีโค่นทิ้ง	239	87.20
	โค่นทิ้ง	35	12.80
	รวม	274	100.00
การวิเคราะห์ดินและใบ	ไม่เคยวิเคราะห์	252	92.00
	เคยวิเคราะห์	3	1.10
	ส่งวิเคราะห์เป็นครั้งคราว	19	6.90
	รวม	274	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการประกอบกิจการของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในจังหวัดชุมพร จากการสำรวจ จำนวน 274 ราย พบว่า ผู้ทำสวนมะพร้าวเป็นเกษตรกรร้อยละ 96.40 เป็นสมาชิกสหกรณ์ ร้อยละ 2.20 เป็นผู้ประกอบการมะพร้าว ร้อยละ 1.50 โดยเกษตรกรเป็นเจ้าของสวน ร้อยละ 99.30 เป็นผู้จัดการสวน ร้อยละ 0.40 เป็นผู้ดูแลสวน ร้อยละ 0.40 มีอาชีพปลูกมะพร้าวอย่างเดียว ไม่ได้ประกอบกิจการอื่น ร้อยละ 78.50 ปลูกมะพร้าวร่วมกับแปลงเพาะกล้า ร้อยละ 3.30 ปลูกมะพร้าว ร่วมกับการทำปุ๋ย ร้อยละ 15.30 และโรงงานแปรรูปมะพร้าว ร้อยละ 1.10 และประกอบอาชีพอื่น ๆ ร้อยละ 1.80 แปลงปลูกมะพร้าวมีจำนวนพนักงานและลูกจ้างในสวนมะพร้าว 1-5 ราย ร้อยละ 97.40 มีจำนวนมีจำนวนพนักงานร้อยละ 1.30 มีจำนวนพนักงานและลูกจ้างในสวนมะพร้าว 21-30 ราย ร้อยละ 1.30 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลการจัดการ สวนมะพร้าว ร้อยละ 87.20 มีการจดบันทึกข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าว และมีลูกจ้างในสวน มะพร้าว 6-10 ราย ร้อยละ 1.30 มีจำนวนพนักงานและลูกจ้างในสวนมะพร้าว 11-20 ราย ร้อยละ 1.30 มีจัดการสวนมะพร้าวเกี่ยวกับรายรับและรายจ่าย ร้อยละ 12.80 เกษตรกรที่ไม่มีการจด บันทึกข้อมูลเนื่องจากเกษตรกรมองว่าการทำสวนมะพร้าวทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากไม่มีความจำเป็นต้องนำ ข้อมูลมาใช้ และเกษตรกรที่มีการจดบันทึก เนื่องจากเกษตรกรสามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบราคา ผลผลิตที่ผ่านมาและวางแผนจำหน่ายผลผลิต และวางแผนการใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 1.12)

เห็นได้ว่าผู้ทำสวนมะพร้าวส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร ร้อยละ 96.40 เป็นผู้ประกอบการ มะพร้าว ร้อยละ 1.50 เกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวมีการรวมกลุ่มจัดตั้งเป็นสหกรณ์ ร้อยละ 2.20 เป็น เจ้าของสวนมะพร้าว 99.30 และทำอาชีพมะพร้าวเพียงอย่างเดียว ร้อยละ 78.50 และส่วนใหญ่มี จำนวนลูกจ้างในสวนมะพร้าว 1-5 ราย และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลร้อยละ 86.90 แสดงว่าเกษตรกรไม่คำนึงถึงความสำคัญของข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการวางแผนจำหน่ายผลผลิต และต้นทุนการผลิตมะพร้าว และการใส่ปุ๋ยมะพร้าว

ตารางที่ 1.12 ลักษณะการประกอบกิจการ ตำแหน่งของเกษตรกร อาชีพเสริม จำนวนพนักงานและ ลูกจ้างสวนมะพร้าว การจัดบันทึกข้อมูลในสวนและการนำข้อมูลที่จัดบันทึกมาใช้ ประโยชน์ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย

ข้อมูลผู้ปลูกมะพร้าว		จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ลักษณะการประกอบกิจการ	เกษตรกร	264	96.40
	เป็นสมาชิกสหกรณ์	6	2.20
	ผู้ประกอบการสวนมะพร้าว	4	1.50
	<b>รวม</b>	<b>274</b>	<b>100.00</b>
ตำแหน่ง	เจ้าของสวน	272	99.30
	ผู้จัดการฝ่ายสวน	1	0.40
	ผู้ดูแลสวน	1	0.40
	<b>รวม</b>	<b>274</b>	<b>100.00</b>
อาชีพเสริม	ปลูกมะพร้าวอย่างเดียว	215	78.50
	แปลงเพาะ	9	3.30
	ผลิตปุ๋ย	42	15.30
	โรงงานแปรรูปมะพร้าว	3	1.10
	อื่น ๆ	5	1.80
	<b>รวม</b>	<b>274</b>	<b>100.00</b>
จำนวนพนักงานและลูกจ้างสวนมะพร้าว	1-5 ราย	267	97.40
	6-10 ราย	3	1.30
	11-20 ราย	3	1.30
	<b>รวม</b>	<b>274</b>	<b>100.00</b>
การจัดบันทึกข้อมูลการ จัดการสวนมะพร้าวหรือไม่	ไม่มี	239	87.20
	มี	35	12.80
	<b>รวม</b>	<b>274</b>	<b>100.00</b>
นำข้อมูลที่บันทึกมาใช้ ประโยชน์อย่างไร	ไม่มีการนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์	238	86.90
	วางแผนการใส่ปุ๋ย	7	2.60
	เพื่อเปรียบเทียบราคาผลผลิตที่ ผ่านมาและวางแผนจำหน่าย ผลผลิต	25	9.10
	ทบทวนค่าใช้จ่ายและต้นทุนการ ผลิต	2	0.70
	เพื่อเก็บข้อมูลการเก็บเกี่ยวและ วางวิธีการการเก็บเกี่ยวผลผลิต	2	0.70
	<b>รวม</b>	<b>274</b>	<b>100.00</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์มะพร้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกในจังหวัดชุมพร จากการสำรวจจำนวน 274 ราย พบว่าเกษตรกรปลูกมะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง ร้อยละ 93.70 พันธุ์ลูกผสมชุมพร 2 ร้อยละ 4.02 พันธุ์ลูกผสมสวี 2 ร้อยละ 0.37 มะพร้าวน้ำหวาน ร้อยละ 0.37 มะพร้าวน้ำหอม ร้อยละ 2.19 แหล่งที่มาของพันธุ์เกษตรกรคัดเลือกพันธุ์ด้วยตนเอง ร้อยละ 86.50 และซื้อจากเพื่อนบ้าน ร้อยละ 13.50 วิธีการคัดเลือกดูลักษณะผลใหญ่ เนื้อหนา และผลดก ลักษณะข้อที่ลำต้นสั้น ลักษณะการปลูกมะพร้าวของเกษตรกรจังหวัดชุมพร เป็นการปลูกแบบเชิงเดี่ยว ร้อยละ 29.91 ปลูกมะพร้าวแบบผสมผสาน 194 รายร้อยละ 70.80 ชนิดพืชที่ปลูกร่วมกับมะพร้าวได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ทูเรียน มังคุด กาแฟ สะตอ มะนาว ยางพารา กล้าย และหมาก การปลูกมะพร้าวปลูกพื้นที่ราบ ร้อยละ 75.90 ที่ลุ่ม ร้อยละ 7.70 ที่ลาดชัน ร้อยละ 15.70 และปลูกแบบยกร่อง ร้อยละ 0.70 จำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูกน้อยกว่า 20 ต้นต่อไร่ ร้อยละ 20.10 จำนวนต้นมะพร้าวปลูกไร่ละ 20-30 ต้น ร้อยละ 79.92 (ตารางที่ 1.13)

แสดงให้เห็นว่าพันธุ์มะพร้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกในจังหวัดชุมพรจากการสำรวจจำนวน 274 รายส่วนใหญ่เกษตรกรใช้พันธุ์พื้นเมืองที่เกษตรกรคัดเลือกพันธุ์ด้วยตนเอง ร้อยละ 93.07 เกษตรกรยังมีการปลูกพันธุ์ลูกผสมน้อย และพันธุ์ลูกผสมที่เกษตรกรใช้ปลูกเกษตรกรหาซื้อด้วยตนเอง เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนกับพันธุ์พื้นเมืองถือว่ายังต่ำมาก อาจเนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่เริ่มปลูกมะพร้าวกันมาตั้งแต่ปี 2540 พันธุ์ลูกผสมยังหาได้ยาก และเป็นพันธุ์มะพร้าวที่มีผลขนาดกลางยังไม่เป็นที่นิยมของเกษตรกรประกอบกับยังมีจำนวนไม่มากที่ส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปลูก ลักษณะการปลูกส่วนใหญ่ปลูกแบบผสมผสานมากกว่าการปลูกแบบเชิงเดี่ยว ร้อยละ 70.80 ซึ่งเกษตรกรที่ปลูกแบบผสมผสานทำให้เกษตรกรมีรายได้เข้าสู่ครัวเรือนได้หลายทาง และเป็นการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ได้คุ้มค่า หากมะพร้าวราคาตกต่ำไม่ส่งผลกระทบต่อรายได้ ส่วนการปลูกแบบเชิงเดี่ยวมีรายได้จากสวนมะพร้าวเพียงอย่างเดียว การปลูกนิยมปลูกมะพร้าวบริเวณที่ราบ เนื่องจากลักษณะพื้นที่ราบเหมาะสมที่ปลูกมะพร้าวมากที่สุด จำนวนต้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ที่ 20- 30 ต้นต่อไร่ และเกษตรกรที่ปลูกจำนวนต้นต่อไร่ต่ำกว่า 20 ต้น ส่วนใหญ่เป็นการปลูกผสมผสานกับพืชอื่น

ตารางที่ 1.13 พันธุ์มะพร้าว แหล่งพันธุ์มะพร้าว ลักษณะการปลูก ลักษณะพื้นที่ปลูก จำนวนต้นต่อไร่  
ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดชุมพรจำนวน 274 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	
พันธุ์มะพร้าวที่ปลูก	มะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง	255	93.07
	ลูกผสมชุมพร 2	11	4.02
	ลูกผสมสวี 1	1	0.37
	มะพร้าวน้ำหวาน	1	0.37
	มะพร้าวน้ำหอม	6	2.19
	รวม	274	100.0
แหล่งที่มาของพันธุ์มะพร้าวที่ปลูก	ผลิตเอง	237	86.50
	ได้รับจากภาครัฐ	0	0
	ซื้อ	37	13.50
	รวม	274	100.00
ลักษณะการปลูก	สวนเดี่ยว	80	29.19
	สวนผสมผสาน	194	70.80
	รวม	274	100.00
ลักษณะพื้นที่ปลูก	ที่ราบ	208	75.90
	ที่ลุ่ม	21	7.70
	ที่ลาดชัน	43	15.70
	ปลูกแบบยกทรง	2	0.70
	รวม	274	100.00
จำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูกต่อไร่	น้อยกว่า 20 ต้น	55	20.10
	20-30 ต้น	219	79.92
	รวม	274	100.00

เกษตรกรจังหวัดชุมพรจำนวน 274 ราย ปลูกต้นมะพร้าวใช้ระยะห่างระหว่างต้นน้อยกว่า 5 เมตร ร้อยละ 7.70 ระยะห่างระหว่างต้น 6-10 เมตร ร้อยละ 91.60 ปลูกระยะห่างระหว่างต้น 11-15 เมตร ร้อยละ 0.40 และมากกว่า 16 เมตร ร้อยละ 0.40 การใช้ปุ๋ยใส่ต้นมะพร้าว เกษตรกรใส่ปีละครั้ง โดยใช้ปุ๋ยเคมี ร้อยละ 9.48 ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ร้อยละ 28.83 ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ร้อยละ 58.75 ใส่เกลือ ร้อยละ 0.40 และไม่ใช้ปุ๋ย ร้อยละ 2.55 ศัตรูของมะพร้าวที่เจอเป็นแมลงดำหนาม หนอนหัวดำ และด้วงแรด ร้อยละ 60.90 สัตว์ที่ทำความเสียหายให้ผลมะพร้าว ได้แก่ กระจอก ร้อยละ 5.50 เป็นโรค ร้อยละ 1.10 และไม่เจอโรค แมลง และศัตรู ร้อยละ 32.50 การเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรส่วนใหญ่จ้างเก็บมะพร้าวโดยใช้แรงงานคนสอยและลำเลียงจากต้น ร้อยละ 21.50 ใช้แรงงานสัตว์เก็บเกี่ยวโดยใช้ลิงกัง ร้อยละ 55.10 เหมาสวน ร้อยละ 16.80 จ้างรายเดือน ร้อยละ 5.80 และเกษตรกรสอยด้วยตนเอง ร้อยละ 0.70 (ตารางที่ 1.14)

แสดงให้เห็นว่า ระยะห่างระหว่างต้นมีความสัมพันธ์กับพันธุ์และลักษณะการปลูกมะพร้าว เกษตรกรที่ใช้ระยะห่างระหว่างต้นต่ำเป็นการปลูกมะพร้าวน้ำหอม และมะพร้าวน้ำหวาน ส่วนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองใช้ระยะปลูก 6-10 เมตร เกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวจังหวัดชุมพรส่วนใหญ่มีการให้ปุ๋ยแก่ต้นมะพร้าว ร้อยละ 97.46 โดยใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์สูงสุด 58.70 ที่ไม่มีการให้ปุ๋ยมีเพียง ร้อยละ 2.55 วิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตของเกษตรกรจังหวัดชุมพรส่วนใหญ่ใช้คนสอยมากกว่าใช้ลิงกัง ใช้คนสอย และจ้างเหมาสวน อาจเนื่องจากมะพร้าวยังมีอายุน้อย

ตารางที่ 1.14 ระยะห่างระหว่างต้น การให้ปุ๋ย ศัตรูของมะพร้าว และวิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก		จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ระยะห่างระหว่างต้น	น้อยกว่า 5 เมตร	21	7.70
	6-10 เมตร	251	91.60
	11-15 เมตร	1	0.40
	มากกว่า 16 เมตร	1	0.40
	รวม	274	100.00
การให้ปุ๋ย	ไม่ใช้ปุ๋ย	7	2.55
	ใช้ปุ๋ยเคมี	26	9.48
	ใช้ปุ๋ยอินทรีย์	79	28.83
	ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์	161	58.75
	ใช้เกลือ	1	0.40
	รวม	274	100.00
ศัตรูของมะพร้าวที่พบ	ไม่มีศัตรู	89	32.50
	โรค	3	1.10
	แมลง	167	60.90
	สัตว์	15	5.50
	รวม	274	100.00
วิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าว	ไม่ได้จ้าง	2	0.70
	ใช้แรงงานรายสอย/ขน	59	21.50
	ใช้แรงงานสัตว์(ลิงกัง)	151	55.10
	เหมาสวน	46	16.80
	จ้างรายเดือน	16	5.80
	รวม	274	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำหน่ายผลผลิตของมะพร้าวหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย จำหน่ายให้พ่อค้าที่มารับซื้อในสวน ร้อยละ 99.30 และจำหน่ายให้โรงงานแปรรูป ร้อยละ 0.70 ลักษณะการจำหน่ายผลผลิตจำหน่ายในลักษณะผล (ใหญ่ กลาง เล็ก) ร้อยละ 87.59 จำหน่ายลักษณะมะพร้าวแห้ง ร้อยละ 7.66 และจำหน่ายในลักษณะอื่น ๆ (แปรรูปมะพร้าวขาวและสกัดเย็น) ร้อยละ 1.09 ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิต 1-2 บาทต่อผล ร้อยละ 99.27 ราคา 3 บาท ร้อยละ 0.83 ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผลทั้งปี 10-15 บาทต่อผล ร้อยละ 31.02 ราคา 16-20 บาทต่อผล ร้อยละ 2.92 เกษตรกรไม่มีการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว ร้อยละ 72.30 ใช้ประโยชน์จากเปลือกมะพร้าว ร้อยละ 18.60 กะลามะพร้าว ร้อยละ 2.90 เนื้อมะพร้าว ร้อยละ 3.30 (ตารางที่ 1.15)

ช่องทางที่สะดวกในการรับข้อมูลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนา เกษตรกรมีความสะดวกในการรับข้อมูลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนาผ่านทางโทรทัศน์ ร้อยละ 30.65 วิทยุ ร้อยละ 28.10 จดหมาย ร้อยละ 26.27 เว็บไซต์ ร้อยละ 1.50 ป้ายผ้า ร้อยละ 4.70 ผู้ใหญ่บ้านจากการประชุมหมู่บ้าน ร้อยละ 4.40 ผ่านทางเจ้าหน้าที่ส่งเสริมทางการเกษตร ร้อยละ 2.60 แผ่นพับ/ใบปลิว ร้อยละ 1.10 (ตารางที่ 1.16)

แสดงให้เห็นว่าการจำหน่ายผลผลิตของเกษตรกรจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย จำหน่ายให้พ่อค้าที่มารับซื้อถึงสวน ร้อยละ 99.30 โดยคัดขนาดผลใหญ่ กลาง และเล็ก เกษตรกร ค่าเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวส่วนใหญ่ราคาผลละ 1-2 บาท ร้อยละ 99.27 ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผลทั้งปี ราคาผลละ 10-15 บาท และจำหน่ายในราคา 6-20 บาทต่อผล ร้อยละ 2.92 เท่านั้น เกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย ส่วนใหญ่จำหน่ายลักษณะของผลการนำส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวมาใช้ประโยชน์จึงมีน้อย

ตารางที่ 1.15 รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตที่เก็บเกี่ยว ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังเก็บเกี่ยว ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อผล ราคาจำหน่ายผลผลิตต่อผล การใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	
รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตจากการเก็บเกี่ยว	จำหน่ายพ่อค้า	272	99.30
	จำหน่ายให้โรงงานแปรรูป	2	0.70
	รวม	274	100.00
ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังการเก็บเกี่ยว	ทั้งผล	240	87.59
	มะพร้าวแห้ง	21	7.66
	อื่น ๆ (แปรรูปมะพร้าวขาวและสกัดเย็น)	3	1.09
	รวม	274	100.00
ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อผล	1-2 บาท	272	99.27
	3 บาท	2	0.83
	รวม	274	100.00
ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผลทั้งปี	10-15 บาท	85	31.02
	16-20 บาท	8	2.92
	รวม	274	100.00
การใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว	ไม่มีการใช้ประโยชน์	198	72.30
	เปลือกมะพร้าว	51	18.60
	กะลามะพร้าว	8	2.90
	เนื้อมะพร้าว	9	3.30
	อื่น ๆ	8	2.90
	รวม	274	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.16 ช่องทางการรับรู้ข่าวสารของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดชุมพร จำนวน 274 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
จดหมาย	72	26.27
วิทยุ	77	28.10
โทรทัศน์	84	30.65
Email	3	1.10
เว็บไซต์	4	1.50
ป้ายผ้า	13	4.70
ผู้ใหญ่บ้าน, ประชุมหมู่บ้าน	12	4.40
เจ้าหน้าที่ส่งเสริมทางการเกษตร	7	2.60
แผ่นพับ/ใบปลิว	3	1.10
รวม	274	100.00

### 1.5.3 การสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าว จังหวัดชุมพร

จากการสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่จังหวัด ชุมพร จำนวน 274 ราย เกษตรกรมีความพึงพอใจในการประกอบอาชีพทำสวนมะพร้าว และตลาดของมะพร้าวด้านราคาในภาพรวมเฉลี่ย 3.6 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก มีความพึงพอใจเกี่ยวกับพันธุ์มะพร้าวที่ใช้ปลูกอยู่ปัจจุบันในระดับมากเฉลี่ย 3.8 คะแนน ปริมาณผลผลิตที่ได้รับเกษตรกรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากเฉลี่ย 3.6 คะแนน รูปแบบการจำหน่ายเกษตรกรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ย 3.5 คะแนน ราคาที่จำหน่ายในปัจจุบันเกษตรกรมีความพึงพอใจมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.8 คะแนน และเกษตรกรมีความพึงพอใจปานกลางจากการส่งเสริมการปลูกมะพร้าวของหน่วยงานภาครัฐ 3.3 คะแนน (ตารางที่ 1.17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.17 แสดงความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าว

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ					รวม	x	S.D.	แปลผล
	5	4	3	2	1				
1. พันธุ์ที่ใช้ปลูกอยู่ปัจจุบัน	29	170	66	9	0	274	3.8	0.7	มาก
2. ปริมาณผลผลิตที่ได้รับ	17	146	100	10	1	274	3.6	0.7	มาก
3. รูปแบบการจำหน่าย	20	110	136	7	1	274	3.5	0.7	ปานกลาง
4. ราคาที่ท่านจำหน่าย	42	147	70	14	1	274	3.8	0.8	มาก
5. การส่งเสริมการปลูกมะพร้าวจากหน่วยงานภาครัฐ	20	115	94	27	18	274	3.3	1.0	ปานกลาง
รวม							3.6	0.1	มาก

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้กำหนดระดับค่าคะแนนในการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (ผู้ตอบแบบประเมินมีจำนวนทั้งสิ้น 274 ราย)

ระดับคะแนน 5 ช่วงคะแนน 4.51 ขึ้นไป มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด  
 ระดับคะแนน 4 ช่วงคะแนน 3.51-4.50 มีระดับความพึงพอใจมาก  
 ระดับคะแนน 3 ช่วงคะแนน 2.51-3.50 มีระดับความพึงพอใจปานกลาง  
 ระดับคะแนน 2 ช่วงคะแนน 1.51-2.50 มีระดับความพึงพอใจน้อย  
 ระดับคะแนน 1 ช่วงคะแนน 1.00-1.50 มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 ข้อมูลเกษตรกรด้านการผลิตจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย

### 1.6.1 ข้อมูลเกษตรกร

ผลการสัมภาษณ์ผู้ปลูกมะพร้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานี ในพื้นที่ 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง จำนวน 25 ราย ร้อยละ 30.50 อำเภอเกาะพะงัน จำนวน 46 ราย ร้อยละ 56.10 อำเภอกาญจนดิษฐ์ จำนวน 6 ราย ร้อยละ 7.30 อำเภอดอนสัก จำนวน 5 ราย ร้อยละ 6.10 ผลการสัมภาษณ์ผู้ปลูกมะพร้าวทั้ง 4 อำเภอ พบว่า เกษตรกรผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย 35 ราย ร้อยละ 42.70 เป็นเพศหญิง จำนวน 47 ราย ร้อยละ 57.30 มีอายุช่วง 31-40 ปี จำนวน 2 ราย ร้อยละ 2.40 ช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 15 ราย ร้อยละ 18.30 และอายุมากกว่า 51 ปี จำนวน 65 ราย ร้อยละ 79.30 ระดับการศึกษาต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 16 ราย ร้อยละ 19.50 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 19 ราย จำนวน 19 ราย ร้อยละ 23.20 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 ราย ร้อยละ 9.80 มัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) จำนวน 18 ราย ร้อยละ 22.00 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จำนวน 20 ราย ร้อยละ 24.40 ระดับปริญญาตรี จำนวน 1 ราย ร้อยละ 1.20 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 26 ปีขึ้นไป จำนวน 25 ราย ร้อยละ 30.50 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 21-25 ปี จำนวน 26 ราย ร้อยละ 31.70 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 16-20 ปี จำนวน 22 ราย ร้อยละ 26.8 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 11-15 ปี จำนวน 2 ราย ร้อยละ 2.40 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 6-10 ปี จำนวน 4 ราย ร้อยละ 4.90 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 1-5 ปี จำนวน 3 ราย ร้อยละ 3.70 (ตารางที่ 1.18)

แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรทำสวนมะพร้าวส่วนใหญ่ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี เข้าสู่วัยผู้สูงอายุ โดยมีอายุมากกว่า 51 ปี จำนวน 65 ราย ร้อยละ 79.30 และอยู่ในช่วงวัยทำงานที่มีอายุช่วง 31-50 ปี จำนวน 17 ราย ร้อยละ 20.70 ระดับการศึกษาของเกษตรกรประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงระดับปริญญาตรีสูงร้อยละ 79.40 ซึ่งมีการศึกษาระดับปริญญาตรีเพียง ร้อยละ 1.20 แต่ระดับการศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 6 มีเพียง ร้อยละ 19.50 อย่างไรก็ตามประสบการณ์การทำสวนมะพร้าวมีมากกว่า 26 ปีขึ้นไป จำนวน 25 ราย ร้อยละ 30.50 มีประสบการณ์ 16-25 ปี ร้อยละ 58.50 แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์ด้านการทำสวนมะพร้าวกันมาหลายปี เนื่องจากมะพร้าวเป็นพืชที่ดูแลง่าย และสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 1.18 พื้นที่สำรวจจังหวัดสุราษฎร์ธานี เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์การทำสวน  
มะพร้าวของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก		จำนวน (ราย)	ร้อยละ
พื้นที่สำรวจจังหวัดจังหวัด สุราษฎร์ธานี (อำเภอ)	เมือง	25	30.50
	เกาะพะงัน	46	56.10
	กาญจนดิษฐ์	6	7.30
	ดอนสัก	5	6.10
	<b>รวม</b>	<b>82</b>	<b>100.0</b>
เพศ	หญิง	47	57.30
	ชาย	35	42.70
	<b>รวม</b>	<b>82</b>	<b>100.0</b>
อายุ	20-30 ปี	0	0.00
	31-40 ปี	2	2.40
	41-50 ปี	15	18.30
	51 ปีขึ้นไป	65	79.30
	<b>รวม</b>	<b>82</b>	<b>100.0</b>
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 6	16	19.50
	ประถมศึกษาปีที่ 6	19	23.20
	มัธยมศึกษาปีที่ 3.	8	9.80
	มัธยมศึกษาปีที่ 6/ปวช.	18	22.00
	ปวส.	20	24.40
	ปริญญาตรี	1	1.20
	<b>รวม</b>	<b>82</b>	<b>100.0</b>
ประสบการณ์การทำสวน มะพร้าว	1-5 ปี	3	3.70
	6-10 ปี	4	4.90
	11-15 ปี	2	2.40
	16-20 ปี	22	26.80
	21-25 ปี	26	31.70
	26 ปีขึ้นไป	25	30.50
	<b>รวม</b>	<b>82</b>	<b>100.0</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.6.2 การผลิตมะพร้าวของเกษตรกรจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย

เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย เริ่มปลูกมะพร้าว ตั้งแต่ปี 2480 ร้อยละ 37.80 ปลูกมะพร้าวระหว่าง ปี พ.ศ.2481-2500 ร้อยละ 45.10 ปลูกมะพร้าว ระหว่างปี พ.ศ. 2501-2520 ร้อยละ 14.60 ระหว่าง ปี พ.ศ. 2521-2540 ร้อยละ 1.20 และปลูก มะพร้าวปี พ.ศ. 2541 ถึงปัจจุบัน ร้อยละ 1.20 โดยเกษตรกรส่วนใหญ่เริ่มปลูกมะพร้าวใช้พื้นที่เริ่มต้น น้อยกว่า 5 ไร่ ร้อยละ 37.80 พื้นที่ 6-10 ไร่ ร้อยละ 45.10 พื้นที่ 11-15 ไร่ ร้อยละ 14.60 พื้นที่ 16-20 ไร่ ร้อยละ 1.20 พื้นที่ 21-25 ไร่ ร้อยละ 1.20 อายุของต้นมะพร้าวอยู่ในช่วง 41-60 ปี ร้อยละ 81.70 และอายุของต้นมะพร้าว 61-80 ปี ร้อยละ 18.30 ปัจจุบันเกษตรกรจังหวัดสุราษฎร์ธานี มี พื้นที่ปลูกมะพร้าวน้อยกว่า 5 ไร่ ร้อยละ 35.40 จำนวน 6-10 ไร่ ร้อยละ 45.10 พื้นที่ปลูกมะพร้าว จำนวน 11-15 ไร่ ร้อยละ 14.60 พื้นที่ปลูกมะพร้าว จำนวน 16-20 ไร่ ร้อยละ 2.40 พื้นที่ปลูก มะพร้าว จำนวน 21-25 ไร่ ร้อยละ 2.40 เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่มีการโค่นต้นมะพร้าว ร้อยละ 100 การวิเคราะห์ดินและใบมะพร้าวเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่เคยวิเคราะห์ดินและใบของมะพร้าว ร้อยละ 95.10 และเคยส่งตัวอย่างดินวิเคราะห์ ร้อยละ 4.90 โดยนำไปวิเคราะห์ที่หน่วยงานราชการ เช่น สำนักงานพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 1.19)

แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีการปลูกมะพร้าวตั้งแต่ปี พ.ศ.2480 ร้อย ละ 37.80 ปลูกมาสุด ปี พ.ศ. 2481-2500 ร้อยละ 45.10 และปลูกมะพร้าวน้อยสุด ปี พ.ศ. 2521 - ปัจจุบัน ร้อยละ 1.20 เมื่อพิจารณาอายุของต้นมะพร้าวส่วนใหญ่อายุอยู่ในช่วง 41-60 ปี ร้อยละ 81.70 เกษตรกรยังไม่มีการโค่นต้นมะพร้าว ร้อยละ 100 เห็นได้ว่าอายุของต้นมะพร้าวส่วนใหญ่อยู่ใน ช่วงอายุ 41-60 ปี ซึ่งอีกไม่กี่ปีต้องโค่นทิ้ง และเมื่อพิจารณาจำนวนการปลูกมะพร้าว ปี พ.ศ. 2541 ถึงปัจจุบัน ร้อยละ 1.20 มีการปลูกน้อย หากไม่เร่งปลูกทดแทนส่งผลให้เกิดปัญหาขาดแคลน มะพร้าวได้

ตารางที่ 1.19 ปี พ.ศ.ที่เริ่มปลูก พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว อายุของต้นมะพร้าว พื้นที่ปลูกมะพร้าว ปัจจุบัน การโค่นทิ้ง การ วิเคราะห์ดินและใบ ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย

	ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ปี พ.ศ.ที่เริ่มปลูก	ก่อน พ.ศ.2480	31	37.80
	ระหว่าง พ.ศ.2481-2500	37	45.10
	ระหว่าง พ.ศ.2501-2520	12	14.6
	ระหว่าง พ.ศ. 2521-2540	1	1.20
	ระหว่าง พ.ศ.2541-ปัจจุบัน	1	1.20
	<b>รวม</b>	<b>82</b>	<b>100.0</b>
พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว	น้อยกว่า 5ไร่	31	37.80
	6-10 ไร่	37	45.10
	11-15 ไร่	12	14.60
	16-20 ไร่	1	1.20
	21-25 ไร่	1	1.20
	มากกว่า 26 ไร่	0	0.00
	<b>รวม</b>	<b>82</b>	<b>100.0</b>
อายุของต้นมะพร้าว	น้อยกว่า 40 ปี	0	0.00
	41-60 ปี	67	81.70
	61-80 ปี	15	18.30
	มากกว่า 81 ปี	0	0.00
	<b>รวม</b>	<b>82</b>	<b>100.0</b>
พื้นที่ปลูกมะพร้าวปัจจุบัน	น้อยกว่า 5ไร่	29	35.40
	6-10 ไร่	37	45.10
	11-15 ไร่	12	14.60
	16-20 ไร่	2	2.40
	21-25 ไร่	2	2.40
	มากกว่า 26 ไร่	0	0.00
	<b>รวม</b>	<b>82</b>	<b>100.0</b>
การโค่นทิ้งหรือคาดว่าจะโค่น	ยังไม่มีโค่นทิ้ง	82	100.00
	โค่นทิ้ง	0	0.00
	<b>รวม</b>	<b>82</b>	<b>100.0</b>
การวิเคราะห์ดินและใบ	ไม่เคยวิเคราะห์	78	95.10
	เคยวิเคราะห์	4	4.90
	<b>รวม</b>	<b>82</b>	<b>100.0</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการประกอบกิจการของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว เป็นเกษตรกร ร้อยละ 100.00 โดยเกษตรกรเป็นเจ้าของสวน ร้อยละ 100.00 มีอาชีพปลูกมะพร้าวอย่างเดียว ไม่ได้ประกอบกิจการอื่น ร้อยละ 72.00 ปลูกมะพร้าวร่วมกับแปลงเพาะกล้า ร้อยละ 3.70 ปลูกมะพร้าวร่วมกับการทำปุ๋ย ร้อยละ 24.40 แปลงปลูกมะพร้าวมีจำนวนพนักงานและลูกจ้างในสวนมะพร้าว 1-5 ราย ร้อยละ 100.00 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าว ร้อยละ 4.87 มีการจดบันทึกข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าว ร้อยละ 95.12 ส่วนใหญ่มีการจดบันทึกเพื่อนำมาใช้ในการจัดการ เกี่ยวกับการวางแผนการใส่ปุ๋ย ร้อยละ 31.70 และเป็นจดบันทึกเพื่อการเปรียบเทียบผลผลิตและการวางแผนการจำหน่ายผลผลิต ร้อยละ 63.40 (ตารางที่ 1.20)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.20 ลักษณะการประกอบกิจการ ตำแหน่งของเกษตรกร อาชีพเสริม จำนวนพนักงานและ ลูกจ้างสวนมะพร้าว การจัดบันทึกข้อมูลในสวนและการนำข้อมูลที่จัดบันทึกมาใช้ ประโยชน์ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย

ข้อมูลผู้ปลูกมะพร้าว		จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ลักษณะการประกอบกิจการ	เกษตรกร	82	100.0
	เป็นสมาชิกสหกรณ์	0	0
	ผู้ประกอบการสวนมะพร้าว	0	0
	รวม	82	100.0
ตำแหน่ง	เจ้าของสวน	82	100.0
	ผู้จัดการฝ่ายสวน	0	0.00
	ผู้ดูแลสวน	0	0.00
	รวม	82	100.0
อาชีพเสริม	ไม่ได้ประกอบกิจการอื่น ๆ	59	72.0
	แปลงเพาะ	3	3.7
	ผลิตปุ๋ย	20	24.4
	โรงงานแปรรูปมะพร้าว	0	0.0
	อื่น ๆ	0	0.00
	รวม	82	100.0
จำนวนพนักงานและลูกจ้างสวนมะพร้าว	1-5 ราย	82	100.0
	6-10 ราย	0	0.00
	11-20 ราย	0	0.00
	21-30 ราย	0	0.00
	รวม	82	100.0
การจัดบันทึกข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าวหรือไม่	ไม่มี	4	4.87
	มี	78	95.12
	รวม	82	82.00
นำข้อมูลที่บันทึกมาใช้ประโยชน์อย่างไร	ไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์	3	3.70
	วางแผนการใส่ปุ๋ย เพื่อจัดการการปลูกให้เหมาะสม	26	31.70
	เปรียบเทียบผลผลิตที่ผ่านมาและวางแผนจำหน่ายผลผลิต	52	63.40
	ทบทวนค่าใช้จ่ายและต้นทุนการผลิต	1	1.20
	รวม	82	100.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์มะพร้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นมะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง ร้อยละ 100.00 โดยเกษตรกรคัดเลือกพันธุ์ด้วยตนเอง ร้อยละ 100.00 วิธีการคัดเลือกดูลักษณะผลใหญ่ เนื้อหนา และผลดก ลักษณะข้อที่ลำต้นสั้น ลักษณะการปลูกรมะพร้าวของเกษตรกรจังหวัดชุมพร เป็นการปลูกแบบเชิงเดี่ยว ร้อยละ 100.00 ไม่มีการปลูกรมะพร้าวแบบผสมผสาน การปลูกรมะพร้าวปลูกพื้นที่ราบ ร้อยละ 62.20 ที่ลุ่ม ร้อยละ 36.60 ที่ลาดชัน ร้อยละ 1.20 จำนวนต้นมะพร้าวปลูกไร่ละ 20-30 ต้น ร้อยละ 57.31 จำนวนน้อยกว่า 20 ต้นต่อไร่ ร้อยละ 42.68 เกษตรกรปลูกต้นมะพร้าวมีระยะห่างระหว่างต้น 6-10 เมตร ร้อยละ 51.20 ปลูกระยะห่างระหว่างต้น 11-15 เมตร ร้อยละ 48.80 การใช้ปุ๋ยใส่ต้นมะพร้าว เกษตรกรใส่ปีละครั้ง โดยใช้ปุ๋ยเคมี ร้อยละ 56.10 ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ร้อยละ 42.70 และไม่ใช้ปุ๋ย ร้อยละ 1.20 ศัตรูของมะพร้าวที่เจอเป็นแมลงดำหนาม หนอนหัวดำและด้วงแรด ร้อยละ 81.70 และไม่เจอโรค แมลง และศัตรู ร้อยละ 18.30 การเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรส่วนใหญ่จ้างเก็บมะพร้าวโดยการใช้แรงงานคนสอยและลำเลียงจากต้น ร้อยละ 47.60 ใช้แรงงานสัตว์เก็บเกี่ยวโดยใช้ลิงกัง ร้อยละ 52.40 (ตารางที่ 1.21)

แสดงให้เห็นว่าพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปลูกมะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองของ เกาะสมุยเป็นพันธุ์มะพร้าวที่มีชื่อเสียงด้านคุณภาพทั้งผลใหญ่ เนื้อหนา และมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง เกษตรกรจึงนิยมปลูก เกษตรกรปลูกรมะพร้าวแบบเชิงเดี่ยว มีรายได้จากสวนมะพร้าวทางเดียว เป็นการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ได้ไม่คุ้มค่า และหากมะพร้าวราคาตกต่ำส่งผลกระทบต่อรายได้ เนื่องจากการปลูกแบบเชิงเดี่ยวมีรายได้จากสวนมะพร้าวเพียงอย่างเดียว ส่วนใหญ่เกษตรกรปลูกรมะพร้าวบริเวณที่ราบ เนื่องจากลักษณะพื้นที่ราบเหมาะสมที่จะปลูกรมะพร้าวมากที่สุด เกษตรกรใช้ระยะห่างระหว่างต้นมีความสัมพันธ์กับพันธุ์และลักษณะการปลูกรมะพร้าว โดยใช้ระยะปลูก 6-10 เมตร และ 11-15 เมตร เนื่องจากเกษตรกรปลูกรมะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง เกษตรกรให้ปุ๋ยต้นมะพร้าว ร้อยละ 98.80 ไม่มีการให้ปุ๋ยเพียง ร้อยละ 1.20 โดยใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ วิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตของเกษตรกรจังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนใหญ่ใช้คนสอยและใช้ลิงกัง อาจเนื่องจากมะพร้าวมีอายุไม่มาก

ตารางที่ 1.21 พันธุ์มะพร้าว แหล่งพันธุ์มะพร้าว ลักษณะการปลูก ลักษณะพื้นที่ปลูก จำนวนต้นต่อไร่ ระยะห่างระหว่างต้น การใช้ปุ๋ย ศัตรูของมะพร้าว และวิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	
พันธุ์มะพร้าวที่ปลูก	มะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง	82	100.00
	รวม	82	100.00
แหล่งที่มาของพันธุ์มะพร้าวที่ปลูก	ผลิตเอง	82	100.00
	รวม	82	100.00
ลักษณะการปลูก	สวนเดี่ยว	82	100.00
	รวม	82	100.00
ลักษณะพื้นที่ปลูก	ที่ราบ	51	62.2
	ที่ลุ่ม	30	36.6
	ที่ลาดชัน	1	1.2
	อื่น ๆ	0	0.0
	รวม	82	100.0
จำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูกต่อไร่	น้อยกว่า 20 ต้น	35	42.68
	20-30 ต้น	47	57.31
	รวม	82	100.0
ระยะห่างระหว่างต้น	น้อยกว่า 5 เมตร	0	0.0
	6-10 เมตร	42	51.2
	11-15 เมตร	40	48.8
	มากกว่า 15 เมตร	0	0.0
	รวม	82	100.0
การใช้ปุ๋ย	ไม่ใช้ปุ๋ย	1	1.2
	ใช้ปุ๋ยเคมี	46	56.1
	ใช้ปุ๋ยอินทรีย์	35	42.7
	รวม	82	100.0
ศัตรูของมะพร้าวที่พบ	ไม่มีศัตรู	15	18.3
	โรค	0	0.0
	แมลง	67	81.7
	สัตว์	0	0.0
	รวม	82	100.0
วิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าว	ใช้แรงงานราย	39	47.6
	ใช้แรงงานสัตว์ (ลิงกัง)	43	52.4
	อื่น ๆ	0	0.0
	รวม	82	100.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำหน่ายผลผลิตของมะพร้าวหลังการเก็บเกี่ยว จำหน่ายให้พ่อค้าที่มารับซื้อในสวน ร้อยละ 100.00 ลักษณะการจำหน่ายผลผลิตจำหน่ายในลักษณะผล (ใหญ่ กลาง เล็ก) ร้อยละ 100.00 ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิต 1-2 บาทต่อผล ร้อยละ 100.00 ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผลทั้งปี 10-15 บาท ร้อยละ 48.78 ราคา 16-20 บาทต่อผล ร้อยละ 51.22 เกษตรกรไม่มีการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว ร้อยละ 100.00 ช่องทางที่สะดวกในการรับซื้อผลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนา เกษตรกรมีความสะดวกในการรับซื้อผลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนาผ่านทางจดหมายวิทยุ และโทรทัศน์ ร้อยละ 100.00 (ตารางที่ 1.22)

แสดงให้เห็นว่าการจำหน่ายผลผลิตของเกษตรกรจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย จำหน่ายให้พ่อค้าที่มารับซื้อถึงสวน ค่าเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวราคาผลละ 1-2 บาท ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผล ราคาผลละ 10-20 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ค่อนข้างสูง เกษตรกรไม่มีการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว เนื่องจากเกษตรกรขายในลักษณะของผล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.22 รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตที่เก็บเกี่ยว ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังเก็บเกี่ยว ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อผล ราคาจำหน่ายผลผลิตต่อผล การใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวและช่องทางการรับรู้ข่าวสาร ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	
รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตจากการเก็บเกี่ยว	จำหน่ายพ็อค้า	82	100.0
	จำหน่ายให้โรงงานแปรรูป	0	0.00
	รวมกลุ่มกันจำหน่าย (สหกรณ์)	0	0.00
	รวม	82	100.0
ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังการเก็บเกี่ยว	ทั้งผล	82	100.0
	มะพร้าวแห้ง	0	0.0
	อื่น ๆ	0	0.0
	รวม	82	100.0
ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อผล	1-2 บาท	82	100.00
	3-4 บาท	0	0
	5 บาท	0	0
	รวม	82	100.00
ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผล	10-15 บาท	40	48.78
	16-20 บาท	42	51.22
	มากกว่า 20 บาท	0	0
	รวม	82	100.00
การใช้ประโยชน์จากส่วนอื่นๆ ของมะพร้าว	ไม่มีการใช้ประโยชน์	82	100.0
	เปลือกมะพร้าว	0	0.0
	อื่น ๆ	0	0.0
	รวม	82	100.00
ช่องทางที่สะดวกในการรับข้อมูลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนา	จดหมาย วิทยุ โทรทัศน์	82	100.00
	รวม	82	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.6.3 การสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าว จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย

จากการสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย เกษตรกรมีความพึงพอใจในการประกอบอาชีพทำสวนมะพร้าว และตลาดของมะพร้าวด้านราคาในภาพรวมเฉลี่ย 4.6 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด พันธุ์มะพร้าวที่เกษตรกรปลูกปัจจุบันเกษตรกรมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดเฉลี่ย 5.0 คะแนน ปริมาณผลผลิตที่ได้รับอยู่ในระดับมากที่สุดเฉลี่ย 4.4 คะแนน รูปแบบการจำหน่ายความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดเฉลี่ย 4.5 คะแนน ราคาที่จำหน่ายในปัจจุบันเกษตรกรมีความพึงพอใจมากที่สุดเฉลี่ย 4.6 คะแนน เกษตรกรมีความพึงพอใจมากต่อการส่งเสริมการปลูกมะพร้าวของหน่วยงานภาครัฐเฉลี่ย 4.5 คะแนน (ตารางที่ 1.23)

ตารางที่ 1.23 แสดงความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 82 ราย

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ					รวม	x	S.D.	แปลผล
	5	4	3	2	1				
1. พันธุ์ที่ใช้ปลูกอยู่ปัจจุบัน	79	3	0	0	0	82	5.0	0.2	มากที่สุด
2. ปริมาณผลผลิตที่ได้รับ	36	46	0	0	0	82	4.4	0.5	มาก
3. รูปแบบการจำหน่าย	42	40	0	0	0	82	4.5	0.5	มาก
4. ราคาที่ท่านจำหน่าย	46	36	0	0	0	82	4.6	0.5	มากที่สุด
5. การส่งเสริมการปลูกมะพร้าวจากหน่วยงานภาครัฐ	45	37	0	0	0	82	4.5	0.5	มาก
	รวม						4.6	0.1	มากที่สุด

**หมายเหตุ** ผู้ศึกษาได้กำหนดระดับค่าคะแนนในการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (ผู้ตอบแบบประเมินมีจำนวนทั้งสิ้น 82 ราย)

- ระดับคะแนน 5 ช่วงคะแนน 4.51 ขึ้นไป มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด
- ระดับคะแนน 4 ช่วงคะแนน 3.51-4.50 มีระดับความพึงพอใจมาก
- ระดับคะแนน 3 ช่วงคะแนน 2.51-3.50 มีระดับความพึงพอใจปานกลาง
- ระดับคะแนน 2 ช่วงคะแนน 1.51-2.50 มีระดับความพึงพอใจน้อย
- ระดับคะแนน 1 ช่วงคะแนน 1.00-1.50 มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.7 ข้อมูลเกษตรกรด้านการผลิตจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย

### 1.7.1 ข้อมูลเกษตรกร

ผลการสัมภาษณ์ผู้ปลูกมะพร้าวจังหวัดระนอง พื้นที่ 1 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง จำนวน 7 ราย ร้อยละ 100.00 พบว่า เกษตรกรผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 6 ราย ร้อยละ 85.70 เป็นเพศชาย จำนวน 1 ราย ร้อยละ 14.30 มีอายุมากกว่า 51 ปี จำนวน 4 ราย ร้อยละ 57.10 ช่วงอายุ 40-50 ปี จำนวน 3 ราย ร้อยละ 42.90 ระดับการศึกษาต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 ราย ร้อยละ 85.70 ประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ราย ร้อยละ 14.30 ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว 26 ปีขึ้นไป จำนวน 7 ราย ร้อยละ 100.00 (ตารางที่ 1.24)

แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรทำสวนมะพร้าวในพื้นที่จังหวัดระนอง มีเฉพาะอำเภอเมือง ที่มีผู้ทำสวนมะพร้าวเพียง 7 ราย ส่วนใหญ่อายุอยู่ในช่วง 40 ปีขึ้นไป มีระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และต่ำกว่าชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสบการณ์การทำสวนมะพร้าวมีมากกว่า 26 ปีขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์ด้านการทำสวนมะพร้าวกันมาหลายปี เนื่องจากมะพร้าวเป็นพืชที่ดูแลง่าย และสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 1.24 พื้นที่สำรวจจังหวัดระนอง เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าวของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย

	ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
พื้นที่สำรวจจังหวัดจังหวัด ระนอง (อำเภอ)	เมือง	7	100.00
	รวม	7	100.00
เพศ	หญิง	6	85.70
	ชาย	1	14.30
	รวม	7	100.00
อายุ	21-30 ปี	0	0
	41-50 ปี	3	42.90
	51 ปีขึ้นไป	4	57.10
	รวม	7	100.00
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 6	6	85.70
	ประถมศึกษาปีที่ 6	1	14.30
	รวม	7	100.00
ประสบการณ์การทำสวน มะพร้าว	21-25 ปี	0	0
	26 ปีขึ้นไป	7	100.00
	รวม	7	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.7.2 การผลิตมะพร้าวของเกษตรกรจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย

เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย เริ่มปลูกมะพร้าวระหว่างปี พ.ศ. 2501-2520 ร้อยละ 28.60 ระหว่าง ปี พ.ศ. 2520-2540 ร้อยละ 71.40 โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ เริ่มปลูกมะพร้าวใช้พื้นที่เริ่มต้นน้อยกว่า 5 ไร่ ร้อยละ 57.10 พื้นที่ 6-10 ไร่ ร้อยละ 28.60 พื้นที่ 16-20 ไร่ ร้อยละ 14.30 อายุของต้นมะพร้าว ช่วงอายุ 41-60 ปี ร้อยละ 42.90 และอายุของต้นมะพร้าว น้อยกว่า 40 ปี ร้อยละ 42.90 มากกว่า 81 ปีขึ้นไป ร้อยละ 14.30 ปัจจุบันเกษตรกรจังหวัดระนองมี พื้นที่ปลูกมะพร้าวน้อยกว่า 5 ไร่ ร้อยละ 71.40 จำนวน 6-10 ไร่ ร้อยละ 28.60 เกษตรกรส่วนใหญ่ ยังไม่มีการโค่นต้นมะพร้าว ร้อยละ 100 การวิเคราะห์ดินและใบมะพร้าวเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่เคย วิเคราะห์ดินและใบของมะพร้าว ร้อยละ 85.70 และเคยส่งตัวอย่างดินวิเคราะห์ ร้อยละ 14.30 โดย นำไปวิเคราะห์ที่หน่วยงานราชการ เช่น สำนักงานพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 1.25)

แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรในจังหวัดระนอง เริ่มปลูกมะพร้าว ปี พ.ศ. 2501 - 2520 ร้อยละ 28.60 และปลูกมากที่สุด ร้อยละ 71.40 ตั้งแต่ปี ปี พ.ศ. 2520 - 2540 เมื่อพิจารณาอายุของ ต้นมะพร้าวส่วนใหญ่อายุอยู่ในช่วง 41-60 ปีและน้อยกว่า 40 ปี ร้อยละ 42.90 เกษตรกรส่วนใหญ่ ยังไม่มีการโค่นต้นมะพร้าว ร้อยละ 100 เห็นได้ว่าอายุของต้นมะพร้าวส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 41-60 ปี ซึ่งอีกไม่กี่ปีต้องโค่นทิ้ง และเมื่อพิจารณาจำนวนการปลูกมะพร้าว ปี พ.ศ. 2541 ถึงปัจจุบัน ไม่มีการปลูกมะพร้าวเพิ่มขึ้นเลย เห็นได้ว่าประชาชนในจังหวัดระนองไม่มีมะพร้าวเพียงพอสำหรับการ บริโภคในจังหวัด ควรมีการส่งเสริมให้ปลูกมะพร้าวให้เพียงพอต่อการบริโภคในจังหวัด

ตารางที่ 1.25 ปี พ.ศ.ที่เริ่มปลูก พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว อายุของต้นมะพร้าว พื้นที่ปลูกมะพร้าว ปัจจุบัน การโค่นทิ้ง การ วิเคราะห์ดินและใบ ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัด ระนอง จำนวน 7 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก		จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ปี พ.ศ.ที่เริ่มปลูก	ระหว่าง พ.ศ.2501-2520	2	28.60
	ระหว่าง พ.ศ. 2520-2540	5	71.40
	รวม	7	100.00
พื้นที่เริ่มต้นปลูกมะพร้าว	น้อยกว่า 5ไร่	4	57.10
	6-10 ไร่	2	28.60
	16-20 ไร่	1	14.30
	รวม	7	100.00
อายุของต้นมะพร้าว	น้อยกว่า 40 ปี	3	42.90
	41-60 ปี	3	42.90
	มากกว่า 81 ปี	1	14.30
	รวม	7	100.00
พื้นที่ปลูกมะพร้าวปัจจุบัน	น้อยกว่า 5ไร่	5	71.40
	6-10 ไร่	2	28.60
	รวม	7	100.00
การโค่นทิ้งหรือคาดว่าจะโค่น	ยังไม่มีโค่นทิ้ง	7	100.00
	โค่นทิ้ง	0	0
	รวม	7	100.00
การวิเคราะห์ดินและใบ	ไม่เคยวิเคราะห์	6	85.70
	เคยวิเคราะห์	1	14.30
	รวม	7	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการประกอบกิจการของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในจังหวัดระนอง เป็นเกษตรกร และเป็นเจ้าของสวน ร้อยละ 100.00 และมีการประกอบอาชีพอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากการทำสวนมะพร้าว ร้อยละ 100.00 แปลงปลูกมะพร้าวมีจำนวนพนักงานและลูกจ้างในสวนมะพร้าว 1-5 ราย ร้อยละ 100.00 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าว ร้อยละ 85.70 และมีการจดบันทึกข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าวเกี่ยวกับรายรับและรายจ่าย ร้อยละ 14.30 (ตารางที่ 1.26)

**ตารางที่ 1.26** ลักษณะการประกอบกิจการ ตำแหน่งของเกษตรกร อาชีพเสริม จำนวนพนักงานและลูกจ้างสวนมะพร้าว การจดบันทึกข้อมูลในสวนและการนำข้อมูลที่จดบันทึกมาใช้ ประโยชน์ของเกษตรกรทำสวนมะพร้าวจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย

ข้อมูลผู้ปลูกมะพร้าว		จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ลักษณะการประกอบกิจการ	เกษตรกร	7	100.00
	รวม	7	100.00
ตำแหน่ง	เจ้าของสวน	7	100.00
	รวม	7	100.00
อาชีพเสริม	อื่น ๆ	7	100.00
	รวม	7	100.00
จำนวนพนักงานและลูกจ้างสวนมะพร้าว	1-5 ราย	7	100.00
	รวม	7	100.00
การจดบันทึกข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าวหรือไม่	ไม่มี	6	85.70
	มี	1	14.30
	รวม	7	100.00
นำข้อมูลที่บันทึกมาใช้ประโยชน์อย่างไร	ไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์	7	100.00
	รวม	7	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์มะพร้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกในจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย เป็นมะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง ร้อยละ 100.00 โดยเกษตรกรคัดเลือกพันธุ์ด้วยตนเอง ร้อยละ 100.00 วิธีการคัดเลือกดูลักษณะผลใหญ่ เนื้อหนา และผลตก ลักษณะข้อที่ลำต้นสั้น ลักษณะการปลูกมะพร้าวของเกษตรกรจังหวัดชุมพร เป็นการปลูกแบบเชิงเดี่ยว ร้อยละ 100.00 ไม่มีการปลูกมะพร้าวแบบผสมผสาน การปลูกมะพร้าวปลูกพื้นที่ราบ ร้อยละ 100.00 จำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูกน้อยกว่า 20 ต้นต่อไร่ ร้อยละ 100.00 (ตารางที่ 1.27)

แสดงให้เห็นว่าพื้นที่จังหวัดระนองปลูกโดยใช้พันธุ์พื้นเมือง โดยการคัดเลือกพันธุ์ด้วยตนเอง มีสวนมะพร้าวแบบสวนเดี่ยวส่วนใหญ่เกษตรกรปลูกมะพร้าวบริเวณที่ราบ เนื่องจากลักษณะพื้นที่ราบเหมาะสมที่จะปลูกมะพร้าวมากที่สุด

ตารางที่ 1.27 พันธุ์มะพร้าว แหล่งพันธุ์มะพร้าว ลักษณะการปลูก ลักษณะพื้นที่ปลูก จำนวนต้นต่อไร่ ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	
พันธุ์มะพร้าวที่ปลูก	มะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง	7	100.00
	รวม	7	100.00
แหล่งที่มาของพันธุ์มะพร้าวที่ปลูก	ผลิตเอง	7	100.00
	รวม	7	100.00
ลักษณะการปลูก	เชิงเดี่ยว	7	100.00
	รวม	7	100.00
ลักษณะพื้นที่ปลูก	ที่ราบ	7	100.00
	รวม	7	100.00
จำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูกต่อไร่	น้อยกว่า 20 ต้น	7	100.00
	รวม	7	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกษตรกรจังหวัดระนอง ปลูกต้นมะพร้าวใช้ระยะห่างระหว่างต้น 6-10 เมตร ร้อยละ 100.00 การใช้ปุ๋ยใส่ต้นมะพร้าวปีละครั้ง โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ร้อยละ 42.90 ใช้ปุ๋ยเคมี ร้อยละ 14.30 และใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ร้อยละ 14.30 ไม่ใช้ปุ๋ย ร้อยละ 28.60 ศัตรูของมะพร้าวที่เจอเป็นแมลงดำหนาม หนอนหัวดำและด้วงแรด ร้อยละ 100.00 และไม่เจอโรค แมลง และศัตรู การเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรส่วนใหญ่จ้างโดยวิธีการเหมาสวน ร้อยละ 100.00 (ตารางที่ 1.28)

**ตารางที่ 1.28** ระยะห่างระหว่างต้น การใช้ปุ๋ย ศัตรูของมะพร้าว และวิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าวของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	
ระยะห่างระหว่างต้น	6-10 เมตร	7	100.00
	รวม	7	100.00
การใช้ปุ๋ย	ไม่ใช้ปุ๋ย	2	28.60
	ใช้ปุ๋ยเคมี	1	14.30
	ใช้ปุ๋ยอินทรีย์	3	42.90
	ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์	1	14.30
	รวม	7	100.00
ศัตรูของมะพร้าวที่พบ	แมลง	7	100.00
	รวม	7	100.00
วิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าว	เหมาสวน	7	100.00
	รวม	7	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำหน่ายผลผลิตของมะพร้าวหลังการเก็บเกี่ยวจำหน่ายให้พ่อค้าที่มารับซื้อในสวน ร้อยละ 100 ลักษณะการจำหน่ายผลผลิตจำหน่ายในลักษณะผล (ใหญ่ กลาง เล็ก) ร้อยละ 100.00 ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิต 1-2 บาทต่อผล ร้อยละ 100.00 ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผล 10-15 บาท ร้อยละ 85.71 ราคา 16-20 บาทต่อผล ร้อยละ 14.29 เกษตรกรไม่มีการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว ร้อยละ 100.00 ช่องทางที่สะดวกในการรับข้อมูลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนา เกษตรกรมีความสะดวกในการรับข้อมูลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนาผ่านทางเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ร้อยละ 42.90 และทางแผ่นพับกับใบปลิว ร้อยละ 57.10 (ตารางที่ 1.29)

ตารางที่ 1.29 รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตที่เก็บเกี่ยว ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังเก็บเกี่ยว ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อผล ราคาจำหน่ายผลผลิตต่อผล การใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวและช่องทางการรับรู้ข่าวสาร ของเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวในจังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย

ข้อมูลผู้ปลูก		จำนวน (ราย)	ร้อยละ
รูปแบบการจำหน่ายผลผลิตจากการเก็บเกี่ยว	จำหน่ายพ่อค้า	7	100.00
	รวม	7	100.00
ลักษณะผลผลิตที่จำหน่ายหลังการเก็บเกี่ยว	ทั้งผล	7	100.00
	รวม	7	100.00
ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อผล	1-2 บาท	7	100.00
	รวม	7	100.00
ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผล	10-15 บาท	6	85.71
	16-20 บาท	1	14.29
	รวม	7	100.00
การใช้ประโยชน์จากส่วนอื่น ๆ ของมะพร้าว	ไม่มีการใช้ประโยชน์	7	100.00
	รวม	7	100.00
	เจ้าหน้าที่ส่งเสริมทางการเกษตร	3	42.90
	แผ่นพับ/ใบปลิว	4	57.10
	รวม	7	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.6.3 การสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าว จังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย

จากการสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ จังหวัดระนอง จำนวน 7 ราย เกษตรกรมีความพึงพอใจในการประกอบอาชีพทำสวนมะพร้าว และ ตลาดของมะพร้าวด้านราคาในภาพรวมเฉลี่ย 2.7 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง เกษตรกร มีความพึงพอใจเกี่ยวกับพันธุ์มะพร้าวที่ใช้ปลูกอยู่ปัจจุบันในระดับปานกลางเฉลี่ย 3.0 คะแนน ปริมาณผลผลิตที่ได้รับอยู่ในระดับปานกลางเฉลี่ย 2.9 คะแนน รูปแบบการจำหน่ายความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง แสดงว่า ผู้ตอบแบบสอบถามพึงพอใจปานกลางในรูปแบบการจำหน่าย ผลผลิต คิดเป็น 2.9 และราคาที่จำหน่ายในปัจจุบันเกษตรกรมีความพึงพอใจปานกลาง เฉลี่ย 2.6 คะแนน เกษตรกรมีความพึงพอใจน้อยจากการส่งเสริมการปลูกมะพร้าวของหน่วยงานภาครัฐเฉลี่ย 2.3 คะแนน (ตารางที่ 1.30)

ตารางที่ 1.30 แสดงความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าวจังหวัด ระนอง จำนวน 7 ราย

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ					รวม	x	S.D.	แปลผล
	5	4	3	2	1				
1. พันธุ์ที่ใช้ปลูกอยู่ปัจจุบัน	0	1	5	1	0	7	3.0	0.6	ปานกลาง
2. ปริมาณผลผลิตที่ได้รับ	0	0	6	1	0	7	2.9	0.4	ปานกลาง
3. รูปแบบการจำหน่าย	0	0	6	1	0	7	2.9	0.4	ปานกลาง
4. ราคาที่ทานจำหน่าย	0	0	4	3	0	7	2.6	0.5	ปานกลาง
5. การส่งเสริมการปลูกมะพร้าวจากหน่วยงานภาครัฐ	0	0	2	5	0	7	2.3	0.5	น้อย
รวม							2.7	0.1	ปานกลาง

**หมายเหตุ** ผู้ศึกษาได้กำหนดระดับค่าคะแนนในการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (ผู้ตอบแบบประเมินมีจำนวนทั้งสิ้น 7 ราย)

ระดับคะแนน 5 ช่วงคะแนน 4.51 ขึ้นไป มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 ช่วงคะแนน 3.51-4.50 มีระดับความพึงพอใจมาก

ระดับคะแนน 3 ช่วงคะแนน 2.51-3.50 มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

ระดับคะแนน 2 ช่วงคะแนน 1.51-2.50 มีระดับความพึงพอใจน้อย

ระดับคะแนน 1 ช่วงคะแนน 1.00-1.50 มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมที่ 2 : การพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว

การศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว เพื่อศึกษาการพัฒนาการสุกแก่ของผลมะพร้าวในระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม การทดลองในขณะนี้ อยู่ในช่วงรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ปริมาณไขมันในเนื้อมะพร้าว ทำการสกัดด้วย วิธี Soxhlet ตามมาตรฐาน ISO 659 จึงรายงานผลการทดลองตามข้อมูลที่ได้ศึกษาในปีงบประมาณ 2560

### 2.1 การติดผลและการหลุดร่วงของผลมะพร้าว

การติดผลและการหลุดร่วงของผลมะพร้าว หลังจากดอกบานจนถึงระยะสุกแก่ของผลพบว่า มะพร้าวพันธุ์ที่มีลักษณะผลสีเขียว ผลสีส้มอ่อน และผลสีเขียวก้านนูน ที่อายุ 1 เดือนหลังดอกบาน มีจำนวนผลต่อทะลาย 16.00 8.00 และ 15.00 ผล ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติกับอายุผล 2-13 เดือนหลังดอกบาน โดยมะพร้าวพันธุ์ที่มีลักษณะผลสีเขียว ผลสีส้มอ่อน และผลสีเขียวก้านนูน ที่อายุ 2 เดือนหลังดอกบาน มีจำนวนผลต่อทะลาย 10.00 5.00 และ 7.00 ผล ตามลำดับ หลังจากนั้นจำนวนผลต่อทะลายเกิดการหลุดร่วงและผลลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยมะพร้าวพันธุ์ที่มีลักษณะผลสีเขียวหยุดการหลุดร่วงของผลที่อายุ 7 เดือนหลังดอกบาน มีจำนวนผลต่อทะลาย 4.00 ผล มะพร้าวพันธุ์ที่มีลักษณะผลสีส้มอ่อน และผลสีเขียวก้านนูนผลหยุดการหลุดร่วงที่อายุ 6 และ 4 เดือนหลังดอกบาน มีจำนวนผลต่อทะลายเท่ากับที่ 4.00 ผล (ตารางที่ 1.1) และ (ภาพที่ 2.1 และ 2.2)

### 2.2 ขนาดของผลมะพร้าว

2.2.1 ความกว้างของผลมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน ที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะลาย

ขนาดความกว้างของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียวที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะลาย ระยะหลังดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวของผลมะพร้าว พบว่า ขนาดความกว้างของผลมะพร้าวบริเวณโคน กลาง และปลายทะลาย ที่อายุ 1-13 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความกว้างของผลแตกต่างทางสถิติ โดยผลมะพร้าวที่อายุ 1 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความกว้างที่ตำแหน่งโคน 9.25 เซนติเมตร และที่ตำแหน่งกลางและปลายทะลาย 10.00 เซนติเมตร หลังจากนั้นขนาดความกว้างของผลมะพร้าวบริเวณโคน กลาง และปลายทะลาย มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว และหยุดพัฒนาด้านความกว้างของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะลาย ที่อายุ 6-7 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างผล 40.00 4.50 และ 4.25 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังจากนั้นการพัฒนาด้านความกว้างของผลมะพร้าวมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นที่อายุ 8 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างผล 61.75 61.75 และ 62.00 เซนติเมตร ตามลำดับ และหยุดการพัฒนาขนาดความกว้างของผลที่ตำแหน่งโคน และกลางทะลายที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างของผล 66.25 และ 65.50 เซนติเมตร ตามลำดับ และที่ตำแหน่งปลายทะลายหยุดการพัฒนาขนาดความกว้างของผลที่อายุ 10 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างของผล 67.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 2.2) และ (ภาพที่ 2.1 และ 2.2)

ขนาดของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีส้มอ่อนที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะลาย ระยะหลังดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวของผลมะพร้าว พบว่า ขนาดความกว้างของผลมะพร้าวบริเวณโคน กลาง และปลายทะลาย ที่อายุ 1-13 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความกว้างของผลแตกต่างทางสถิติ โดยผลมะพร้าวที่อายุ 1 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความกว้างที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะลาย 9.63 เซนติเมตร หลังจากนั้นขนาดความกว้างของผลมะพร้าวบริเวณโคน กลาง และปลายทะลาย มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว และหยุดพัฒนาด้านความกว้างของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะลาย ที่อายุ 6-7 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างผล 60.75 61.00 และ 61.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนติเมตร ตามลำดับ หลังจากนั้นการพัฒนาด้านความกว้างของผลมะพร้าวมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นที่อายุ 8 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างผล 70.00 70.25 และ 70.50 เซนติเมตร ตามลำดับ และหยุดการพัฒนาขนาดความกว้างของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลายที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างของผล 72.25 72.00 และ 72.00 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.2) และ (ภาพที่ 2.1 และ 2.2)

ขนาดของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียวก้นนูนที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย ระยะหลังดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวของผลมะพร้าว พบว่า ขนาดความกว้างของผลมะพร้าวบริเวณโคน กลาง และปลายทะเลาย ที่อายุ 1-13 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความกว้างของผลแตกต่างกันสถิติ โดยผลมะพร้าวที่อายุ 1 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความกว้างที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย 11.78 เซนติเมตร หลังจากนั้นขนาดความกว้างของผลมะพร้าวตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว และหยุดพัฒนาด้านความกว้างของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย ที่อายุ 6-7 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างผลอยู่ในช่วง 49.25-50.75 เซนติเมตร หลังจากนั้นการพัฒนาด้านความกว้างของผลมะพร้าวมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นที่อายุ 8 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างผล 56.75 57.25 และ 58.25 เซนติเมตร ตามลำดับ และหยุดการพัฒนาขนาดความกว้างของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลายที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างของผล 66.75 66.50 และ 67.00 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.2) และ (ภาพที่ 2.1 และ 2.2)

ตารางที่ 2.1 จำนวนผลต่อต้นทะเลายตั้งแต่ระยะดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียวสีส้มอ่อน และสีเขียวก้นนูน

อายุการสุกแก่ (เดือน)	จำนวนผลต่อทะเลาย (เดือน)		
	ผลสีเขียว	ผลสีส้มอ่อน	ผลสีเขียวก้นนูน
1	19.00 a	8.00 a	14.75 a
2	10.00 b	5.00 b	7.00 b
3	7.00 b	4.00 b	5.50 b
4	7.00 b	4.00 b	5.00 b
5	7.00 b	4.00 b	5.00 b
6	5.00 b	4.00 b	5.00 b
7	4.00 b	4.00 b	5.00 b
8	4.00 b	4.00 b	4.00 b
9	4.00 b	4.00 b	4.00 b
10	4.00 b	4.00 b	4.00 b
11	4.00 b	4.00 b	4.00 b
12	4.00 b	4.00 b	4.00 b
13	4.00 b	4.00 b	4.00 b
F-test	*	*	*
C.V.เปอร์เซ็นต์	62.74	22.42	52.20

\* มีความแตกต่างทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.2** ขนาดความกว้างของผลมะพร้าวที่โคน กลาง และปลายทะลายตั้งแต่ระยะดอกบาน จนถึงระยะเก็บเกี่ยวของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน

อายุการสุกแก่ (เดือน)	ขนาดความกว้างของผลมะพร้าวที่โคน กลาง และปลายทะลาย								
	ผลสีเขียว			ผลสีส้มอ่อน			ผลสีเขียวก้านนูน		
	โคน	กลาง	ปลาย	โคน	กลาง	ปลาย	โคน	กลาง	ปลาย
1	9.25 f	10.00f	10.00f	9.63f	9.63f	9.63f	11.78f	11.78f	11.78f
2	14.75e	14.75ef	14.75ef	14.50ef	14.75fe	14.75ef	14.53f	14.53f	14.53f
3	18.75e	18.75ed	18.75ed	16.88e	17.38e	17.38e	18.75f	18.75f	18.75f
4	23.75d	23.75cd	23.75cd	29.75d	29.75d	29.75d	27.25e	27.25e	27.50e
5	28.50c	28.50c	28.25c	46.25c	46.00c	47.25c	35.25d	37.38d	37.13d
6	40.00b	40.50b	40.25b	60.75b	61.00b	61.25b	49.25c	49.75c	50.75c
7	40.00b	40.50b	40.25b	60.75b	61.00b	61.25b	49.25c	50.00c	50.75c
8	61.75a	61.75a	62.00a	70.00a	70.25a	70.50a	56.75b	57.25b	58.25bc
9	63.25a	63.25a	63.50a	69.50a	70.75a	70.75a	60.50ab	63.50ab	70.75a
10	65.25a	64.50a	67.25a	72.00a	71.50a	71.25a	66.50a	66.25a	65.50ab
11	66.25a	65.50a	67.25a	72.25a	72.00a	72.00a	66.75a	66.50a	67.00a
12	66.25a	65.50a	67.25a	72.25a	72.00a	72.00a	66.75a	66.50a	67.00a
13	66.25a	65.50a	67.25a	72.25a	72.00a	72.00a	66.75a	66.50a	67.00a
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V.เปอร์เซ็นต์	7.99	9.21	10.25	9.11	9.60	9.61	10.49	9.96	11.01

\* มีความแตกต่างทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2.2.2 ความยาวของผลมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้นนูน ที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย

ขนาดความยาวของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียวที่

ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย ระยะหลังดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวของผลมะพร้าว พบว่า ขนาดความยาวของผลมะพร้าวบริเวณโคน กลาง และปลายทะเลาย ที่อายุ 1-13 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความยาวของผลแตกต่างกันทางสถิติ โดยผลมะพร้าวที่อายุ 1 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความยาวที่ตำแหน่งโคน และกลางทะเลาย 5.00 เซนติเมตร ส่วนที่ตำแหน่งปลายทะเลายมีขนาดความยาว 4.83 เซนติเมตร หลังจากนั้นขนาดความยาวของผลมะพร้าวบริเวณโคน กลาง และปลายทะเลาย มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นการพัฒนาด้านความยาวของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลายมีการพัฒนาช้าลง ที่อายุ 8 เดือนหลังดอกบาน และหยุดการพัฒนาขนาดความยาวของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลายที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความยาวของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย 34.50 เซนติเมตร (ตารางที่ 2.3) และ (ภาพที่ 2.1 และ 2.2)

ขนาดความยาวของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีส้มอ่อนที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย ระยะหลังดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวของผลมะพร้าว พบว่า ขนาดความยาวของผลมะพร้าวบริเวณ โคน กลาง และปลายทะเลาย ที่อายุ 1-13 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความยาวของผลแตกต่างกันทางสถิติ โดยผลมะพร้าวที่อายุ 1 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความยาวที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย 7.70 เซนติเมตร หลังจากนั้นขนาดความยาวของผลมะพร้าวบริเวณโคน กลาง และปลายทะเลาย มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นการพัฒนาด้านความยาวของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลายมีการพัฒนาช้าลง ที่อายุ 8 เดือนหลังดอกบาน และหยุดการพัฒนาขนาดความกว้างของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลายที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความยาวของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย 38.75 39.25 และ 39.25 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.3) และ (ภาพที่ 2.1 และ 2.2)

ขนาดความยาวของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียวก้นนูนที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย ระยะหลังดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวของผลมะพร้าว พบว่า ขนาดความยาวของผลมะพร้าวบริเวณ โคน กลาง และปลายทะเลาย ที่อายุ 1-13 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความยาวของผลแตกต่างกันทางสถิติ โดยผลมะพร้าวที่อายุ 1 เดือนหลังดอกบาน มีขนาดความยาวที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย 5.78 เซนติเมตร หลังจากนั้นขนาดความยาวของผลมะพร้าวบริเวณโคน กลาง และปลายทะเลาย มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นการพัฒนาด้านความยาวของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลายมีการพัฒนาช้าลง ที่อายุ 8 เดือนหลังดอกบาน และหยุดการพัฒนาขนาดความยาวของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลายที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความยาวของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลาย 34.75 35.25 และ 34.25 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.3) และ (ภาพที่ 2.1 และ 2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.3** ขนาดความยาวของผลมะพร้าวที่โคน กลาง และปลายทะลายตั้งแต่ระยะดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวของมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน

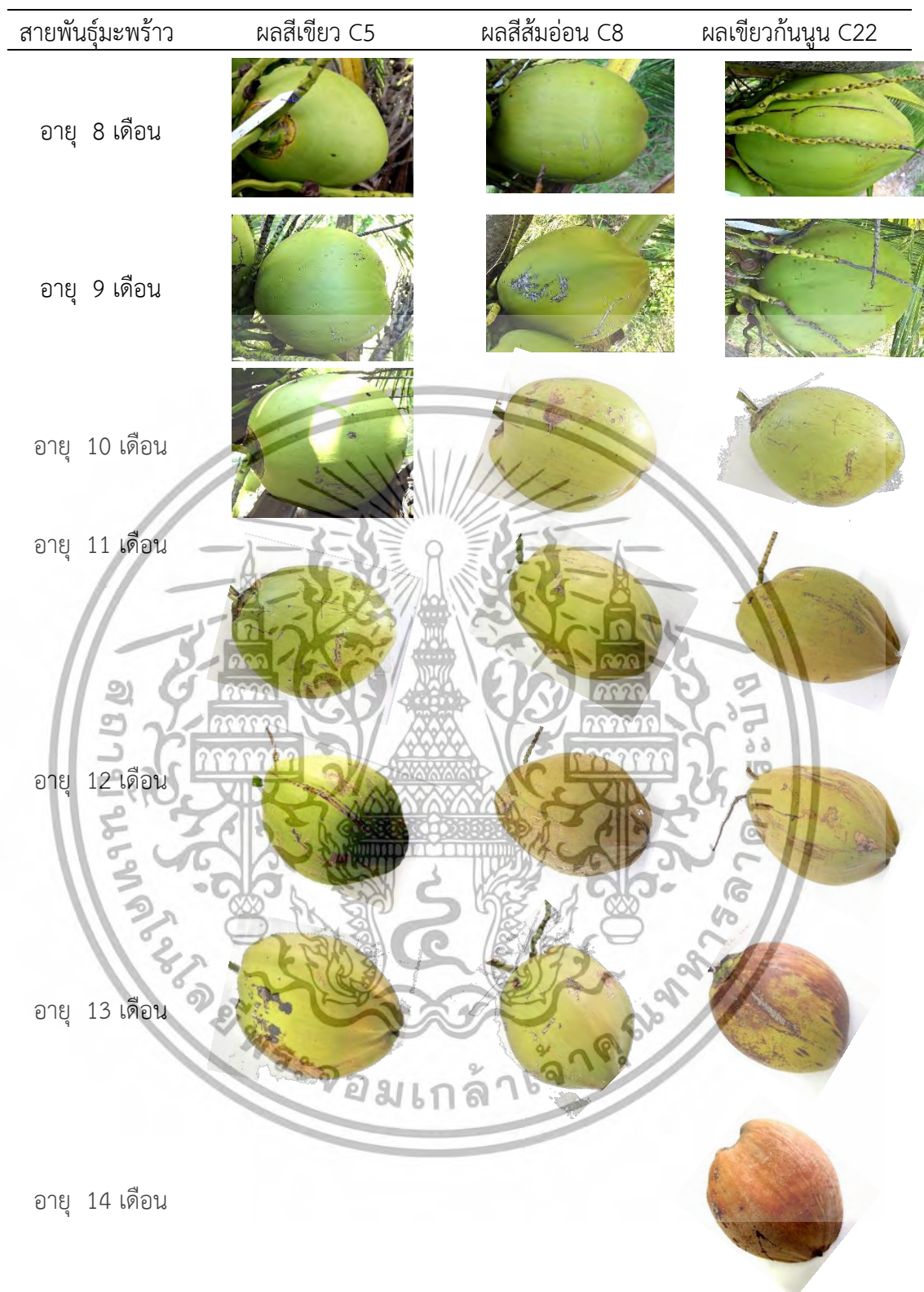
อายุการสุกแก่ (เดือน)	ขนาดความยาวของผลมะพร้าวที่โคน กลาง และปลายทะลาย								
	ผลสีเขียว			ผลสีส้มอ่อน			ผลสีเขียวก้านนูน		
	โคน	กลาง	ปลาย	โคน	กลาง	ปลาย	โคน	กลาง	ปลาย
1	5.00g	5.00f	4.83g	7.70f	7.70f	7.70f	5.78g	5.78g	5.78g
2	6.95fg	6.95ef	6.95fg	11.25e	11.25e	11.25e	7.70g	7.70g	7.70g
3	9.43f	9.43e	9.43f	14.60ed	14.60ed	14.60ed	11.18f	11.18f	11.18f
4	12.50e	12.50d	12.50e	17.00d	17.00d	17.00d	15.13e	15.13e	15.13e
5	16.25d	16.75c	16.25d	25.25c	25.50c	25.50c	18.63d	19.00d	19.75d
6	21.75c	23.25b	21.75c	32.25b	31.75b	32.00b	25.25c	26.50c	26.25c
7	21.75c	24.00b	21.75c	32.25b	31.75b	32.00b	25.50c	26.50c	26.50c
8	31.00b	31.25a	29.75b	36.25a	35.75a	36.00a	30.00b	31.25b	30.00b
9	31.2b5	32.50a	31.75ab	36.50a	36.25a	36.50a	30.50b	31.75b	30.75b
10	32.75ab	33.75a	33.50a	37.00a	36.75a	37.00a	33.25a	33.25ab	32.00ab
11	34.50a	34.50a	34.50a	38.75a	39.25a	39.25a	34.75a	35.25a	34.25a
12	34.50a	34.50a	34.50a	38.75a	39.25a	39.25a	34.75a	35.25a	34.25a
13	34.50a	34.50a	34.50a	38.75a	39.25a	39.25a	34.75a	35.25a	34.25a
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V.เปอร์เซ็นต์	8.20	8.99	8.44	8.16	8.06	7.95	7.01	7.63	7.10

\* มีความแตกต่างทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2.1 การพัฒนาการสุกแก่ของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 (ต่อ) การพัฒนาการสุกแก่ของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 น้ำมะพร้าว

น้ำมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำมะพร้าวลดลงตามอายุการพัฒน์ที่เพิ่มขึ้น โดยมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียวที่อายุการเก็บเกี่ยว 10 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำมะพร้าว 892.50 มิลลิลิตร แตกต่างทางสถิติกับอายุการเก็บเกี่ยว 11 เดือนหลังดอกบาน โดยมีน้ำมะพร้าว 553.75 มิลลิลิตร มะพร้าวผลสีส้มอ่อนที่อายุ 10 และ 11 เดือน มีน้ำมะพร้าวลดลงตามอายุการพัฒน์ของผลไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีน้ำมะพร้าว 516.25 และ 355.00 มิลลิลิตร ตามลำดับ มะพร้าวพันธุ์สีเขียวก้านนูนที่อายุ 10 และ 11 เดือน มีน้ำมะพร้าวลดลงตามอายุการพัฒน์ของผลไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีน้ำมะพร้าว 502.50 และ 405.00 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

## 2.5 ความหนาของเปลือกมะพร้าว

ความหนาของเปลือกมะพร้าว ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน พบว่า มะพร้าวทั้ง 3 พันธุ์มีความหนาของเปลือกไม่แตกต่างทางสถิติ ความหนาของเปลือกมะพร้าวมีขนาดเพิ่มขึ้นตามอายุการพัฒน์ที่เพิ่มขึ้น โดยมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีความหนาของเปลือกมะพร้าว 5.16 และ 6.31 เซนติเมตร ตามลำดับ มะพร้าวพันธุ์สีส้มอ่อน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีความหนาของเปลือกมะพร้าว 7.56 และ 8.46 เซนติเมตร ตามลำดับ มะพร้าวพันธุ์สีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีความหนาของเปลือกมะพร้าว 6.91 และ 7.08 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.4) และ (ภาพที่ 2.2)

ตารางที่ 2.4 น้ำมะพร้าวและความหนาเปลือกมะพร้าว อายุ 10-11 เดือนของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน

อายุการสุก แก่ (เดือน)	ผลสีเขียว		ผลสีส้มอ่อน		ผลสีเขียวก้านนูน	
	น้ำมะพร้าว (ม.ล.)	ความหนา เปลือก (ซม.)	น้ำ มะพร้าว (ม.ล.)	ความหนา เปลือก (ซม.)	น้ำมะพร้าว (ม.ล.)	ความหนา เปลือก (ซม.)
10	892.50a	5.16	516.25	7.56	502.50	6.91
11	553.75b	6.31	355.00	8.46	405.00	7.08
F-test	*	Ns	ns	ns	ns	ns
C.V.	0.0	13.89	13.02	13.73	33.91	19.43

ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ \* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2.2 ความหนาของเปลือกมะพร้าวอายุ 10-12 เดือน ของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน

## 2.6 น้ำหนักสดของเนื้อมะพร้าว

มะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักสดของเนื้อมะพร้าวเพิ่มขึ้นตามอายุการพัฒน์ที่เพิ่มขึ้น มะพร้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีน้ำหนักสดของเนื้อมะพร้าวทุกช่วงอายุไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักสดของเนื้อมะพร้าว 395.83 และ 447.81 กรัม ตามลำดับ มะพร้าวพันธุ์สีส้มอ่อน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักสดของเนื้อมะพร้าว 356.79 และ 541.13 กรัม ตามลำดับ มะพร้าวพันธุ์สีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10-11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักสดของเนื้อมะพร้าว 332.14 และ 459.86 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2.5)

## 2.7 น้ำหนักแห้งของเนื้อมะพร้าว

มะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักแห้งของเนื้อมะพร้าวเพิ่มขึ้นตามอายุการพัฒน์ที่เพิ่มขึ้น มะพร้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีน้ำหนักแห้งของเนื้อมะพร้าวทุกช่วงอายุไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักแห้งของเนื้อมะพร้าว 71.17 และ 122.35 กรัม ตามลำดับ มะพร้าวพันธุ์สีส้มอ่อน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักแห้งของเนื้อมะพร้าว 80.32 และ 195.67 กรัม ตามลำดับ มะพร้าวพันธุ์สีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักแห้งของเนื้อมะพร้าว 104.81 และ 128.65 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2.5)

**ตารางที่ 2.5** น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเนื้อมะพร้าว อายุ 10-11 เดือนของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน

อายุการสุกแก่ (เดือน)	ผลสีเขียว		ผลสีส้มอ่อน		ผลสีเขียวก้านนูน	
	น้ำหนัก สดเนื้อ (กรัม)	น้ำหนัก แห้งเนื้อ (กรัม)	น้ำหนักสด เนื้อ (กรัม)	น้ำหนัก แห้งเนื้อ (กรัม)	น้ำหนักสด เนื้อ (กรัม)	น้ำหนัก แห้งเนื้อ (กรัม)
10	395.83	71.17	356.79	80.32	332.14	104.81
11	447.11	122.35	541.13	195.67	459.86	128.65
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. เปอร์เซ็นต์	12.55	27.24	11.73	27.45	31.12	40.132

ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

## 2.8 ความหนาของเนื้อมะพร้าว

มะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีความหนาของเนื้อมะพร้าวเพิ่มขึ้นตามอายุการพัฒน์ที่เพิ่มขึ้น โดยมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีความหนาของเนื้อมะพร้าวแตกต่างทางสถิติโดยมีความหนา 0.63 และ 1.16 กรัม ตามลำดับ พรว้าวพันธุ์สีส้มอ่อน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีความหนาของเนื้อมะพร้าวไม่แตกต่างทางสถิติโดยมีความหนา 0.83 และ 1.35 กรัม ตามลำดับ มะพร้าวพันธุ์สีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีความหนาของเนื้อมะพร้าวไม่แตกต่างทางสถิติโดยมีความหนา 1.06 และ 3.75 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2.6) (ภาพที่ 2.3)

## 2.9 ความหนากะลามะพร้าว

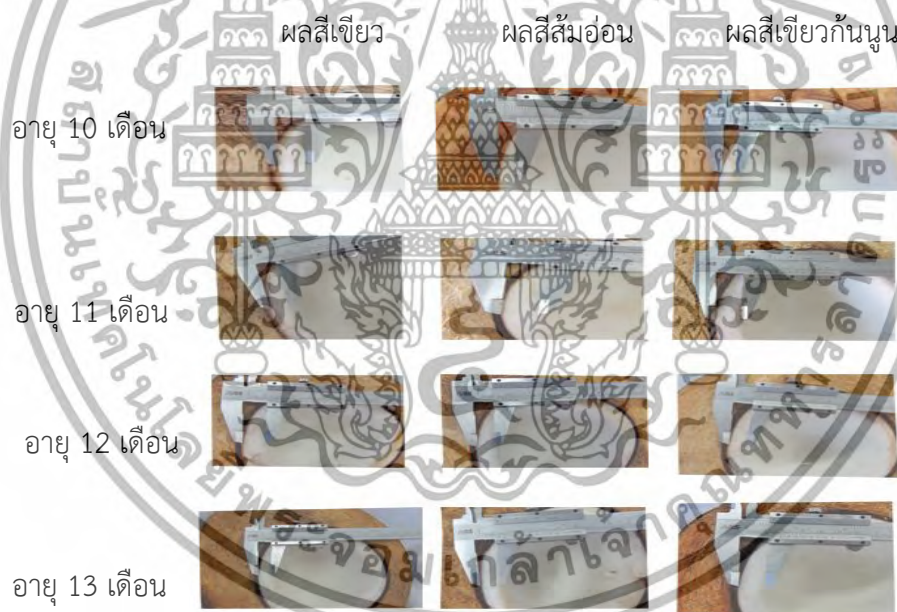
มะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีความหนากะลามะพร้าวลดลงตามอายุการพัฒน์ที่เพิ่มขึ้น มะพร้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีความหนากะลามะพร้าวทุกช่วงอายุไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีความหนากะลามะพร้าว 1.04 และ 0.47 กรัม ตามลำดับ มะพร้าวพันธุ์สีส้มอ่อน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีความหนากะลามะพร้าว 1.28 และ 0.39 กรัม ตามลำดับ มะพร้าวพันธุ์สีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10-11 เดือนหลังดอกบาน มีความหนากะลามะพร้าว 2.50 และ 0.33 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2.6)

**ตารางที่ 2.6** ความหนาของเนื้อและกะลามะพร้าว อายุ 10-11 เดือนของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน

อายุการ สุกแก่ (เดือน)	ผลสีเขียว		ผลสีส้มอ่อน		ผลสีเขียวก้านนูน	
	ความ หนาเนื้อ มะพร้าว (ม.ม.)	ความหนา กะลามะพร้าว (ม.ม.)	ความหนา เนื้อ มะพร้าว (ม.ม.)	ความหนา กะลามะพร้าว (ม.ม.)	ความ หนาเนื้อ มะพร้าว (ม.ม.)	ความหนา กะลามะพร้าว (ม.ม.)
10	0.63b	1.04	0.83	1.28	1.06	2.50
11	1.16a	0.47	1.35	0.39	3.75	0.33
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.	11.03	22.50	22.09	22.48	19.43	20.10

เปอร์เซ็นต์

ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ \* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



**ภาพที่ 2.3** ความหนาของเนื้อ อายุ 10-13 เดือนของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 กะลาของมะพร้าวอายุ 10 - 14 เดือนของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน

### 2.10 น้ำหนักกะลามะพร้าว

น้ำหนักกะลามะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักกะลามะพร้าวลดลงตามอายุการพัฒน์ที่เพิ่มขึ้น มะพร้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีมะพร้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีน้ำหนักสดของเนื้อมะพร้าวทุกช่วงอายุไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมะพร้าวพันธุ์ที่มีผลสีเขียว ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักกะลามะพร้าว 355.43 และ 260.27 กรัม ตามลำดับ พรว้าวพันธุ์สีส้มอ่อน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักกะลามะพร้าว 293.53 และ 257.16 กรัม ตามลำดับ มะพร้าวพันธุ์สีเขียวก้านนูน ที่อายุ 10 และ 11 เดือนหลังดอกบาน มีน้ำหนักกะลามะพร้าว 281.31 และ 281.01 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 2.7 น้ำหนักกะลามะพร้าว อายุ 10-11 เดือนของมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้านนูน

อายุการสุกแก่(เดือน)	ผลสีเขียว	ผลสีส้มอ่อน	ผลสีเขียวก้านนูน
	น้ำหนักกะลามะพร้าว (กรัม)	น้ำหนักกะลามะพร้าว (กรัม)	น้ำหนักกะลามะพร้าว (กรัม)
10	355.43	293.53	281.31
11	260.27	257.16	281.01
F-test	Ns	ns	ns
C.V.เปอร์เซ็นต์	15.75	14.13	16.59

ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว โดยใช้มะพร้าวพื้นเมือง 3 พันธุ์ ได้แก่ ผลสีเขียวผลกลม ผลสีส้มอ่อนผลรีก้านนูน ผลสีเขียวผลรีก้านนูน เพื่อศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าวที่อายุ 1 ถึง 14 เดือน พบว่า มะพร้าวทั้ง 3 พันธุ์ที่อายุผล 1 เดือนหลังดอกบาน มีจำนวนผลต่อทะลาย 16 8 และ 15 ผล ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่ออายุผล 2 เดือนหลังดอกบาน มะพร้าวทั้ง 3 พันธุ์มีการหลุดร่วงของผล ส่งผลให้มีจำนวนผลลดลงเหลือ 9 5 และ 7 ผล ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณแคลเซียมในกีบเลี้ยงของผลที่ร่วงมีค่าน้อยกว่าผลปกติ (วนาลี และ คณະ, 2559) และกระทบแล้ง สำหรับการพัฒนาด้านความกว้างและความยาวของผลมะพร้าวทุกลักษณะพันธุ์ มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วครั้งแรก ในช่วงอายุ 1-6 เดือนหลังดอกบาน จากนั้นขนาดความกว้างและความยาวของผลชะลอการพัฒนาที่อายุ 7 เดือนหลังดอกบาน จากนั้นมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอีกครั้งที่อายุ 8 เดือนหลังดอกบาน หลังจากนั้นการพัฒนาขนาดความกว้างและความยาวของผลเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และต่อเนืองที่อายุ 9-11 เดือนหลังดอกบาน และหยุดการพัฒนาขนาดความกว้างและความยาวของผลที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน ซึ่งสอดคล้องกับ Jayasuriya and Perera (1985) ได้รายงานว่ เอนโดสเปิร์ม (endosperm) เปลือกผล (husk) และ กะลา (shell) ของมะพร้าว (*Cocos nucifera* var. Nana) มีการพัฒนาพร้อมกันอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 5-8 เดือนหลังผสมเกสร และเอนโดสเปิร์มมีการพัฒนาสูงสุดที่อายุ 9 เดือน ในขณะที่เปลือกผลหยุดการพัฒนา และกะลามีการพัฒนาอย่างช้า ๆ โดยปัจจัยด้านพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการพัฒนาของผลมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### กิจกรรมย่อยที่ 3 : การเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวของในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น

การเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น เพื่อเป็นศูนย์ต้นแบบขยายผล และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว โดยวิธีการที่ 1 มะพร้าวอย่างเดียว 1 ไร่ วิธีการที่ 2 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และผักเหลียง 350 ต้น วิธีการที่ 3 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับปลูกพริกไทย 100 ต้น และข้าวไร่ พื้นที่ 144 ตารางเมตร วิธีการที่ 4 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และหญ้าเนเปียร์พื้นที่ 144 ตารางเมตร ทุกวิธีการใช้สวนมะพร้าวอายุ 28 ปี



ก

ข

ภาพที่ 3.1 แปลงมะพร้าวที่มีอายุ 28 ปี (ก และ ข)

#### 3.1 ผลผลิตมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก

ผลผลิตมะพร้าวผลขนาดใหญ่ ที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือน เมษายนถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 รวมระยะเวลาเก็บผลผลิต 9 เดือน วิธีการที่ 4 ให้ผลผลิตที่มีขนาดผลใหญ่สูงสุด 23 ผลต่อต้น ในเวลา 9 เดือน แตกต่างทางสถิติกับวิธีการ ที่ 1 2 และ 3 ที่ให้ผลผลิตผลขนาดใหญ่ 22.00 20.00 17.00 ผลต่อต้นต่อ 9 เดือน ตามลำดับ โดยเดือนเมษายน ทุกวิธีการให้ผลผลิตผลใหญ่ไม่แตกต่างทางสถิติอยู่ในช่วง 3-4 ผลต่อต้นต่อ 9 เดือน เป็นเดือนที่ให้ผลผลิตมะพร้าวผลใหญ่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม เดือนที่มะพร้าวให้ผลผลิตผลที่มีขนาดใหญ่ต่ำทุกวิธีการเป็นช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน ที่ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 1-3 ผลต่อต้นต่อ 9 เดือน (ตารางที่ 3.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ผลผลิตมะพร้าว ผลขนาดใหญ่ ที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือน เมษายนถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560

การทดลอง	ผลผลิตมะพร้าว ปี 2560 ผลขนาดใหญ่เฉลี่ยต่อต้น (ผล)									
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ผลผลิตใน เวลา 9 เดือน
วิธีการที่ 1	4.00	4.00a	3.00a	2.00	1.00b	2.00	2.00	1.00ab	3.00	22.00b
วิธีการที่ 2	4.00	3.00ab	2.00ab	2.00	1.00b	1.00	2.00	3.00a	2.00	20.00c
วิธีการที่ 3	3.00	2.00b	2.00ba	2.00	2.00ab	2.00	1.00	1.00ab	2.00	17.00d
วิธีการที่ 4	3.00	4.00a	3.00a	2.00	3.00a	2.00	2.00	2.00b	2.00	23.00a
F-test	ns	*	*	ns	*	ns	Ns	*	ns	*
C.V%	0.10	0.17	0.03	0.07	0.10	0.15	0.11	0.17	0.03	0.15

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ \* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตมะพร้าว ผลขนาดกลาง ที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 วิธีการที่ 4 ให้ผลผลิตที่มีขนาดผลใหญ่สูงสุด 19 ผลต่อต้นต่อ 9 เดือน แตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 1 2 และ 3 ที่ให้ผลผลิตผลขนาดกลาง 16.00 15.00 15.00 ผลต่อต้นต่อ 9 เดือน ตามลำดับ โดยเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ทุกวิธีการให้ผลผลิตมะพร้าวขนาดกลางไม่แตกต่างกันทางสถิติอยู่ในช่วง 1-3 ผลต่อต้นต่อเดือน สำหรับเดือนสิงหาคม วิธีการที่ 4 ให้ผลผลิตมะพร้าวผลขนาดกลางสูงสุด 3 ผลต่อต้นต่อเดือน ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 2 ที่ให้ผลผลิตขนาดกลาง 2 ผลต่อต้นต่อเดือน แต่แตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 1 และ 2 ที่ให้ผลผลิตมะพร้าวขนาดกลาง 1 ผลต่อต้นต่อ 9 เดือน (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 ผลผลิตมะพร้าว ผลขนาดกลางเฉลี่ยต่อต้น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560

ผลผลิตมะพร้าวปี 2560 ผลขนาดกลาง เฉลี่ยต่อต้น (ผล)										
การทดลอง	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ผลผลิตต่อปี
วิธีการที่ 1	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00b	2.00	1.00	2.00	2.00	16.00b
วิธีการที่ 2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00ab	1.00	1.00	1.00	2.00	15.00c
วิธีการที่ 3	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00b	1.00	2.00	2.00	2.00	15.00c
วิธีการที่ 4	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00a	2.00	1.00	2.00	2.00	19.00a
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*
C.V%	0.03	0.07	0.03	0.10	0.01	0.03	0.11	0.07	0.10	0.12

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ \* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตมะพร้าวผลขนาดเล็ก ที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือน เมษายนถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 ให้ผลผลิตมะพร้าวผลขนาดเล็กไม่แตกต่างทางสถิติทุกวิธีการทดลอง อยู่ในช่วง 2-3 ผลต่อต้นต่อเดือน โดยวิธีการที่ 4 ให้ผลผลิตมะพร้าวผลขนาดเล็กเฉลี่ยต่อต้นต่อ 9 เดือน แตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 1 และ 2 ที่ให้ผลผลิตมะพร้าวผลขนาดเล็ก 17 และ 15 ผลต่อต้นต่อ 9 เดือน ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับที่วิธีการที่ 3 ที่ให้ ผลผลิตมะพร้าวผลขนาดเล็ก 16 ผลต่อต้นต่อ 9 เดือน (ตารางที่ 3.3)

**ตารางที่ 3.3** ผลผลิตมะพร้าว ผลขนาดเล็กที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือน เมษายนถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560

การทดลอง	ผลผลิตมะพร้าวปี 2560 ผลขนาดเล็ก เฉลี่ยต่อต้น (ผล)									ผลผลิตต่อปี
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
วิธีการที่ 1	2.00b	2.00	2.00	2.00	2.00b	1.00b	2.00	2.00	2.00	17.00b
วิธีการที่ 2	2.00b	2.00	2.00	2.00	2.00b	1.00b	1.00	1.00	2.00	15.00c
วิธีการที่ 3	2.00b	2.00	2.00	2.00	2.00b	1.00b	2.00	1.00	2.00	16.00ab
วิธีการที่ 4	3.00a	2.00	2.00	2.00	3.00a	2.00a	2.00	2.00	2.00	20.00a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
C.V%	0.15	0.11	0.11	0.12	0.17	0.02	0.25	0.13	0.15	0.17

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ \* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 3.2 ผลตอบแทน

ผลตอบแทนจากผลผลิตมะพร้าว ผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็กจากวิธีการที่ 4 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในเวลา 9 เดือนของมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็กสูงสุด 460.00 380.00 และ 400.00 ผล ตามลำดับ รวมผลผลิตต่อไร่ 1,240 ผล จำหน่ายในราคาเฉลี่ยของมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก ผลละ 16.50 บาท คิดเป็นเงิน 20,460.00 บาท แตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 1 2 และ 3 โดยวิธีการที่ 1 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในเวลา 9 เดือนของมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก 440.00 320.00 และ 340.00 ผล ตามลำดับ รวมผลผลิตต่อไร่ 1,100 ผล จำหน่ายในราคาเฉลี่ยของมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก ผลละ 16.50 บาท คิดเป็นเงิน 18,150.00 บาท วิธีการที่ 2 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในเวลา 9 เดือนของมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก 400.00 300.00 และ 300.00 ผล ตามลำดับ รวมผลผลิตต่อไร่ 1,000 ผล จำหน่ายในราคาเฉลี่ยของมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก ผลละ 16.50 บาท คิดเป็นเงิน 16,500.00 บาท และวิธีการที่ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในเวลา 9 เดือนของมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก 340.00 300.00 และ 300.00 ผล ตามลำดับ รวมผลผลิตต่อไร่ 1,000 ผล จำหน่ายในราคาเฉลี่ยของมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก ผลละ 16.50 บาท คิดเป็นเงิน 15,840.00 บาท (ตารางที่ 3.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

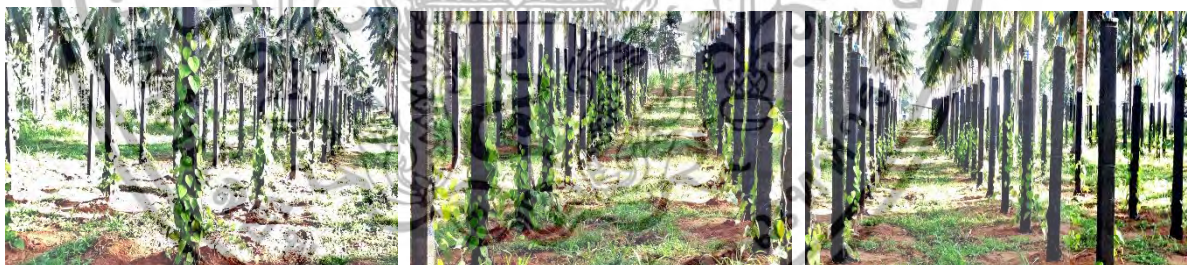
**ตารางที่ 3.4** ผลผลิตและราคาของมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็กที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560

การทดลอง	ผลผลิตมะพร้าวปี 2560			ผลผลิตต่อไร่ ในเวลา 9 เดือน	ราคาต่อไร่ใน เวลา 9 เดือน
	ผลขนาดกลาง	ผลขนาดเล็ก	ผลขนาด กลาง		
วิธีการที่ 1	440.00b	320.00b	340.00b	1,100ab	18,150.00b
วิธีการที่ 2	400.00c	300.00c	300.00c	1,000b	16,500.00b
วิธีการที่ 3	340.00d	300.00c	320.00ab	960c	15,840.00b
วิธีการที่ 4	460.00a	380.00a	400.00a	1,240a	20,460.00a
F-test	*	*	*	*	*
C.V%	0.15	0.12	0.17	22.36	7.58

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 3.3. การเจริญเติบโตของพริกไทยที่ปลูกร่วมกับมะพร้าว อายุ 28 ปี

จากการปลูกพริกไทยพันธุ์ซีลอน ร่วมกับมะพร้าวอายุ 28 ปี โดยปลูกระหว่างแถวมะพร้าว ใช้ระยะปลูก 2x2 เมตร ติดตั้งระบบน้ำ ไร่รองรับในช่วงที่ฝนทิ้งช่วงติดต่อกันเกิน 1 สัปดาห์ ใช้สแลนสีดำหุ้มเสาพริกไทย ก่อนทำการปลูก เพื่อให้พริกไทยสามารถเจริญเติบโตและเกาะขึ้นค้างได้เร็วขึ้น (ภาพที่ 3.2 และ 3.3) การให้ปุ๋ยพริกไทยในแปลงทดลอง ให้ปุ๋ยมูลสัตว์ การเจริญเติบโตของพริกไทยในแปลงทดลอง ปีที่ 1 สามารถรายงานผลการทดลองได้ดังนี้



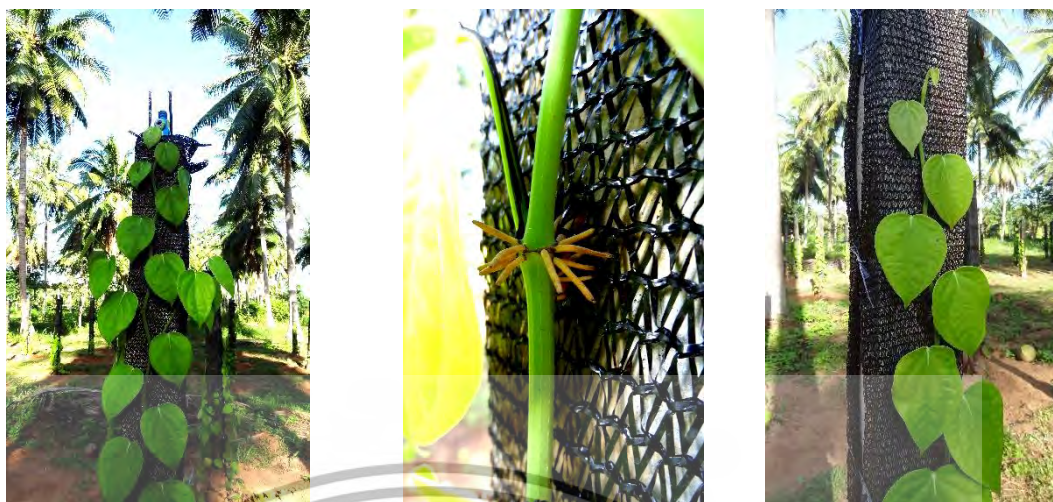
ก

ข

ค

**ภาพที่ 3.2** แปลงพริกไทยที่ปลูกร่วมกับมะพร้าว อายุ 28 ปี วิธีการที่ 2 (ก) วิธีการที่ 3 (ข) และวิธีการที่ 4 (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก ข ค  
ภาพที่ 3.3 ต้นพริกไทยที่ปลูกร่วมกับมะพร้าว อายุ 28 ปี

### 3.4 ความสูงของต้นพริกไทย

ความสูงของต้นพริกไทยที่ปลูกร่วมกับมะพร้าว อายุ 28 ปี ที่ปลูกตั้งแต่เดือน มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 พบว่า ต้นพริกไทยที่ปลูกในเดือนมิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ทุกวิธีการทดลองมีความสูงต้นแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 2 มีความสูงของต้นพริกไทยเฉลี่ยในเดือน มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ต้นพริกไทยสูง 45.75 82.25 116.00 198.50 และ 208.00 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 3 และ 4 โดยวิธีการที่ 3 ต้นพริกไทยที่ปลูกในเดือน มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ต้นพริกไทยสูง 42.75 72.25 106.25 186.88 และ 200.13 เซนติเมตร ตามลำดับ วิธีการที่ 4 ต้นพริกไทยมีความสูง 27.50 44.25 94.25 182.38 และ 197.38 เซนติเมตร ตามลำดับ ความสูงของต้นพริกไทยที่ปลูกในเดือนกันยายน และตุลาคมทุกวิธีการทดลองต้นพริกไทยมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 133.38-189.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 3.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 3.5 ความสูงของต้นพริกไทยที่ปลูกแซมในแปลงมะพร้าวอายุ 28 ปี

ความสูงของต้นพริกไทยเฉลี่ยต่อเดือน (เซนติเมตร)							
การทดลอง	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
วิธีการที่ 1	-	-	-	-	-	-	-
วิธีการที่ 2	45.75a	82.25a	116.00a	136.25	189.00	198.50a	208.00a
วิธีการที่ 3	42.75b	72.25b	106.25b	145.38	185.00	186.88b	200.13ab
วิธีการที่ 4	27.50c	44.25c	94.25c	133.38	142.00	182.38c	197.38b
F-test	*	*	*	ns	ns	*	*
C.V%	9.74	11.39	6.09	5.48	19.49	5.02	1.25

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ \* มีความแตกต่างทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 3.5 ผักเหลียง

ผักเหลียงที่ปลูกร่วมกับมะพร้าวที่มีอายุ 28 ปี โดยใช้ระยะปลูก 1 x 1 เมตร การปลูกผักเหลียงด้วยกิ่งตอน วางต้นกล้าเอียง 45 องศาเซลเซียส เพื่อให้ผักเหลียงแตกแขนงเร็วขึ้นและมีทรงพุ่มกว้าง ทำให้ผลผลิตที่ได้สูง (ภาพที่ 3.4) จากการทดลองในปีที่ 1 ยังไม่มีผลผลิต เนื่องจากต้องตัดแต่งให้แตกทรงพุ่มออกด้านข้าง เพื่อให้มีผลผลิตสูงเมื่อต้นสมบูรณ์และเจริญเติบโตเต็มที่



ภาพที่ 3.4 ต้นผักเหลียงที่ปลูกร่วมกับมะพร้าวอายุ 28 ปี (ก ข ค และ ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 ข้าวไร่ที่ปลูกร่วมกับมะพร้าว อายุ 28 ปี

ข้าวไร่ที่ปลูกเป็นพืชร่วมในแปลงมะพร้าวอายุ 28 ปี ปลูกข้าวไร่ ทั้งหมด 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สามเดือน เล็บนกไร่ ดอกขาม และภูเขาทอง เพื่อหาพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในสวนมะพร้าว (ภาพที่ 3.5 และ 3.5)



ก

ข

ค

ภาพที่ 3.5 แปลงข้าวไร่ที่ปลูกร่วมกับมะพร้าว อายุ 28 ปี



ก

ข

ค

ง

ภาพที่ 3.6 ลักษณะรวงของข้าวไร่ 4 สายพันธุ์ที่ปลูกร่วมกับมะพร้าว พันธุ์สามเดือน (ก) เล็บนกไร่ (ข) ดอกขาม (ค) ภูเขาทอง (ง)

#### 3.5.1 การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวไร่

ข้าวไร่พันธุ์สามเดือน เล็บนกไร่ ดอกขาม และภูเขาทอง ที่ปลูกร่วมกับมะพร้าวอายุ 28 ปี พบว่า ข้าวไร่ทั้ง 4 พันธุ์มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงต้นอยู่ในช่วง 90.94-97.65 เซนติเมตร จำนวนรวงต่อกออยู่ในช่วง 5.80-6.83 รวง ผลผลิตต่อไร่อยู่ในช่วง 553.24-691.09 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพันธุ์สามเดือนให้ผลผลิตสูงสุด 691.09 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 ความสูงต้น จำนวนรวงต่อกอ และผลผลิตต่อไร่ของข้าวไร่พันธุ์สามเดือน เล็บนกไร่ ดอกขาม และภูเขาทองที่ปลูกแซมในสวนมะพร้าวอายุ 28 ปี

พันธุ์	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนรวงต่อกอ (รวง)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
สามเดือน	90.94	5.80	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
เล็บนกไร่	95.84	6.83	691.09
ดอกขาม	92.50	5.80	663.47
ภูเขาทอง	97.65	6.50	553.24
F-test	Ns	ns	674.43
C.V%	10.62	19.46	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 3.7 หน่วยงานเปียร์ปลูกร่วมกับมะพร้าว อายุ 28 ปี

หน่วยงานเปียร์ที่ปลูกร่วมกับมะพร้าวอายุ 20 ปีขึ้นไป เป็นการปลูกเพื่อรอเลี้ยงสัตว์ในปี 2561 ในปีแรกได้ตัดต้นพันธุ์แจกเกษตรกร ไปปลูกเป็นแนวกันชนในระบบเกษตรอินทรีย์ (ภาพที่ 3.7)



ก ข ค



ง

จ

ภาพที่ 3.7 แปลงหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกแซมในแปลงมะพร้าวอายุ 28 ปี การเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ (ก) ตัดต้นพันธุ์ให้เกษตรกร (ข) ลักษณะของต้นพันธุ์ที่สมบูรณ์ (ค) การเลือกต้นพันธุ์ที่สมบูรณ์ ให้กับเกษตรกร (ง และ จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.8 ต้นทุนการผลิตการเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น ต่อเดือน

ต้นทุนการผลิตการเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น ต่อเดือน จากการทดลองวิธีการที่ 1 มะพร้าวอย่างเดียว 1 ไร่ วิธีการที่ 2 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และผักเหลียง 350 ต้น วิธีการที่ 3 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับปลุกพริกไทย 100 ต้น และข้าวไร่ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สามเดือน เล็บนกไร่ ดอกขาม และภูเขาทอง พื้นที่ 144 ตารางเมตร วิธีการที่ 4 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และหญ้าเนเปียร์พื้นที่ 144 ตารางเมตร (ตารางที่ 8) พบว่า วิธีการที่ 1 มีต้นทุนค่าปุ๋ยคอก 1 กระสอบต่อปีต่อต้นคิดเป็นต้นทุนเดือนละ 88.89 บาท ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-13-21) ที่ 1 มีต้นทุนค่าปุ๋ยคอก 800 บาท ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-13-21) 4,800 บาท ปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต 580 บาท ค่าเก็บผลมะพร้าว 826 บาท ค่าตัดหญ้า 1,600 บาท ค่าตอบแทนผู้ควบคุมดูแลแปลง 1,500 บาท มีต้นทุนรวมต่อปี 10,106.00 บาท

วิธีการที่ 2 มีต้นทุนค่าปุ๋ยคอก 800 บาท ปุ๋ยเคมีสูตร (สูตร 12-13-21) 4,800 บาท ปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต 580 บาท ค่าปุ๋ยสูตร 15-15-15 เป็นเงิน 262.50 บาท ค่าต้นพริกไทย 20,000 บาท ค่าเสาพริกไทย 100 ต้น 18,500 บาท ค่าระบบน้ำ 18,908 บาท ต้นพันธุ์ผักเหลียง 12,600 บาท ค่าตัดหญ้า 1,600 บาท ค่ารถไถเตรียมพื้นที่ปลุกพริกไทย 1,350 บาท ค่าแรงงานปักไม้เตรียมพื้นที่ปลุกพริกไทย 450 บาท ค่าจ้างเหมาปักเสาพริกไทยและวางระบบน้ำ 5,100 บาท ค่าจ้างปลุกพริกไทย 1,500 บาท ค่ากำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ยพูนโคน 600 บาท ค่าแรงงาน ค่าเตรียมพื้นที่ปลุกพืชรวม 450 บาท ค่าเก็บผลมะพร้าว 2,200 บาท ค่าตอบแทนผู้ควบคุมดูแลแปลง 1,500 บาท มีต้นทุนรวมต่อปีที่หักค่าเสื่อมสภาพ (ปีที่1) 61,374.10 บาท

วิธีการที่ 3 มีต้นทุนค่าปุ๋ยคอก 800 บาท ปุ๋ยเคมีสูตร 12-13-21 4,800 บาท ปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต 580 บาท ค่าปุ๋ยสูตร 15-15-15 เป็นเงิน 262.50 บาท ค่าต้นพริกไทย 20,000 บาท ค่าเสาพริกไทย 100 ต้น 18,500 บาท ค่าเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ 15 บาท ค่าตัดหญ้า 1,600 บาท ค่ารถไถเตรียมพื้นที่ปลุกพริกไทย 1,350 บาท ค่าแรงงานปักไม้เตรียมพื้นที่ปลุกพริกไทย 450 บาท ค่าจ้างเหมาปักเสาพริกไทยและวางระบบน้ำ 5,100 บาท ค่าระบบน้ำ 18,908 บาท ค่าจ้างปลุกพริกไทย 1,500 บาท ค่ากำจัดวัชพืชใส่ปุ๋ยพูนโคน 600 บาท ค่าแรงงานเตรียมพื้นที่ปลุกพืชรวม 450 บาท เตรียมพื้นที่ปลุกข้าวไร่ 100 บาท ค่าดายหญ้าใส่ปุ๋ยแปลงข้าว 600 บาท ค่าแรงเก็บเกี่ยวข้าว 1 วัน 300 บาท ค่าเก็บผลมะพร้าว 640 บาท ค่าตอบแทนผู้ควบคุมดูแลแปลง 1,500 บาท มีต้นทุนรวมต่อปีที่หักค่าเสื่อมสภาพ (ปีที่1) เป็นเงิน 48,129.10 บาท

วิธีการ 4 มีต้นทุนค่าปุ๋ยคอก 800 บาท ปุ๋ยเคมีสูตร 12-13-21 4,800 บาท ปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต 580 บาท ค่าปุ๋ยสูตร 15-15-15 เป็นเงิน 262.50 บาท ค่าต้นพริกไทย 20,000 บาท ค่าเสาพริกไทย 100 ต้น 18,500 บาท ค่าท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ 1,050 บาท ค่าตัดหญ้า 1,600 บาท ค่ารถไถเตรียมพื้นที่ปลุกพริกไทย 1,350 บาท ค่าแรงงานปักไม้เตรียมพื้นที่ปลุกพริกไทย 450 บาท ค่าจ้างเหมาปักเสาพริกไทยและวางระบบน้ำ 5,100 บาท ค่าระบบน้ำ 18,908 บาท ค่าจ้างปลุกพริกไทย 1,500 บาท กำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ยพูนโคน 600 บาท ค่าแรงงานเตรียมพื้นที่ปลุกพืชรวม 450 บาท ค่าเก็บผลมะพร้าว 826 บาท ค่าตอบแทนผู้ควบคุมดูแลแปลง 1,500 บาท มีต้นทุนรวมต่อปีที่หักค่าเสื่อมสภาพ (ปีที่1) เป็นเงิน 48,450.10 บาท

อย่างไรก็ตามการเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าวถ้าต้องการให้มีต้นทุนต่ำ ควรผลิตในระบบอินทรีย์โดยมีการเลี้ยงสัตว์ร่วมด้วย เนื่องจากสามารถอาศัยมูลสัตว์ที่เลี้ยงมาใส่บำรุงพืชร่วมต่าง ๆ ในแต่ละวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น ส่วนแรงงานควรใช้แรงงานภายในครอบครัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวนวโศภการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 ต้นทุนการผลิตในการเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น  
ต่อปี

ราคาต้นทุนการผลิตในการเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้นต่อปี				
รายการ	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2	วิธีการที่ 3	วิธีการที่ 4
1. วัสดุเกษตร				
1.1 ปุ๋ยคอก ตันละ 1 กระสอบต่อปี	800.00	800.00	800.00	800.00
1.2 ปุ๋ย(สูตร 12-13-21)	4,800.00	4,800.00	4,800.00	4,800.00
1.3 ปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต	580.00	580.00	580.00	580.00
1.4 ค่าปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 2.5 กก.	-	262.50	262.50	262.50
1.5 ค่าต้นพริกไทย 400 ต้น	-	20,000.00	20,000.00	20,000.00
1.6 ค่าเสาพริกไทย 100 ต้น (ลงทุนครั้งแรก)	-	18,500.00	18,500.00	18,500.00
1.7 ค่าเสาพริกไทย 100 ต้น (ค่าเสื่อม/ปีที่1)	-	3,700.00	3,700.00	3,700.00
1.8 ค่าระบบน้ำ (ลงทุนครั้งแรก)	-	18,908.00	18,908.00	18,908.00
1.9 ค่าระบบน้ำแปลงทดลอง(ค่าเสื่อม/ปีที่1)	-	3,781.60	3,781.60	3,781.60
1.10 ค่าเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ น้ำหนัก 15 กรัม	-	-	15.00	-
1.11 ต้นพันธุ์ผักเหลียง 400 ต้น	-	12,600.00	-	-
1.12 ค่าท่อนพันธุ์ถั่วเนเปียร์	-	-	-	1,050.00
2. ค่าจ้างแรงงาน				
2.1 ค่าตัดหญ้าในแปลงทดลอง	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00
2.2 ค่ารถไถดินเตรียมพื้นที่ปลูกพริกไทย	-	1,350.00	1,350.00	1,350.00
2.3 ค่าแรงงานวัดและเตรียมพื้นที่ปลูกพริกไทย	-	450.00	450.00	450.00
2.4 ค่าจ้างเหมาปักเสาพริกไทยและระบบน้ำ	-	5,100.00	5,100.00	5,100.00
2.5 ค่าจ้างปลูกพริกไทย	-	1,500.00	1,500.00	1,500.00
2.6 ค่าจ้างกำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ยพูนโคนต้นพริกไทย ปีที่ 1	-	600.00	600.00	600.00
2.7 เตรียมพื้นที่ ไถตะ และไถพรวนแปลงข้าวไร่พื้นที่ 144 ตารางเมตร	-	100.00	100.00	100.00
2.8 ค่าแรงงานวัดและเตรียมพื้นที่ปลูกพืชรวม	-	450.00	450.00	450.00
2.9 ค่าเก็บผลมะพร้าว ลูกละ 2 บาท	826.00	2,200.00	640.00	826.00
2.10 ค่าจ้างดายหญ้าใส่ปุ๋ย แปลงข้าว	-	-	600.00	-
2.11 ค่าแรงเก็บเกี่ยวข้าว 1 วัน	-	-	300.00	-
2.12 ค่าตอบแทนผู้ควบคุมดูแลแปลง	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00
<b>ต้นทุนรวมไม่หักค่าเสื่อม</b>	<b>10,106.00</b>	<b>91,300.50</b>	<b>78,055.50</b>	<b>78,376.50</b>
<b>ต้นทุนรวมหักค่าเสื่อมสภาพ (ปีที่1)</b>	<b>-</b>	<b>61,374.10</b>	<b>48,129.10</b>	<b>48,450.10</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าว ในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น เพื่อเป็นศูนย์ต้นแบบ ขยายผล และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว โดยวิธีการที่ 1 มะพร้าวอย่างเดียว 1 ไร่ วิธีการที่ 2 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และผักเหลียง 350 ต้น วิธีการที่ 3 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับปลูกรักไทย 100 ต้น และข้าวไร่ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สามเดือน เล็บนกไร่ ดอกขาม และภูเขาทอง ใช้พื้นที่ 144 ตารางเมตร วิธีการที่ 4 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และหญ้าเนเปียร์ ทุกวิธีการใช้สวนมะพร้าวอายุ 20 ปีขึ้นไป จากการทดลองผลผลิตของมะพร้าวจากทุกวิธีการให้ ผลผลิตต่ำอยู่ในช่วง 1-4 ผลต่อต้นต่อปี อาจเนื่องจากสวนมะพร้าวขาดการดูแลและไม่ได้ใส่ปุ๋ยจึงทำให้ ผลผลิตมะพร้าวต่ำ โดยทั่วไปมะพร้าวออกดอกเฉลี่ยปีละ 12 จัน (กรมวิชาการเกษตร, 2555) ถ้ามีการดูแลรักษาที่ดีผลทุกจันได้ผลผลิตทุกเดือน ๆ ละ 5-8 ผลต่อต้นต่อเดือน ช่วยให้เกษตรกรมีรายได้ จากสวนมะพร้าวเพิ่มขึ้น จากการทดลอง วิธีการที่ 1 มะพร้าวอย่างเดียว 1 ไร่ ให้ผลผลิตมะพร้าว 1,100 ผลต่อไร่ต่อ 9 เดือน (55 ผลต่อต้นต่อ 9 เดือน) จำหน่ายในราคาเฉลี่ยของมะพร้าวผลขนาดใหญ่ กลาง และเล็กทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็นรายได้ 18,623.40 บาทต่อไร่ต่อ 9 เดือน มีต้นทุน การผลิต 10,106.00 บาท เมื่อหักต้นทุนการผลิต คงเหลือเป็นเงินกำไรสุทธิ 8517.40 บาท ในขณะที่ วิธีการที่ 2 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และผักเหลียง 350 ต้น ให้ผลผลิตมะพร้าว 1,000 ผลต่อไร่ต่อ 9 เดือน จำหน่ายในราคาเฉลี่ยทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็นรายได้ 16,992.00 บาทต่อ 9 เดือน ส่วนพริกไทยและผักเหลียงยังไม่มีรายได้ วิธีการที่ 2 มีต้นทุนการผลิตที่คิดค่าเสื่อมปีที่ 1 แล้ว เป็นเงิน 61,374.10 วิธีการที่ 2 คิดลบ 44,382.00 บาท วิธีการนี้มีต้นทุนที่เกิดจากปลูกรักไทยและ ผักเหลียงที่ยังไม่มีรายได้ในปีที่ 1 วิธีการที่ 3 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับปลูกรักไทย 100 ต้น และข้าวไร่ 4 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตมะพร้าว 960 ผลต่อไร่ต่อปี จำหน่ายในราคาเฉลี่ยทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็น รายได้ 16,056.20 บาท เมื่อรวมกับราคาข้าวไร่ที่ขายเป็นข้าวกล้องจากการปลูกในพื้นที่ขนาด 144 ตารางเมตร จำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 60 บาท มีรายได้ 2,238.90 บาท รวมเป็นเงิน 18,295.10 บาท ส่วนพริกไทยยังไม่มีรายได้ วิธีการที่ 3 มีต้นทุนการผลิตที่คิดค่าเสื่อมปีที่ 1 แล้วเป็นเงิน 48,129.10 วิธีการที่ 3 คิดลบ 29,834.00 บาท วิธีการนี้มีต้นทุนที่เกิดจากปลูกรักไทยที่ยังไม่มี รายได้ในปีที่ 1 และ วิธีการที่ 4 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และหญ้าเนเปียร์ ให้ผลผลิต 1,240 ผลต่อไร่ต่อปี จำหน่ายในราคาเฉลี่ยทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็นรายได้ 20,848.20 บาท ส่วนพริกไทยและหญ้าเนเปียร์ยังไม่มีผลผลิต วิธีการที่ 4 มีต้นทุนการผลิตที่คิดค่าเสื่อมปีที่ 1 แล้วเป็น เงิน 48,450.10 วิธีการที่ 4 คิดลบ 27601.90 บาท วิธีการนี้มีต้นทุนที่เกิดจากปลูกรักไทยและ หญ้าเนเปียร์ยังไม่มีรายได้ในปีที่ 1

อย่างไรก็ตามในปีแรกเป็นการวางแผนและปลูกพืชเพื่อรองรับการเลี้ยงสัตว์ในปี 2561 และพืชบางชนิดเช่นพริกไทย เหยียง จะได้ผลผลิตในปีที่ 2 (2561) จึงยังไม่สามารถสรุปได้ในปีแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 4 : สมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และผลผลิตมะพร้าวจากพื้นที่ต่าง ๆ ในจังหวัดชุมพร

### 4.1 สมบัติดินของสวนมะพร้าว

จากการเลือกสวนมะพร้าวที่มีการเจริญเติบโตดี จาก 3 อำเภอที่เป็นแหล่งปลูกมะพร้าวที่สำคัญของจังหวัดชุมพร อำเภอละ 9 สวนมาวิเคราะห์สมบัติดิน (ตารางที่ 1) ได้ผลดังนี้

#### 4.1.1 สมบัติดินของสวนมะพร้าวที่ปลูกในบริเวณ อ.เมือง จ.ชุมพร

ดินเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.65 มีค่าการสะสมของเกลือในดิน (Electrical conductivity, EC) สูง โดยมีค่า EC  $1,169 \mu\text{S cm}^{-1}$  ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter: OM) ปานกลาง (2.34%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ (Extractable Ca and Mg) และปริมาณเหล็กที่สกัดได้ (Extractable Fe) สูง (31.5, 1,444, 130 และ 208  $\text{mg kg}^{-1}$  ตามลำดับ) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extractable K) ต่ำ ( $51.7 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ส่วนปริมาณแมงกานีส ทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้ (Extractable Mn, Cu and Zn) ปานกลาง (8.94, 2.42 และ  $1.50 \text{ mg kg}^{-1}$  ตามลำดับ)

#### 4.1.2 สมบัติดินของสวนมะพร้าวที่ปลูกในบริเวณ อ.สวี จ.ชุมพร

ดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.02) มีค่า EC ต่ำ ( $163 \mu\text{S cm}^{-1}$ ) ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (2.28%) ปริมาณธาตุอาหารในดินส่วนใหญ่มีอยู่ในระดับสูง ได้แก่ ปริมาณ P ( $75.5 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Ca ( $875 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Mg ( $88.9 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Fe ( $114 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Mn ( $14.2 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Cu ( $4.13 \text{ mg kg}^{-1}$ ) และ Zn ( $7.78 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ยกเว้น K ( $44.7 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ที่มีอยู่ในระดับต่ำ

#### 4.1.3 สมบัติดินของสวนมะพร้าวที่ปลูกในบริเวณ อ.ปะทิว จ.ชุมพร

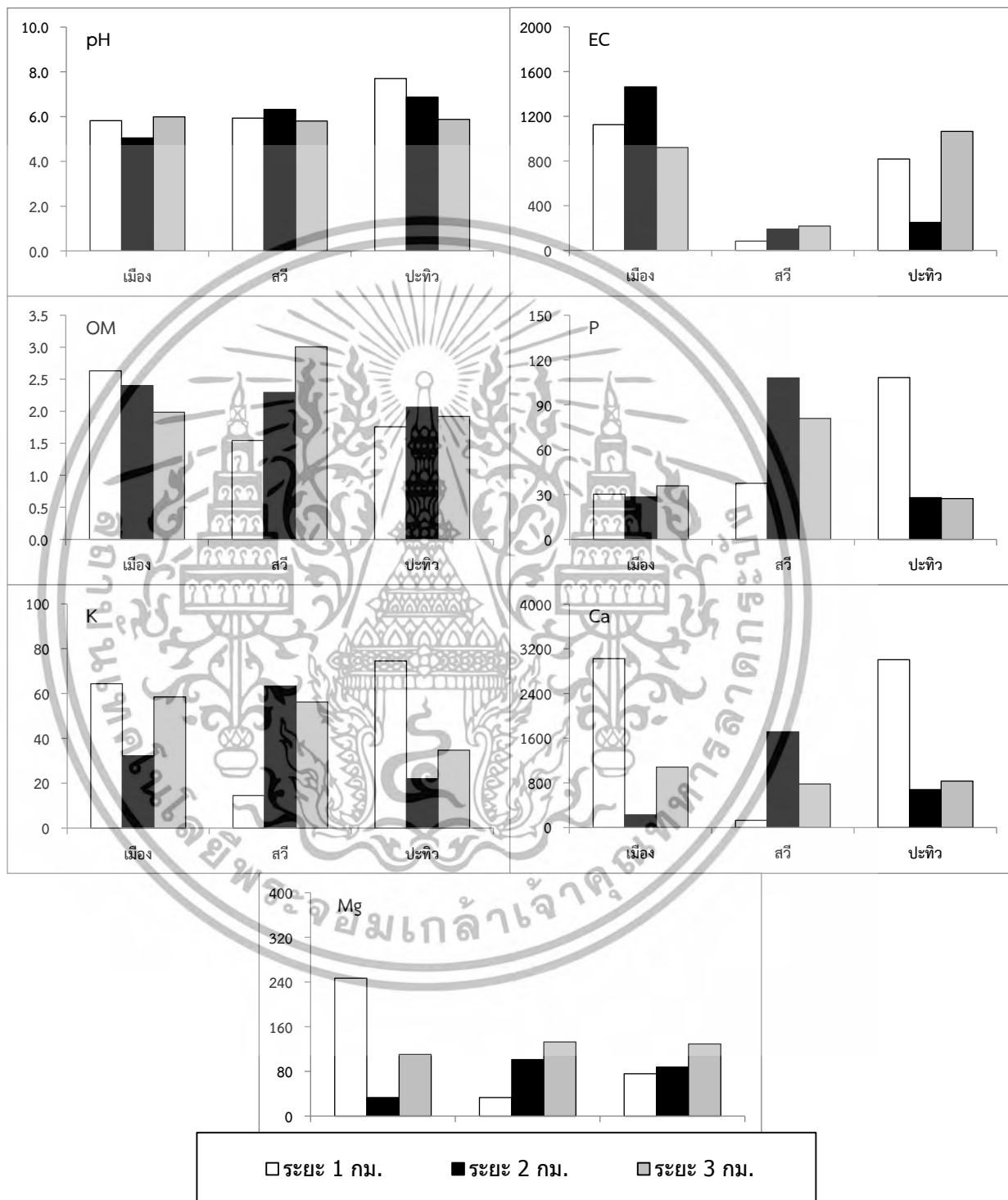
ดินค่อนข้างเป็นกลาง (pH 6.82) มีค่า EC  $711 \mu\text{S cm}^{-1}$  จัดว่ามีการสะสมของเกลือต่ำ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (1.91%) มีปริมาณ P, Ca, Mg, Fe และ Mn สูง (54.4, 1,505, 97.5, 68.0 และ  $33.2 \text{ mg kg}^{-1}$  ตามลำดับ) มีปริมาณ K ต่ำ ( $43.7 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ส่วนปริมาณ Cu และ Zn ปานกลาง ( $1.83$  และ  $2.49 \text{ mg kg}^{-1}$  ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาสมบัติดินตามระยะทางที่ห่างจากชายฝั่งทะเล (ภาพที่ 4.1) โดยแต่ละอำเภอเก็บที่ระยะห่างจากชายฝั่งทะเล 1, 2 และ 3 กิโลเมตร (กม.) ตามลำดับ ระยะห่างละ 3 สวน พบว่าสมบัติดินของสวนมะพร้าวในบริเวณอำเภอเมืองส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะห่างจากชายฝั่งทะเลมากขึ้น ยกเว้นค่า pH และปริมาณ P ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่สมบัติดินของสวนมะพร้าวในบริเวณอำเภอสวีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นส่วนใหญ่เมื่อระยะห่างจากชายฝั่งทะเลมากขึ้น ยกเว้นค่า pH กับปริมาณ Zn ที่มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ส่วนสมบัติดินของสวนมะพร้าวในบริเวณอำเภอปะทิว มีค่า pH, P, K, Ca, Mn และ Zn มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะห่างจากชายฝั่งทะเลมากขึ้น ในขณะที่ค่า EC, OM, Mg, Fe และ Cu มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.1 สมบัติดินปลูกมะพร้าวในแต่ละอำเภอ ที่ความลึก 0-20 ซม. (n=9)

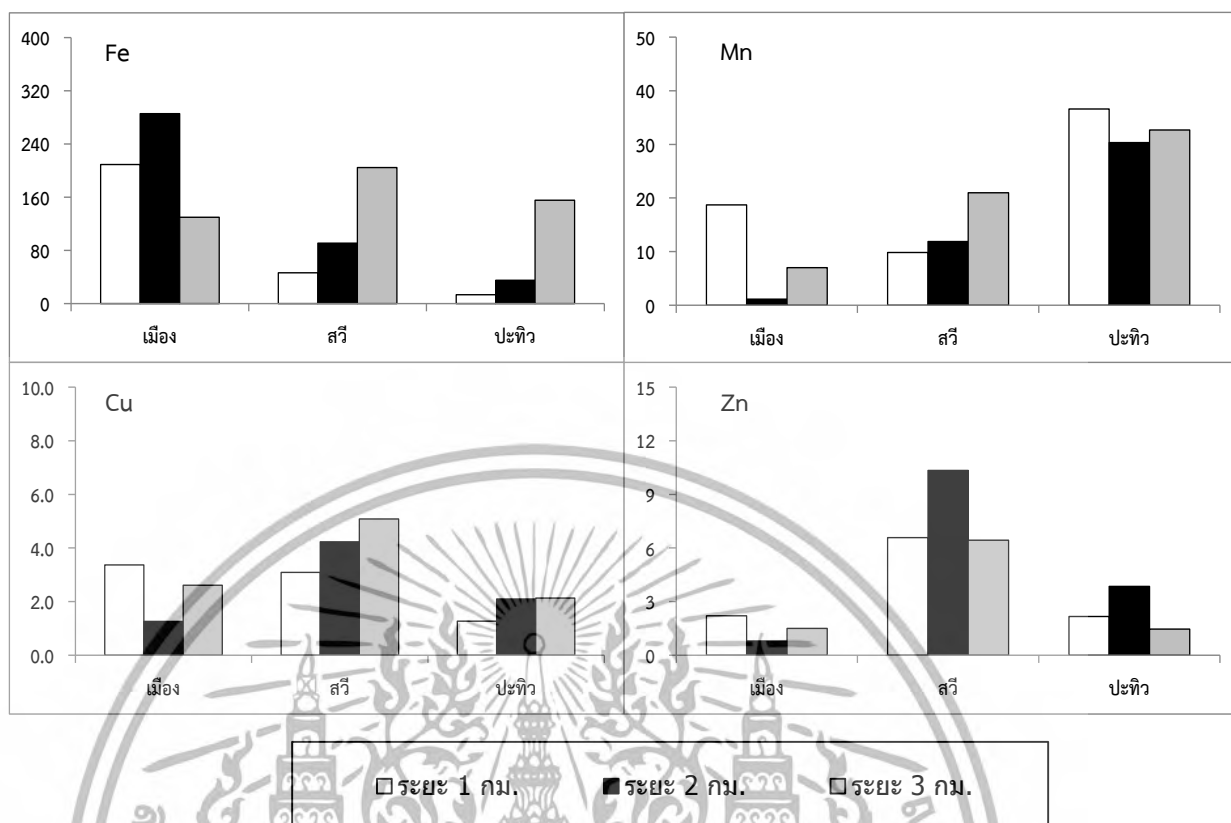
อำเภอ		pH (1:1) น้ำ	EC (1:1) ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	OM (%)	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
		(mg kg <sup>-1</sup> )										
เมือง	Mean	5.62	1,169	2.34	31.5	51.7	1,444	130	208	8.94	2.42	1.50
	SD	1.31	1,411	0.92	19.6	15.9	1,762	113	142	13.8	1.01	0.87
สวี	Mean	6.02	163	2.28	75.5	44.7	875	88.9	114	14.2	4.13	7.78
	SD	0.65	119	1.10	72.8	40.9	902	75.0	85.0	10.3	1.82	7.29
ปะทิว	Mean	6.82	711	1.91	54.5	43.7	1,505	97.5	68.0	33.2	1.83	2.49
	SD	1.24	708	0.58	47.2	28.9	1,189	53.9	105	21.7	0.62	1.69

แม้ว่าสมบัติดินของสวนมะพร้าวทั้ง 3 ระยะทางที่ห่างจากชายฝั่งทะเลมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน แต่ก็ทำให้ทราบถึงสถานะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมต่อไป



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินตามระยะทางที่ห่างจากชายฝั่งทะเลในแต่ละอำเภอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 (ต่อ)

#### 4.2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมะพร้าว

จากการเก็บตัวอย่างใบมะพร้าวมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบของแต่ละอำเภอ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

4.2.1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมะพร้าวของ อ.เมือง จ.ชุมพร พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจน (N) และแคลเซียม (Ca) มีค่าเพียงพอต่อความต้องการของพืช (1.92 และ 0.37% ตามลำดับ) มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (P) เหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) ที่สูงเกินความต้องการของพืช (0.155%, 187 mg kg<sup>-1</sup> และ 81.1 mg kg<sup>-1</sup> ตามลำดับ) ในขณะที่ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (K) และแมกนีเซียม (Mg) มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานธาตุอาหาร (0.78 และ 0.22% ตามลำดับ) ส่วนความเข้มข้นของทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) มีค่า 3.08 และ 10.9 mg kg<sup>-1</sup> ตามลำดับ

4.2.2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมะพร้าวของ อ.สวี จ.ชุมพร พบว่า ความเข้มข้นของ N, Ca และ Fe มีค่าเพียงพอต่อความต้องการของพืช (1.92%, 0.37% และ 99.5 mg kg<sup>-1</sup> ตามลำดับ) มีความเข้มข้นของ P และ Mn ที่สูงเกินความต้องการของพืช (0.15% และ 99.6 mg kg<sup>-1</sup> ตามลำดับ) ในขณะที่ความเข้มข้นของ K และ Mg มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานธาตุอาหาร (0.56 และ 0.22% ตามลำดับ) ส่วนความเข้มข้นของ Cu และ Zn มีค่า 3.42 และ 11.1 mg kg<sup>-1</sup> ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมะพร้าวของ อ.ปะทิว จ.ชุมพร พบว่า ความเข้มข้นของ N, Mg และ Fe มีค่าเพียงพอต่อความต้องการของพืช (1.83%, 0.29% และ 47.0 mg kg<sup>-1</sup> ตามลำดับ) มีความเข้มข้นของ P, Ca และ Mn ที่สูงเกินความต้องการของพืช (0.15%, 0.57% และ 89.7 mg kg<sup>-1</sup> ตามลำดับ) ในขณะที่ความเข้มข้นของ K มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานธาตุอาหาร (0.20%) ส่วนความเข้มข้นของ Cu และ Zn มีค่า 2.57 และ 17.6 mg kg<sup>-1</sup> ตามลำดับ

จะเห็นว่า ความเข้มข้นของ K ในใบมะพร้าวของทั้ง 3 อำเภอ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานมาก ซึ่งสอดคล้องกับที่ดินของทั้ง 3 อำเภอ มีปริมาณ K ต่ำด้วยเช่นกัน

**ตารางที่ 4.2** ความเข้มข้นธาตุอาหารในใบมะพร้าวในแต่ละอำเภอ (n=9)

อำเภอ	N	P	K (%)	Ca	Mg	Fe	Mn Cu Zn		
							(mg kg <sup>-1</sup> )		
เมือง	1.92	0.155	0.78	0.37	0.22	187	81.1	3.08	10.9
สวี	1.92	0.150	0.56	0.42	0.22	99.5	99.6	3.42	11.1
ปะทิว	1.83	0.162	0.20	0.57	0.29	47.0	89.7	2.57	17.6
ค่ามาตรฐานธาตุอาหาร*	1.8-2.0	0.11-0.13	1.2-1.5	0.3-0.54	0.25-0.30	40-115**	60**	-	-

ที่มา: Reuter and Robinson (1997), \*\*Magat (n.d.)

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมะพร้าวจากระยะทางที่ห่างจากชายฝั่งทะเล (ตารางที่ 4.3) พบว่า ความเข้มข้นของ N, Ca และ Fe มีค่าเพียงพอต่อความต้องการของพืช ความเข้มข้นของ P และ Mn สูงเกินความต้องการของพืช ในขณะที่ความเข้มข้นของ K มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานธาตุอาหารในทุกระยะทางที่ห่างจากชายฝั่งทะเล ยกเว้นความเข้มข้นของ Mg ในใบมะพร้าวบริเวณที่ห่างจากชายฝั่งทะเล 1 และ 2 กิโลเมตร ที่มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย

**ตารางที่ 4.3** ความเข้มข้นธาตุอาหารในใบมะพร้าวพิจารณาจากระยะทางที่ห่างจากชายฝั่งทะเล (n=9)

ระยะห่าง (กิโลเมตร)	N	P	K (%)	Ca	Mg	Fe, Mn, Cu, Zn			
						Fe	Mn	Cu	Zn
1	1.88	0.16	0.42	0.50	0.24	114	98.8	3.02	12.0
2	1.90	0.15	0.48	0.46	0.24	108	73.6	2.83	15.9
3	1.88	0.16	0.64	0.40	0.25	112	98.0	3.23	11.7
ค่ามาตรฐานธาตุ อาหาร*	1.8-2.0	0.11-0.13	1.2-1.5	0.3-0.54	0.25-0.30	40-115**	60**	-	-

ที่มา: Reuter and Robinson (1997), \*\*Magat (n.d.)

### 4.3 ราคาและปริมาณผลผลิต

จากตารางที่ 4.4 แสดงถึงราคาผลมะพร้าวเฉลี่ยที่เกษตรกรขายได้ในช่วงที่มีราคาสูงและปริมาณผลมะพร้าวเฉลี่ยที่เก็บในแต่ละต้นต่อรอบ จะเห็นว่า ราคาเฉลี่ยต่อผลที่เกษตรกรขายได้ของทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยผลมะพร้าวของบริเวณอำเภอเมืองและอำเภอสวีขายได้ในราคาที่สูงกว่า (20.0-20.7 บาทต่อผล) ในขณะที่ผลมะพร้าวของบริเวณอำเภอปะทิวขายได้ในราคาเฉลี่ยที่ 18.2 บาทต่อผล เมื่อพิจารณาจากระยะห่างจากชายฝั่งทะเลพบว่า มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละระยะห่างจากชายฝั่งทะเล (19.4-20.0 บาทต่อผล) และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ ส่วนปริมาณผลมะพร้าวเฉลี่ยที่เก็บในแต่ละต้นต่อรอบของแต่ละอำเภอมีค่าใกล้เคียงกัน (5.47-7.44 ผล) และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากระยะห่างจากชายฝั่งทะเลพบว่า มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยในแต่ละระยะห่างจากชายฝั่งทะเล (3.71-8.41 ผล) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลราคาและปริมาณผลผลิตมะพร้าว

รายการ	ราคาเฉลี่ย/ผล (บาท)	ปริมาณผลผลิตที่เก็บแต่ละต้น/ รอบ (ผล)
อำเภอ	เมือง	20.7b
	สวี	20.0b
	ปะทิว	18.2a
	P<0.05	*
ระยะห่าง (กม.)	1	20.0
	2	19.4
	3	19.4
		P<0.05

ns = non-significant

อาจกล่าวได้ว่า ระยะห่างจากชายฝั่งทะเลไม่มีผลต่อราคาและปริมาณผลผลิตที่เก็บได้ แต่อาจมีผลกับสมบัติดินที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน แต่ก็ทำให้ทราบถึงสถานะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมต่อไป

## กิจกรรมย่อยที่ 5 : การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของการนำทาง กาบ และถ่าน กะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูป สำหรับต้นหน้าวัว

### 5.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพระหว่างการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย

เป็นการศึกษาความหนาแน่นรวม เปอร์เซ็นต์ความพรุนเฉลี่ย ความชื้นสัมบูรณ์ และ เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ในกรณีลดขนาดของวัสดุด้วยเครื่องสับย่อย

### 5.2 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุหลังจากการตีปน

เป็นการศึกษาขนาดเฉลี่ย และความชื้นแห้งของ ทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ในกรณีลดขนาดของวัสดุด้วยเครื่องตีปน

### 5.3 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุผสมในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ

เป็นการศึกษาค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเป็นกรด-ด่าง ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ จำนวน 6 ส่วนผสม ด้วยการใช้กาวแปงมันสำหรับเป็นตัวอย่างประสาน

### 5.4 ศึกษาเงื่อนไขของแรงกดอัดที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูป

เป็นการศึกษาแรงที่ใช้ในการกดอัด ต่อคุณสมบัติความแข็งของชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูป

### 5.5 ศึกษาอัตราส่วนผสมของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ในการอัดขึ้นรูปบนเงื่อนไขที่เหมาะสม และศึกษาคงตัวของกระถางจากการลดความชื้น

ในกระบวนการอัดขึ้นรูปจะใช้เงื่อนไขในการกดอัด ได้แก่ กดด้วยความดัน 1500 psi และ กดค้างไว้นาน 10 วินาที และใช้ปริมาตรของวัสดุเท่ากันทุกครั้ง การทดสอบหาสัดส่วนการผสมวัสดุทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ที่เหมาะสมที่สุดในการอัดขึ้นรูป ด้วยการตรวจสอบเวลาเฉลี่ยทั้งหมดที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง น้ำหนักกระถางเฉลี่ยที่ได้หลังจากการอัดขึ้นรูป จำนวนกระถางที่อัดได้คุณภาพในค่าความดัน 1,500 psi และช่วงเวลากดค้างไว้นาน 10 วินาที และปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นบนกระถางที่อัดขึ้นรูปแล้วไม่ได้คุณภาพ

### 5.6 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของกระถางที่ได้จากอัดขึ้นรูป

เป็นการทดสอบทั้งสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น การดูดซึมน้ำและการระบายความร้อนของกระถาง การพองตัวของกระถาง และการย่อยสลายของกระถาง ในส่วนของสมบัติเชิงกลเป็นการทดสอบค่าความแข็งแรงกดสูงสุดในแนวด้านข้าง และแนวตั้ง ค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นในแนวด้านข้าง และแนวตั้ง

## ผลการวิจัยเป็นไปดังนี้

### 5.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพระหว่างการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย

5.1.1 การศึกษาความหนาแน่นรวมของทาง และกาบมะพร้าว เป็นการหาค่าความหนาแน่นรวม (Bulk Density) ของวัสดุหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าวซึ่งมีขนาดเล็ก เป็นดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงความหนาแน่นรวมเฉลี่ย (Average Bulk Density,  $kg/m^3$ ) ของทาง และกาบมะพร้าวหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว

ชนิดของวัสดุ	$\bar{x} \pm S.D.$
ทางมะพร้าว	$308.68 \pm 34.15^a$
กาบมะพร้าว	$151.91 \pm 13.56^b$
ถ่านกะลามะพร้าว	$920.53 \pm 45.15^c$
F-test	**
% C.V.	7.30

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.1 ความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของทาง และกาบมะพร้าวหลังจากลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว พบว่า ความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ถ่านกะลามะพร้าว ทางมะพร้าว และกาบมะพร้าว มีความหนาแน่นรวมเฉลี่ย  $920.53 \pm 45.15 kg/m^3$ ,  $308.68 \pm 34.15 kg/m^3$  และ  $151.91 \pm 13.56 kg/m^3$  ตามลำดับ

5.1.2 การศึกษาความพรุนของทาง และกาบมะพร้าว เป็นการหาค่าเปอร์เซ็นต์ความพรุนเฉลี่ย (Average Porosity Percentage) ของวัสดุหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว ซึ่งมีขนาดเล็ก เป็นดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความพรุนเฉลี่ย (Average Porosity Percentage, %) ของทาง และกาบมะพร้าวหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว

ชนิดของวัสดุ	$\bar{x} \pm S.D.$
ทางมะพร้าว	$64.88 \pm 1.28^a$
กาบมะพร้าว	$84.80 \pm 0.77^b$
ถ่านกะลามะพร้าว	$26.41 \pm 2.77^c$
F-test	**
% C.V.	3.09

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.2 การศึกษาความพรุนของทาง และกาบมะพร้าวหลังจากลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว พบว่า เปอร์เซ็นต์ความพรุนเฉลี่ยของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเปอร์เซ็นต์ความพรุนเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ กาบมะพร้าว ทางมะพร้าว และถ่านกะลามะพร้าว มีค่าความพรุนเฉลี่ย  $84.80 \pm 0.77$  %,  $64.88 \pm 1.28$  % และ  $26.41 \pm 2.77$  % ตามลำดับ

5.1.3 การศึกษาความชื้นสัมบูรณ์ของทาง และกาบมะพร้าว เป็นการหาค่าอัตราส่วนของน้ำหนักของน้ำในวัสดุต่อมวลแห้งของวัสดุหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว ซึ่งมีขนาดเล็ก เป็นดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าความชื้นสัมบูรณ์เฉลี่ย (Average Absolute Moisture Content, %) ของทาง และกาบมะพร้าวหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว

ชนิดของวัสดุ	$\bar{x} \pm S.D.$
ทางมะพร้าว	$9.69 \pm 0.06^a$
กาบมะพร้าว	$9.65 \pm 0.30^a$
ถ่านกะลามะพร้าว	$5.55 \pm 0.68^b$
F-test	**
% C.V.	5.17

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.3 การศึกษาความชื้นสัมบูรณ์ของทาง และกาบมะพร้าวหลังจากลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว พบว่าความชื้นสัมบูรณ์ ทาง และกาบมะพร้าว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ยกเว้น ถ่านกะลามะพร้าว ยกเว้นถ่านกะลามะพร้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าความชื้นสัมบูรณ์เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ทางมะพร้าว กาบมะพร้าว และถ่านกะลามะพร้าว มีค่าความชื้นสัมบูรณ์  $9.69 \pm 0.06 \%$ ,  $9.65 \pm 0.30 \%$  และ  $5.55 \pm 0.68 \%$  ตามลำดับ

5.1.4 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว เป็นการหาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำในทาง และกาบมะพร้าวหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว เป็นดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเฉลี่ย (Average Water Absorption Percentage, %) ของทาง และกาบมะพร้าวหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว

ชนิดของวัสดุ	$\bar{x} \pm S.D.$
ทางมะพร้าว	$210.79 \pm 8.93^a$
กาบมะพร้าว	$461.51 \pm 29.09^b$
ถ่านกะลามะพร้าว	$35.12 \pm 4.46^c$
F-test	**
% C.V.	7.54

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.4 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำในทาง และกาบมะพร้าวหลังการลดขนาดด้วยเครื่องสับย่อย และถ่านกะลามะพร้าว พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำในทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าการดูดซึมน้ำเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ กาบมะพร้าว ทางมะพร้าว และถ่านกะลามะพร้าว มีค่าการดูดซึมน้ำ  $461.51 \pm 29.09 \%$ ,  $210.79 \pm 8.93 \%$  และ  $35.12 \pm 4.46 \%$  ตามลำดับ

## 5.2 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพระหว่างการลดขนาดด้วยเครื่องตีป่น

5.2.1 การศึกษาขนาดเฉลี่ยของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการลดขนาดด้วยเครื่องตีป่น เป็นดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 แสดงขนาดเฉลี่ย (Average Particles Size,  $\mu m$ ) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการลดขนาดด้วยเครื่องตีป่น

ชนิดของวัสดุ	$\bar{x} \pm S. D.$
ทางมะพร้าว	$2,313.81 \pm 80.27^a$
กาบมะพร้าว	$1,789.87 \pm 500.07^b$
ถ่านกะลามะพร้าว	$698.28 \pm 81.60^c$
F-test	**
% C.V.	16.02

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.5 การศึกษาขนาดเฉลี่ยของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการลดขนาดด้วยเครื่องตีป่น พบว่า ขนาดเฉลี่ยของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยขนาดเฉลี่ยของวัสดุเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ทางมะพร้าว กาบมะพร้าว และถ่านกะลามะพร้าว มีขนาดเฉลี่ย  $2,313.81 \pm 80.27 \mu m$ ,  $1,789.87 \pm 500.07 \mu m$  และ  $698.28 \pm 81.60 \mu m$  ตามลำดับ

5.2.2 การศึกษาการหาความชื้นของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการลดขนาดด้วยเครื่องตีป่น เป็นดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าความชื้นเฉลี่ย (Average Moisture, %) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการลดขนาดด้วยเครื่องตีป่น

ชนิดของวัสดุ	$\bar{x} \pm S. D.$
ทางมะพร้าว	$14.39 \pm 0.27^a$
กาบมะพร้าว	$15.59 \pm 1.14^b$
ถ่านกะลามะพร้าว	$7.74 \pm 0.09^c$
F-test	**
% C.V.	5.40

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.6 การศึกษาความชื้นของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการลดขนาดด้วยเครื่องตีป่น พบว่า ความชื้นของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยความชื้นของวัสดุเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ กาบมะพร้าว ทางมะพร้าว และถ่านกะลามะพร้าว มีความชื้นเฉลี่ย  $15.59 \pm 1.14 \%$ ,  $14.39 \pm 0.27 \%$  และ  $7.74 \pm 0.09 \%$  ตามลำดับ

### 5.3 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุผสมในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ

5.3.1 การศึกษาการหาค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าวหลังจากการผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ จำนวน 6 ส่วนผสม โดยการใช้กาวแปงมันสำหรับเป็นตัวประสาน ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุผสมในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ เป็นดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย (Average Electric Conductivity (E.C.),  $mS/cm$ ) ของวัสดุผสมในสูตรต่าง ๆ จากทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว

สูตรในการผสม	$\bar{x} \pm S.D.$
1	$0.24 \pm 0.02^a$
2	$0.26 \pm 0.04^a$
3	$0.18 \pm 0.05^b$
4	$0.42 \pm 0.06^c$
5	$0.61 \pm 0.06^d$
6	$0.55 \pm 0.08^d$
F-test	**
% C.V.	14.54

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.7 การศึกษาการหาค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าวหลังจากการผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ จำนวน 6 ส่วนผสม โดยการใช้กาวแปงมันสำหรับเป็นตัวประสาน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าการนำไฟฟ้าในวัสดุผสมเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ สูตร 5 (ทาง 400 กรัม, กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) สูตร 6 (ทาง 600 กรัม, กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 4 (ทาง 200 กรัม, กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 600 กรัม) สูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) สูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) และสูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) มีค่าการนำไฟฟ้า  $0.61 \pm 0.06 mS/cm$ ,  $0.55 \pm 0.08 mS/cm$ ,  $0.42 \pm 0.06 mS/cm$ ,  $0.26 \pm 0.04 mS/cm$ ,  $0.24 \pm 0.02 mS/cm$  และ  $0.18 \pm 0.05 mS/cm$  ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 การศึกษาการหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว หลังจากการผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ จำนวน 6 ส่วนผสม โดยการใช้กาวแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุผสมในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ เป็นดังตารางที่ 5.8

**ตารางที่ 5.8** แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย (pH) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าวหลังจากการผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ

สูตรในการผสม	$\bar{x} \pm S.D.$
1	7.27 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>
2	7.11 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>
3	7.53 $\pm$ 0.28 <sup>b</sup>
4	7.75 $\pm$ 0.19 <sup>b</sup>
5	7.74 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>
6	7.72 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>
F-test	**
% C.V.	2.73

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

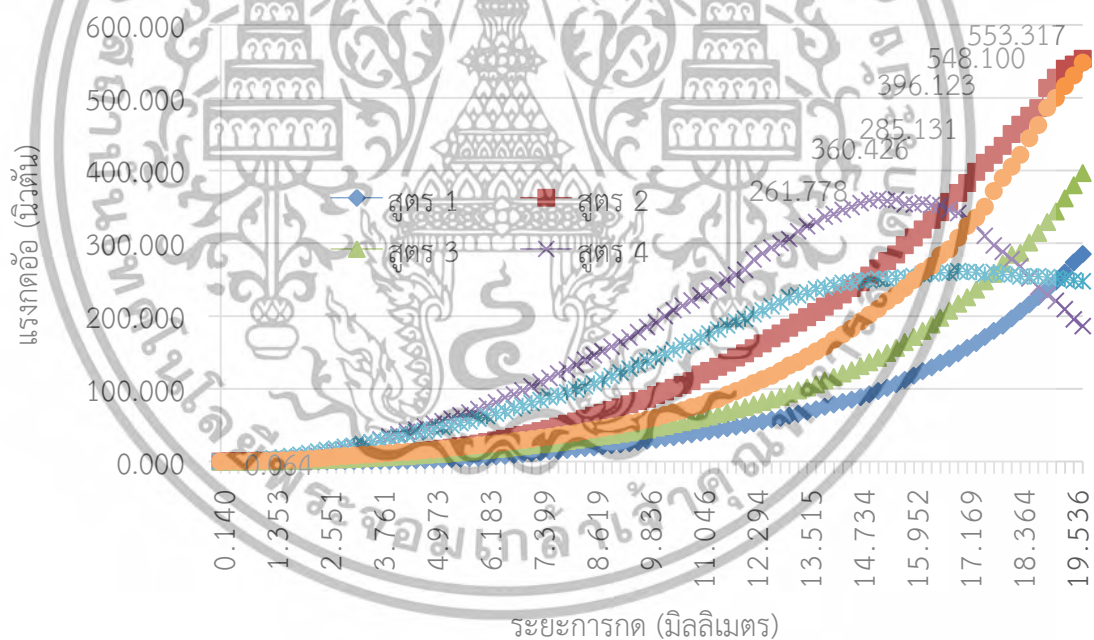
จากตารางที่ 5.8 การศึกษาการหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าวหลังจากการผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ จำนวน 6 ส่วนผสม โดยการใช้กาวแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าความเป็นกรด-ด่างในวัสดุผสมเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ สูตร 4 (ทาง 200 กรัม, กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 600 กรัม) สูตร 5 (ทาง 400 กรัม, กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) สูตร 6 (ทาง 600 กรัม, กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) และสูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.75  $\pm$  0.19, 7.74  $\pm$  0.14, 7.72  $\pm$  0.08, 7.53  $\pm$  0.28, 7.27  $\pm$  0.21 และ 7.11  $\pm$  0.26 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.4 ศึกษาเงื่อนไขอัตราส่วนผสมของวัสดุที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปกระถาง

เป็นการศึกษาเงื่อนไขอัตราส่วนของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปกระถาง ด้วยความดันขนาด 1,500 psi และเวลาที่ 10 วินาที ต่อคุณสมบัติความแข็งแรงของชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูป ได้ผลการทดลองดังภาพที่ 5.1

จากภาพที่ 5.1 พบว่า อัตราส่วนของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปกระถาง ด้วยความดันขนาด 1,500 psi และเวลาที่ 10 วินาที ต่อคุณสมบัติความแข็งแรงของชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูป โดยการวัดค่าแรงกดสูงสุด เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ สูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) สูตร 6 (ทาง 600 กรัม, กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 4 (ทาง 200 กรัม, กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 600 กรัม) สูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) และสูตร 5 (ทาง 400 กรัม, กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) มีค่าทนแรงกดสูงสุดที่ระยะ 19.536 มิลลิเมตร เท่ากับ 533.317 นิวตัน, 548.100 นิวตัน, 396.123 นิวตัน, 360.426 นิวตัน, 285.131 นิวตัน และ 261.778 นิวตัน ตามลำดับ



ภาพที่ 5.1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัด กับระยะการกดของชิ้นงานอัดขึ้นรูปใน ส่วนผสมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.5 ศึกษาอัตราส่วนผสมของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ในการอัดขึ้นรูปบนเงื่อนไขที่เหมาะสม และอัตราส่วนของกระถางที่อัดขึ้นรูปได้คุณภาพ

ในกระบวนการอัดขึ้นรูปจะใช้เงื่อนไขในการกดอัด ได้แก่ กดด้วยความดัน 1500 psi และกดค้างไว้นาน 10 วินาที และใช้ปริมาตรของวัสดุเท่ากันทุกครั้ง การทดสอบหาสัดส่วนการผสมวัสดุทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ที่เหมาะสมที่สุดในการอัดขึ้นรูป ด้วยการตรวจสอบเวลาเฉลี่ยทั้งหมดที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง น้ำหนักกระถางเฉลี่ยที่ได้หลังจากการอัดขึ้นรูป จำนวนกระถางที่อัดได้คุณภาพในค่าความดัน 1,500 psi และช่วงเวลากดค้างไว้นาน 10 วินาที และปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นบนกระถางที่อัดขึ้นรูปแล้วไม่ได้คุณภาพ ในการศึกษาอัตราส่วนผสมของทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ในการอัดขึ้นรูปบนเงื่อนไขที่เหมาะสม และอัตราส่วนของกระถางที่อัดขึ้นรูปได้คุณภาพ ดังตารางที่ 5.9 ถึงตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.9 แสดงเวลาเฉลี่ยทั้งหมด (วินาที) ที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง

สูตรการผสม	$\bar{x} \pm S.D.$
1	601.00 $\pm$ 62.04 <sup>a</sup>
2	495.30 $\pm$ 54.76 <sup>b</sup>
3	497.00 $\pm$ 47.15 <sup>b</sup>
F-test	**
% C.V.	10.35

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.9 การศึกษาเวลาเฉลี่ยทั้งหมดที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง พบว่า สูตร 1 กับสูตร 2 และสูตร 1 กับสูตร 3 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ยกเว้นสูตร 2 กับสูตร 3 โดยเวลาเฉลี่ยทั้งหมดที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ สูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) และสูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) มีเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 601.00  $\pm$  62.04 วินาที 497.00  $\pm$  47.15 วินาที และ 495.30  $\pm$  54.76 วินาที ตามลำดับ

ตารางที่ 5.10 น้ำหนักกระถางเฉลี่ย (กรัม) ที่ได้หลังจากการอัดขึ้นรูป

สูตรการผสม	$\bar{x} \pm S.D.$
1	435.47 $\pm$ 26.52 <sup>a</sup>
2	498.36 $\pm$ 46.47 <sup>b</sup>
3	516.13 $\pm$ 14.79 <sup>b</sup>
F-test	**
% C.V.	6.63

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.10 การศึกษาน้ำหนักกระถางเฉลี่ยทั้งหมดที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง พบว่า สูตร 1 กับสูตร 2 และสูตร 1 กับสูตร 3 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ยกเว้นสูตร 2 กับสูตร 3 โดยน้ำหนักกระถางเฉลี่ยทั้งหมดที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ สูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) และสูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) มีน้ำหนักกระถางเฉลี่ยเท่ากับ 516.13  $\pm$  14.79 กรัม 498.36  $\pm$  46.47 กรัม และ 435.47  $\pm$  26.52 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 5.11 จำนวนกระถางที่อัดได้คุณภาพในค่าความดัน 1,500 psi และช่วงเวลาคั่งค้างไว้นาน 10 วินาที

สูตรการผสม	$\bar{x} \pm S.D.$
1	2.60 $\pm$ 0.52 <sup>a</sup>
2	2.60 $\pm$ 1.07 <sup>a</sup>
3	2.40 $\pm$ 0.52 <sup>a</sup>
F-test	ns
% C.V.	29.62

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.11 การศึกษาจำนวนกระถางที่อัดได้คุณภาพที่ค่าความดัน 1,500 psi และช่วงเวลาคั่งค้างไว้นาน 10 วินาที พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ สูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) และสูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) มีจำนวนกระถางที่อัดได้คุณภาพเฉลี่ยเท่ากับ 2.60  $\pm$  0.52 ใบ 2.60  $\pm$  1.07 ใบ และ 2.40  $\pm$  0.52 ใบ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับอัตราส่วนของกระถางที่อัดขึ้นรูปได้คุณภาพ ในสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 3 พบว่า ในส่วนของกระถางที่อัดขึ้นรูปไม่สมบูรณ์จะเกิดการแตกในแนวตั้ง หรือบางส่วนของขอบกระถาง ทำให้กระถางไม่คงรูป ร้อยละ 66.67 การอัดขึ้นรูปกระถางไม่เต็มใบ อยู่ในช่วงครึ่งกระถาง หรือไม่เกิดขอบกระถางด้านบน ร้อยละ 27.27 และเกิดการขาดครึ่งระหว่างการกดอัดขึ้นรูป หรือการยกกระถางออกจากเบ้าอัด ร้อยละ 6.06

### 5.6 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของกระถางที่ได้จากอัดขึ้นรูป

เป็นการทดสอบทั้งสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้นของกระถาง การดูดซับน้ำและการระบายความร้อนของกระถาง การพองตัวของกระถาง และการย่อยสลายของกระถาง ในส่วนของสมบัติเชิงกลเป็นการทดสอบค่าความแข็งแรงกดสูงสุดในแนวด้านข้าง และแนวตั้ง และค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นในแนวด้านข้าง และแนวตั้ง ผลการทดลองเป็นดังนี้

#### 5.6.1 ความชื้นสัมบูรณ์ของกระถาง

เป็นค่านวนค่าความชื้นสัมบูรณ์เริ่มต้นของกระถางหลังจากการอัดขึ้นรูป ความชื้นสัมบูรณ์ของกระถางขณะที่แห้งในสภาพอุณหภูมิห้อง และความชื้นสัมพัทธ์ของกระถางในสภาพอุณหภูมิห้อง เป็นดังตารางที่ 5.12 ถึงตารางที่ 5.14

ตารางที่ 5.12 ความชื้นสัมบูรณ์เริ่มต้นของกระถางหลังจากการอัดขึ้นรูป

สูตรการผลิต	$\bar{x} \pm S.D.$
1	137.30 $\pm$ 6.46 <sup>a</sup>
2	128.75 $\pm$ 7.14 <sup>a</sup>
3	122.42 $\pm$ 17.03 <sup>a</sup>
F-test	Ns
% C.V.	8.74

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.12 การศึกษาความชื้นสัมบูรณ์เริ่มต้นของกระถางหลังจากการอัดขึ้นรูป พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยความชื้นสัมบูรณ์เริ่มต้นของกระถางหลังจากการอัดขึ้นรูป เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ สูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) และสูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) มีความชื้นสัมบูรณ์เริ่มต้นเท่ากับ 137.30  $\pm$  6.46% 128.75  $\pm$  7.14% และ 122.42  $\pm$  17.03% ตามลำดับ

**ตารางที่ 5.13** ความชื้นสัมบูรณ์ของกระถางขณะที่แห้งในสภาพอุณหภูมิห้อง

สูตรการผสม	$\bar{x} \pm S.D.$
1	$18.97 \pm 1.02^a$
2	$16.49 \pm 0.22^b$
3	$20.90 \pm 1.78^c$
F-test	**
% C.V.	6.34

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.13 การศึกษาความชื้นสัมบูรณ์ของกระถางขณะที่แห้งในสภาพอุณหภูมิห้อง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยความชื้นสัมบูรณ์ของกระถางขณะที่แห้งในสภาพอุณหภูมิห้อง เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ สูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) และสูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) มีความชื้นสัมบูรณ์ของกระถางขณะที่แห้งเท่ากับ  $20.90 \pm 1.78\%$ ,  $18.97 \pm 1.02\%$  และ  $16.49 \pm 0.22\%$  ตามลำดับ

**ตารางที่ 5.14** ความชื้นสัมพัทธ์ของกระถางในสภาพอุณหภูมิห้อง

สูตรการผสม	$\bar{x} \pm S.D.$
1	$13.82 \pm 0.64^a$
2	$12.84 \pm 0.79^a$
3	$17.17 \pm 1.09^b$
F-test	**
% C.V.	5.88

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

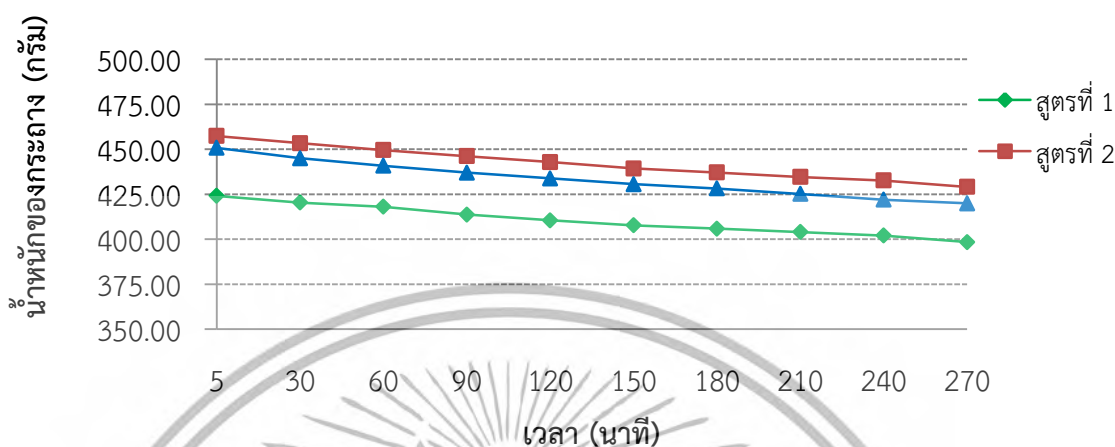
2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.14 การศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ของกระถางในสภาพอุณหภูมิห้อง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยความชื้นสัมพัทธ์ของกระถางในสภาพอุณหภูมิห้อง เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ สูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) และสูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) มีความชื้นสัมพัทธ์ของกระถางในสภาพอุณหภูมิห้องเท่ากับ  $17.17 \pm 1.09\%$ ,  $13.82 \pm 0.64\%$  และ  $12.84 \pm 0.79\%$  ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.6.2 การดูดซับน้ำ และการระบายความร้อนของกระถาง

เป็นการศึกษาการดูดซับน้ำ และการระบายความร้อนของกระถาง ผลการวิจัยเป็นไปดังภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของกระถางและระยะเวลาในการพักกระถางบนตะแกรง หลังการแช่กระถางในน้ำ

ผลจากการศึกษา พบว่ากระถางมีความสามารถใน เรียงจากมากไปน้อยได้แก่ สูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) สูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) และสูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) มีการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 113.93%, 110.58% และ 101.49% กระถางจะคายน้ำออกโดยแปรผันตรงกับระยะเวลา ซึ่งจะส่งผลให้น้ำหนักของกระถางลดลงจนมีน้ำหนักเท่ากับน้ำหนักของกระถางก่อนการทดสอบ

### 5.6.3 การพองตัวของกระถาง

เป็นการทดสอบการพองตัวตามมาตรฐานการทดสอบของ มอก.876-2547 ผลการวิจัยเป็นดังตารางที่ 5.15

ตารางที่ 5.15 เปอร์เซ็นต์การพองตัวของชิ้นงาน

สูตรการผสม	$\bar{x} \pm S.D.$
1	12.11 $\pm$ 8.19 <sup>a</sup>
2	9.70 $\pm$ 8.19 <sup>a</sup>
3	22.10 $\pm$ 9.00 <sup>a</sup>
F-test	ns
% C.V.	53.88

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.15 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การพองตัวของชิ้นงาน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเปอร์เซ็นต์การพองตัวของชิ้นงานเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ สูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) และสูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) มีเปอร์เซ็นต์การพองตัวของชิ้นงาน  $22.10 \pm 9.00\%$   $12.11 \pm 8.19\%$  และ  $9.70 \pm 8.19\%$  ตามลำดับ

#### 5.6.4 การย่อยสลายของกระถาง

เป็นการศึกษาสภาพกระถางที่เตรียมไว้ไปวางที่โล่งแจ้งเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ และสังเกตการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก หลังจากครบเวลา ผลการวิจัยเป็นดังตารางที่ 5.16

ตารางที่ 5.16 เปอร์เซนต์การย่อยสลายของกระถาง

สูตรการผสม	$\bar{x} \pm S. D.$
1	$18.10 \pm 1.96^a$
2	$14.27 \pm 0.43^b$
3	$15.51 \pm 1.21^b$
F-test	**
% C.V.	8.48

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และ \*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 5.16 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของกระถาง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเปอร์เซ็นต์การพองตัวของชิ้นงานเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ สูตร 1 (ทาง 200 กรัม, กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) สูตร 3 (ทาง 400 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) และสูตร 2 (ทาง 200 กรัม, กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) มีเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของกระถาง  $18.10 \pm 1.96\%$   $15.51 \pm 1.21\%$  และ  $14.27 \pm 0.43\%$  ตามลำดับ

### 5.6.5 สมบัติเชิงกลของกระถาง

เป็นการทดสอบค่าความแข็งแรงกดสูงสุดในแนวด้านข้าง และแนวตั้ง และค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นในแนวด้านข้าง และแนวตั้ง ผลการทดลองเป็นดังภาพที่ 5.3.1 ถึง ภาพที่ 5.3.6

จากภาพที่ 5.3.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 1 (ทาง 200 กรัม กาบ 600 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) พบว่ามีค่าทนแรงกดสูงสุดในแนวตั้งเท่ากับ 97.47 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 42.16 kPa มีค่าทนแรงกดที่จุดแตกหักในแนวตั้งเท่ากับ 97.47 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 39.92 kPa มีค่าความยืดหยุ่น (Elastic of Modulus) ในแนวตั้งเท่ากับ 389.4 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 166.8 kPa

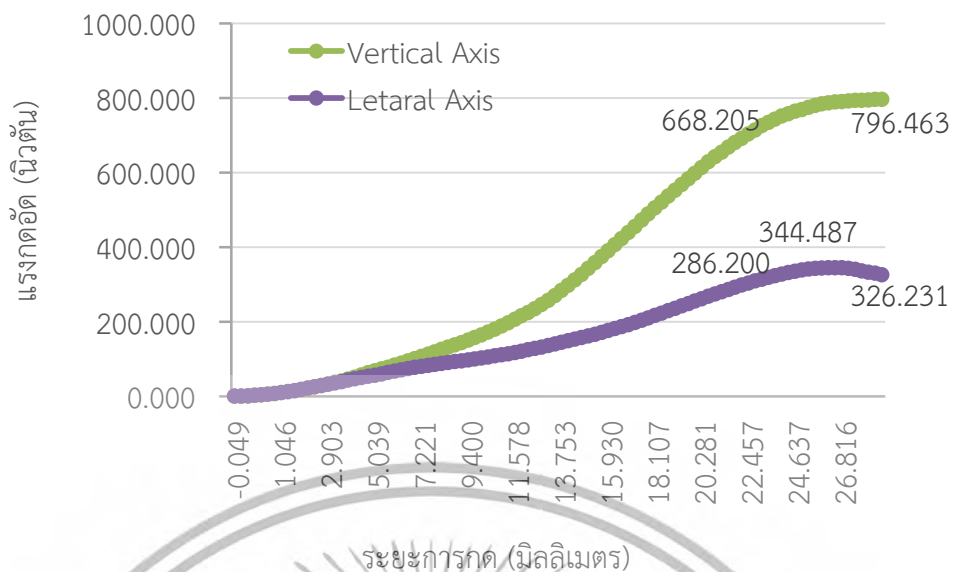
จากภาพที่ 5.3.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 2 (ทาง 200 กรัม กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) พบว่ามีค่าทนแรงกดสูงสุดในแนวตั้งเท่ากับ 105.22 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 20.37 kPa มีค่าทนแรงกดที่จุดแตกหักในแนวตั้งเท่ากับ 105.22 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 18.84 kPa มีค่าความยืดหยุ่น (Elastic of Modulus) ในแนวตั้งเท่ากับ 469.0 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 90.65 kPa

จากภาพที่ 5.3.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 3 (ทาง 400 กรัม กาบ 400 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) พบว่ามีค่าทนแรงกดสูงสุดในแนวตั้งเท่ากับ 73.62 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 29.42 kPa มีค่าทนแรงกดที่จุดแตกหักในแนวตั้งเท่ากับ 65.96 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 27.07 kPa มีค่าความยืดหยุ่น (Elastic of Modulus) ในแนวตั้งเท่ากับ 319.6 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 104.5 kPa

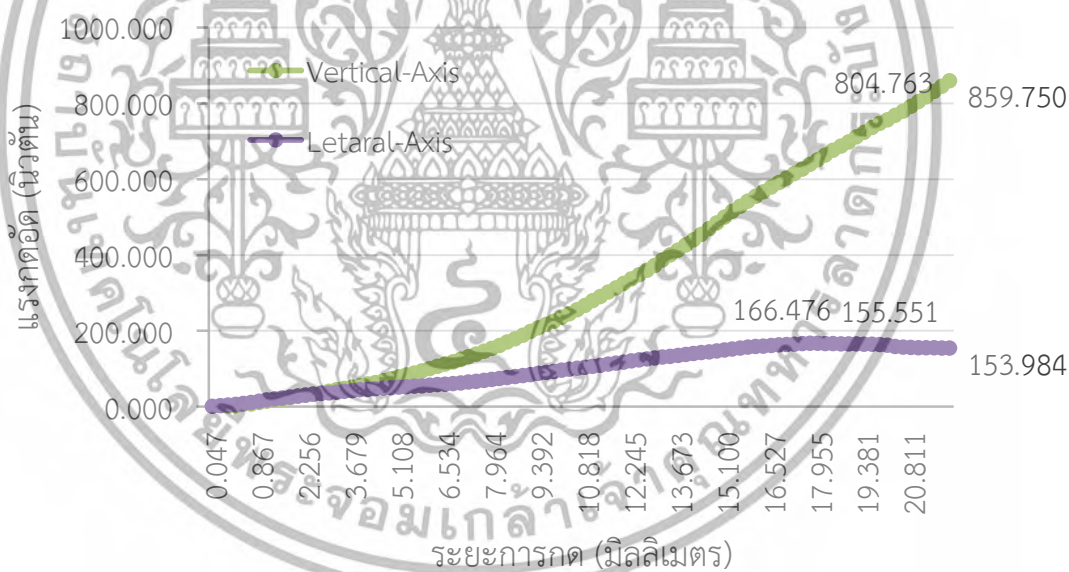
จากภาพที่ 5.3.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 4 (ทาง 200 กรัม กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 600 กรัม) พบว่ามีค่าทนแรงกดสูงสุดในแนวตั้งเท่ากับ 114.18 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 44.87 kPa มีค่าทนแรงกดที่จุดแตกหักในแนวตั้งเท่ากับ 114.18 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 43.73 kPa มีค่าความยืดหยุ่น (Elastic of Modulus) ในแนวตั้งเท่ากับ 458.2 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 200.6 kPa

จากภาพที่ 5.3.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 5 (ทาง 400 กรัม กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 400 กรัม) พบว่ามีค่าทนแรงกดสูงสุดในแนวตั้งเท่ากับ 82.67 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 29.25 kPa มีค่าทนแรงกดที่จุดแตกหักในแนวตั้งเท่ากับ 76.00 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 27.91 kPa มีค่าความยืดหยุ่น (Elastic of Modulus) ในแนวตั้งเท่ากับ 388.7 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 120.3 kPa

จากภาพที่ 5.3.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัดในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 6 (ทาง 600 กรัม กาบ 200 กรัม และถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม) พบว่ามีค่าทนแรงกดสูงสุดในแนวตั้งเท่ากับ 59.77 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 25.83 kPa มีค่าทนแรงกดที่จุดแตกหักในแนวตั้งเท่ากับ 58.43 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 25.28 kPa มีค่าความยืดหยุ่น (Elastic of Modulus) ในแนวตั้งเท่ากับ 274.2 kPa และแนวด้านข้างเท่ากับ 70.33 kPa

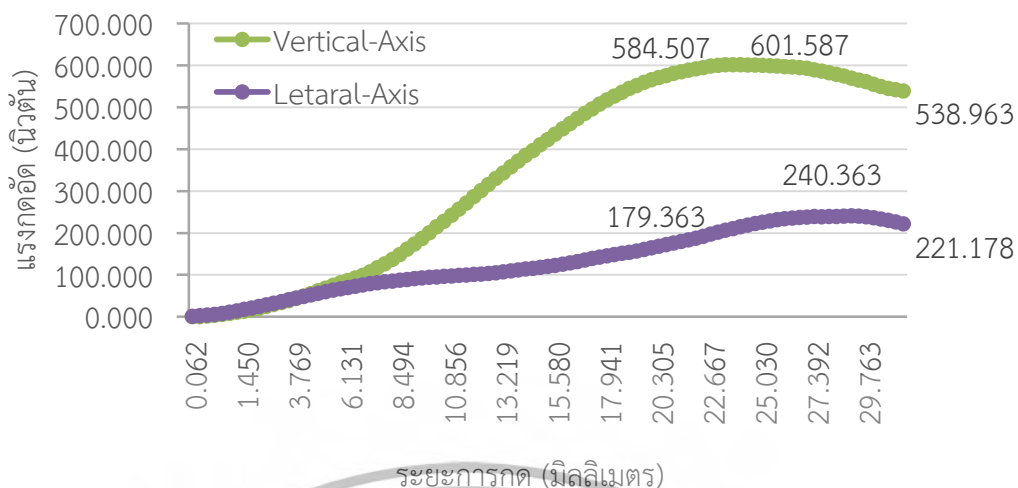


ภาพที่ 5.3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัด  
ในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 1 (ทาง 200 กรัม กาบ 600 กรัม และถ่าน  
กะลามะพร้าว 200 กรัม)



ภาพที่ 5.3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัด  
ในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 2 (ทาง 200 กรัม กาบ 400 กรัม และถ่าน  
กะลามะพร้าว 400 กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

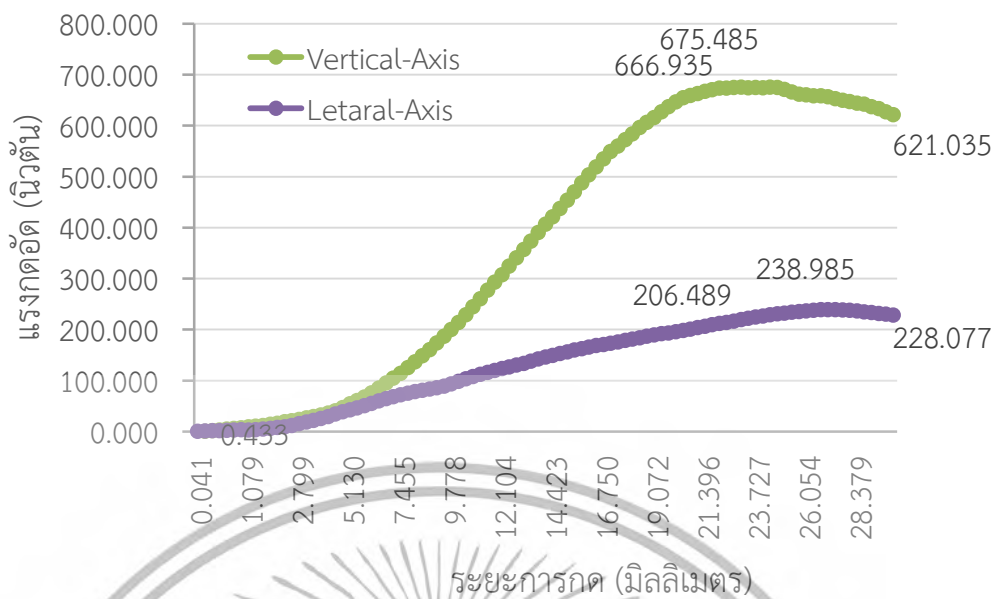


ภาพที่ 5.3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัด  
ในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 3 (ทาง 400 กรัม กาบ 400 กรัม และถ่าน  
กะลามะพร้าว 200 กรัม)

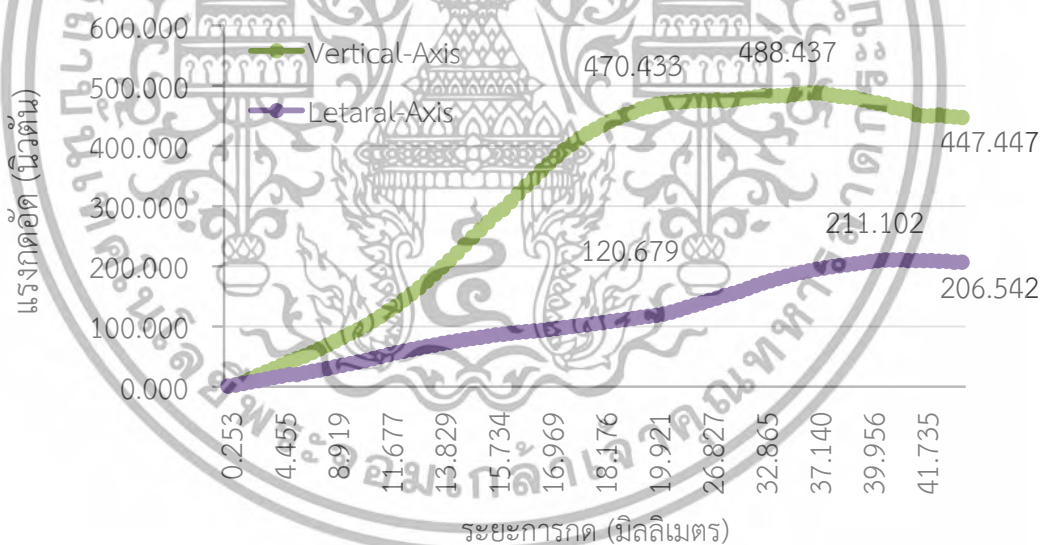


ภาพที่ 5.3.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัด  
ในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 4 (ทาง 200 กรัม กาบ 200 กรัม และ  
ถ่านกะลามะพร้าว 600 กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.3.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัด  
ในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 5 (ทาง 400 กรัม กาบ 200 กรัม และถ่าน  
กะลามะพร้าว 400 กรัม)



ภาพที่ 5.3.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกระถางกับระยะการกดอัด  
ในกระถางที่ส่วนผสมสูตร 6 (ทาง 600 กรัม กาบ 200 กรัม และ  
ถ่านกะลามะพร้าว 200 กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 6 : เครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดและผลมะพร้าว

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลอง วิธีการทดลอง กราฟแสดงผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ซึ่งได้จากการทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการ และจากอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น Rapitest แบบเข็ม รุ่น 1880 และ Rapitest แบบดิจิตอล รุ่น 1835 รวมถึงผลการทดสอบการวัดค่าความเค็มและค่าปริมาณน้ำฝน โดยรายละเอียดของแต่ละหัวข้อ มีดังนี้

### 6.1 การเตรียมดิน

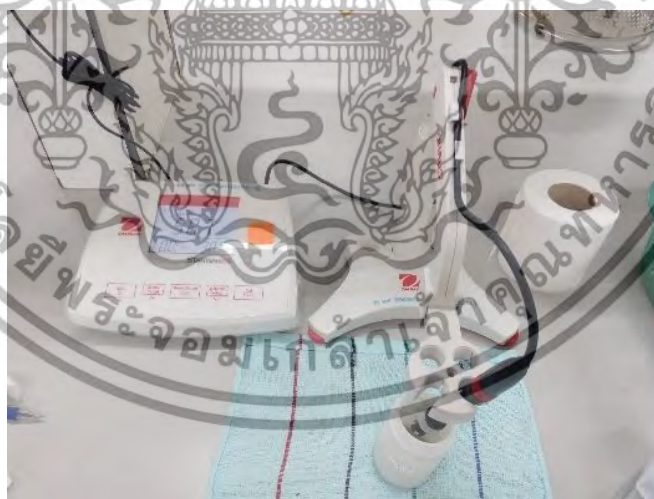
1. ศึกษาหาแหล่งที่มีชนิดของพืชตรงตามดินที่เราต้องการนำมาทดลอง
2. เก็บดินที่ต้องการนำมาทดลองในระบบปิด
3. ขณะเก็บดิน ควรตักหน้าดินออกประมาณ 4-5 นิ้ว แล้วจึงตักตัวอย่างดินมาศึกษาและทดลอง
4. แบ่งดินส่วนหนึ่งตากแดด เพื่อให้ดินแห้งแล้วนำไปทดลองในห้องปฏิบัติการ

### 6.2 การทดลองในห้องปฏิบัติการ

#### 6.2.1 การวัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter

ทำการทดลองเพื่อทดสอบว่าดินนั้นๆ มีปริมาณความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่าไรนั้นได้จากเครื่อง pH meter ดังภาพที่ 6.1 โดยมีวิธีการดังนี้

1. เตรียมดินในอัตราส่วนดินต่อน้ำ เท่ากับ 1 : 5 คือ ดิน 10 กรัม และน้ำกลั่น 50 ml.
2. เขย่าหรือคนดินกับน้ำกลั่นให้ผสมกันประมาณ 1 นาที และควรทิ้งไว้ 30 นาที
3. เริ่มทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง



ภาพที่ 6.1 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.2.2 การสกัดไนโตรเจน (N) จากดิน

การสกัดไนโตรเจนจากดินมีวิธีการทำดังนี้

1. ตักดินตัวอย่าง 1.5 กรัม
2. เติม  $K_2Cr_2O_7$  1 normal จำนวน 5 มล. โดยใช้ pipet แก้ว flask เบาๆ ให้ดินผสมกับสารละลาย
3. เติมกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้นจำนวน 10 มล. โดยเร็ว ให้กรดผสมกับ soil suspension โดยแก้ว flask ไปรอบๆ เบาๆ จนดินและสารละลายผสมกันดี หลังจากนั้นเขย่าแรงขึ้นเป็นเวลา 1 นาที
4. ตั้ง flask ไว้ให้ทำปฏิกิริยา 30 นาที
5. เติมน้ำ 15-20 มล. และหยด O-phenanthroline indicator 3-5 หยด
6. ไตเตรต soil suspension กับ 0.5 normal  $FeSO_4$  เมื่อใกล้ถึง end point สารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเขียวเข้ม ที่จุดนี้ค่อยๆ เติม  $FeSO_4$  ลงไปช้าๆ จนกระทั่ง สารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวอมน้ำเงินเป็นสีแดงดังภาพที่ 4.2 (ควรดูสีในบริเวณที่สว่างและใช้ background สีขาว เพื่อจะได้เห็นสีชัดเจนยิ่งขึ้น) ถ้า end point ที่ได้ไม่ชัดเจนควรกรองสารละลายก่อนการไตเตรต จดผลการทดลองจากปริมาณ  $FeSO_4$  ที่ใช้ในการไตเตรต
7. ทำ blank (ไม่ใส่ตัวอย่างดิน) โดยวิธีเดียวกัน เพื่อเป็นตัว standardize  $K_2Cr_2O_7$  และเป็นตัวเปรียบเทียบปริมาณ  $K_2Cr_2O_7$  ที่ถูก reduced โดยดินตัวอย่าง
8. ในกรณีที่พบว่าสารละลาย  $K_2Cr_2O_7$  ที่ใช้ถูก reduced โดยตัวอย่างดินมากกว่า 75% ให้ทำการวิเคราะห์ใหม่โดยลดปริมาณดินลง แล้วนำค่าจากการสกัด N ที่ได้เข้าสู่สูตรคำนวณหาปริมาณของ %Organic Carbon ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 6.1 จากนั้นนำค่า %Organic Carbon ที่หาได้เข้าสมการที่ 4.2 เพื่อหาค่า %Organic Matter



ภาพที่ 6.2 สารที่ไตเตรตเสร็จแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหา %Organic Carbon สามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 4.1

$$\%Organic\ Carbon = \frac{(Blank - Sample) \times N(FeSO_4) \times 0.003 \times 100 \times 1.33}{Weight(g)} \quad (4.1)$$

โดย 0.003 = milliequivalent weight ของ C ที่ถูก oxidized  
1.33 = ค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยคิดค่าเฉลี่ย % recovery ของคาร์บอนในดินเท่ากับ 75%

Weight = น้ำหนักของตัวอย่างดิน

Blank = ค่าปริมาณของ FeSO<sub>4</sub> ที่ไตเตรตในตัวอย่างที่ไม่ใส่ดิน

Sample = ค่าปริมาณของ FeSO<sub>4</sub> ที่ไตเตรตในตัวอย่างที่ทำการทดลอง

$$\%Organic\ Matter = 1.724 \times \%Organic\ C \quad (4.2)$$

โดยในที่นี้ %Organic Matter คือปริมาณที่มีไนโตรเจนอยู่ 2.5%

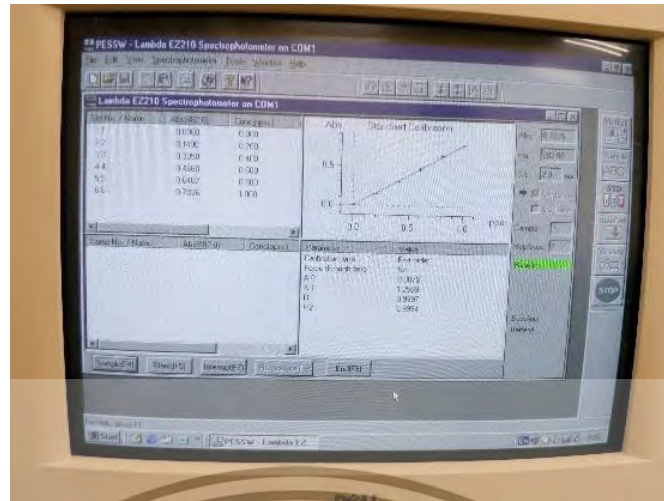
### 6.2.3 การสกัดฟอสฟอรัส (P) จากดิน

ขั้นตอนการสกัดฟอสฟอรัสจากดินและการทำ standard curve ของธาตุฟอสฟอรัสได้อธิบายไปแล้วในบทที่ 3 แล้วนำค่า P ที่วัดได้เข้าสู่สูตรคำนวณหาปริมาณของ P ที่วิเคราะห์ได้เป็น ppm P ของดิน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 4.3



ภาพที่ 6.3 Standard phosphorous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.4 ภาพที่ประมวลผลปริมาณฟอสฟอรัส (P) จากเครื่อง Spectrophotometer

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณของฟอสฟอรัส (P) ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากสมการที่

4.3

$$\text{ppm P} = \frac{(\text{Conc.}) \times \text{BrayII} \times \text{Finalvol}(\text{ml})}{\text{Weight}(\text{g}) \times \text{Aliquot}(\text{ml})} \quad (4.3)$$

โดยในที่นี้ Conc = ค่า Conc ที่อ่านได้จากเครื่อง Spectrophotometer

ppm P = ค่าฟอสฟอรัสในส่วน

BrayII = ปริมาณสารละลาย BrayII ที่ใช้ในการทดลอง

Weight = น้ำหนักของตัวอย่างดิน

Aliquot = ปริมาณดินตัวอย่างที่ได้จากการสกัด

Final vol = ปริมาณสารละลายที่เตรียมจะวัด

#### 6.2.4 การสกัดโพแทสเซียม (K) จากดิน

การสกัดโพแทสเซียมจากดินมีวิธีการดังนี้

1. ทำได้โดยตักดินตัวอย่าง 2.5 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มล.
2. เติมน้ำยาสกัด  $\text{NH}_4\text{OAc}$  ลงไป 25 มล.
3. เขย่าติดต่อกันนาน 30 นาที (180 รอบต่อนาที)
4. กรองโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มล.
5. ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. โดยใช้  $\text{NH}_4\text{OAc}$  เขย่าให้เข้ากัน
6. สารละลายนี้ใช้วัด K โดยวิธี flame photometer

เนื่องจากการทดลองนี้สกัดได้โดยใช้เครื่องมือ ดังภาพที่ 6.5 คือ เครื่อง atomic absorption spectrophotometer เพื่อประมวลผลหาค่า K แล้วนำค่า K ที่วัดได้เข้าสูตรคำนวณหาปริมาณของธาตุ K ที่วิเคราะห์ได้เป็น ppm K ของดิน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 6.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.5 ลักษณะของเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณของโพแทสเซียม (K) สามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 4.4

$$\text{ppm K} = \frac{\text{Data read} \times 25}{\text{weight (g)}} \quad (4.4)$$

โดย ppm K = ปริมาณโพแทสเซียม (K) ในล้านส่วน

Data read = ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง atomic absorption Spectro-photometer

Weight = น้ำหนักของดินตัวอย่าง

### 6.3 ผลการทดลองเพื่อหาปริมาณธาตุ N, P, K, pH และ EC จากห้องปฏิบัติการ

จากการทดลองเพื่อหาปริมาณธาตุ N, P, K, pH และ EC ในห้องปฏิบัติการ ได้ทำการทดลองทั้งหมด 30 ตัวอย่าง และได้ผลการทดลองดังตารางที่ 6.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 ปริมาณธาตุ N, P, K, pH และ EC จากห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างที่	N	P	K	pH	EC
1	5.99523	6.655	8.2	4.99	18.5
2	11.1763	0.63	7.9	8.66	67.9
3	5.58006	1.66	18.4	8.77	66.7
4	6.86126	7.47	14.4	6.9	26.8
5	10.0549	20.05	10	5.53	20.6
6	12.4516	12.495	10.2	5.39	20.7
7	12.8719	58.025	3	6.27	132.8
8	16.4761	41.1	13	4.27	41
9	8.14816	6.85	8.6	5.89	19.42
10	13.7506	4.94	14.1	5.6	18.37
11	7.51688	4.915	14.5	5.96	23.3
12	5.14108	7.23	7.5	5.86	20.7
13	24.8238	6.92	18	6.81	46.6
14	18.4898	6.98	13.5	6.65	34.8
15	11.8158	9.14	9.8	6.74	38.4
16	11.3532	7.08	7.7	5.62	18.1
17	15.434	28.31	16.5	6.43	42.3
18	7.71738	7.485	8.1	5.13	20.6
19	9.63904	12.235	53.6	5.38	32.9
20	9.64961	6.71	8.6	6.75	36.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 ปริมาณธาตุ N, P, K, pH และ EC จากห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

ตัวอย่างที่	N	P	K	pH	EC
21	15.4636	8.465	10.5	5.43	25
22	8.58343	6.21	19.3	5.24	49.7
23	7.73087	6.44	135.4	5.96	29.3
24	22.3247	11.15	182.6	6.22	72.3
25	6.64056	7.815	6.4	5.45	17.95
26	7.2861	5.755	70	6.34	23.3
27	9.01485	7.7	6.8	5.66	21.9
28	6.85067	6.805	13.6	6.38	21.8
29	3.42534	5.82	8.8	4.84	20.6
30	17.8164	5.745	19.4	5.55	30

จากผลการทดลองเป็นการทดลองหาปริมาณธาตุ 3 ชนิด ดังนี้

1. ไนโตรเจน (N) โดยการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุ ซึ่งปริมาณไนโตรเจน (N) ที่ได้จากการทดลองมีผลคือ ภายใตดินหนึ่งๆ จะมี Organic Matter อยู่เพียง 5 เปอร์เซ็นต์ และภายใน 5 เปอร์เซ็นต์นี้ มีที่ไม่ใช่ไนโตรเจนอยู่ 2.5 เปอร์เซ็นต์ และอีก 2.5 เปอร์เซ็นต์ คือไนโตรเจนที่มีอยู่ในดินนั้น ๆ

2. โพแทสเซียม (K) โดยวิเคราะห์แบบ Exchangeable and Soluble Potassium

3. ฟอสฟอรัส (P) โดยวิเคราะห์จากฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available phosphorous)

6.4 การทดลองวัดด้วยเครื่องระหว่าง Rapitest รุ่น 1835, Rapitest รุ่น1880 และเครื่องที่ออกแบบ

6.4.1 การทดลองวัดด้วยเครื่อง Rapitest แบบดิจิตอล รุ่น 1835



ภาพที่ 6.6 ลักษณะของเครื่อง Rapitest แบบดิจิตอล รุ่น 1835

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่อง Rapitest แบบดิจิตอล รุ่น 1835 ดังภาพที่ 6.6 มีวิธีการใช้งานดังนี้

1. ขุดหน้าดินบริเวณที่ต้องการตรวจสอบออก 2 นิ้ว ขุดดินลึกลงไป 5 นิ้ว และกะเทาะให้ดินเป็นชั้นเล็กละเอียดให้มากที่สุดหน้าเศษหิน เศษใบไม้ กิ่งไม้ที่ทับถมอยู่ออก เพราะมันมีผลต่อการทดสอบ ดวงตัวอย่างดินที่ต้องการทดสอบลงในแก้วหรือภาชนะที่สะอาดและใส่ตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ลงไป รดน้ำลงในดินให้ทั่ว คนให้ดินและน้ำเข้ากันจนเป็นโคลนชั้น

2. ใช้แผ่นใยขัดแท่งตรวจค่าให้สะอาดและเป็นเงา โดยระวังหลีกเลี่ยงส่วนปลายของขามิเตอร์ขัดคราบ Oxide ที่อาจจะเกาะที่ผิวหน้าของโลหะออก ใช้สำลีก้อน หรือกระดาษทิชชูเช็ดตั้งแต่หัวอ่านจนสุดที่มีมือจับ

3. ปรับปุ่มขึ้นลงด้านข้างเพื่อเลือกค่าที่ต้องการวัด โดยเสียบแท่งตรวจค่าลงไปตรง ๆ ในตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ให้ลึก 2.5 ถึง 3 นิ้ว ถ้าเสียบลงไปไม่ลื่นไหล ให้ย้ายตำแหน่งเสียบใหม่ อย่าใช้แรงกดแท่งอ่านค่า หมุนแท่งอ่านค่าตามเข็มนาฬิกา และตรงข้ามเข็มนาฬิกาด้วยปลายนิ้วหลายๆ ครั้ง ให้แน่ใจว่าดินเปียกกระจายเกาะที่ผิวหน้าแท่งอ่านค่าจนทั่ว

4. รอประมาณ 60 วินาที สำหรับการวัดค่า pH และ 10 วินาที สำหรับค่า Fertility อ่านค่าที่วัดได้ที่หน้าจอ

#### 6.4.2 การทดลองวัด Rapitest แบบเข็ม รุ่น 1880



ภาพที่ 6.7 ลักษณะของเครื่อง Rapitest แบบเข็ม รุ่น 1880

เครื่อง Rapitest แบบเข็ม รุ่น 1880 ดังภาพที่ 6.7 มีวิธีการใช้งานดังนี้

1. นำดินที่ต้องการวัดหาปริมาณธาตุ NPK ปริมาณ 200 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นพอประมาณ ให้พอเคล้ากันพอดี

2. นำเครื่อง Rapitest แบบเข็ม รุ่น 1880 จุ่มลงดินที่ต้องการวัดทิ้งไว้ 30 วินาทีแล้วอ่านค่าที่หน้าปัด ถ้าเข็มยังไม่นิ่งต้องรอให้เข็มนิ่งก่อนแล้วจึงอ่านค่าที่หน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

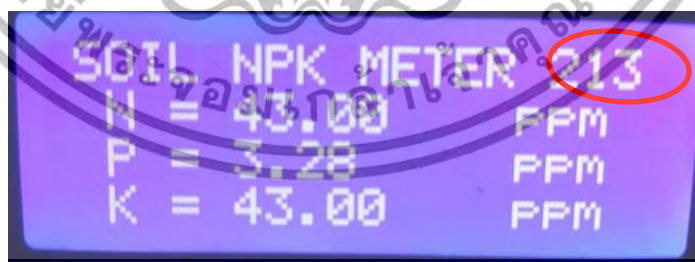
### 6.4.3 การทดลองวัดเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน (Soil NPK measurement meter)



ภาพที่ 6.8 ลักษณะของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน

เครื่องวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินดังภาพที่ 6.8 มีวิธีการทำงานดังนี้

1. นำดินที่ต้องการวัดหาปริมาณธาตุ NPK ปริมาณ 200 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นพอประมาณ ให้พอเคล้ากันพอดี
2. นำเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน จุ่มลงดินที่ต้องการวัดทิ้งไว้ 30 วินาที แล้วอ่าน A/D ที่แสดงบนจอ LCD ดังภาพที่ 4.9

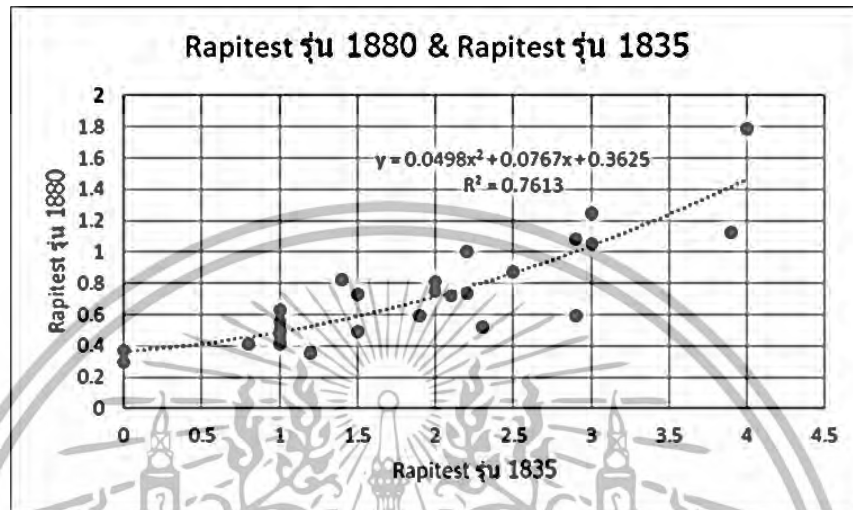


ภาพที่ 6.9 ค่า A/D แสดงบนจอ LCD ที่มุมบนขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

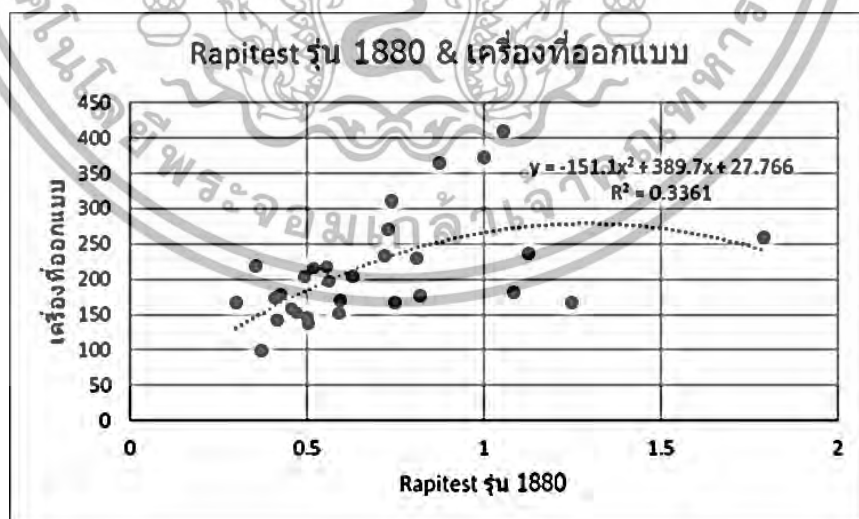
### 6.5 หาความสัมพันธ์ค่าที่ได้จากการวัด Rapitest รุ่น 1880, Rapitest รุ่น 1835 และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน

จากตารางผลการทดลองที่ 6.3 ถึง 6.11 นำค่ามาหาความสัมพันธ์โดยแสดงเป็นกราฟได้ดังนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของเครื่อง Rapitest รุ่น 1880 และ Rapitest รุ่น 1835 ดังภาพที่ 6.10



ภาพที่ 6.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของเครื่อง Rapitest รุ่น 1880 และ Rapitest รุ่น 1835

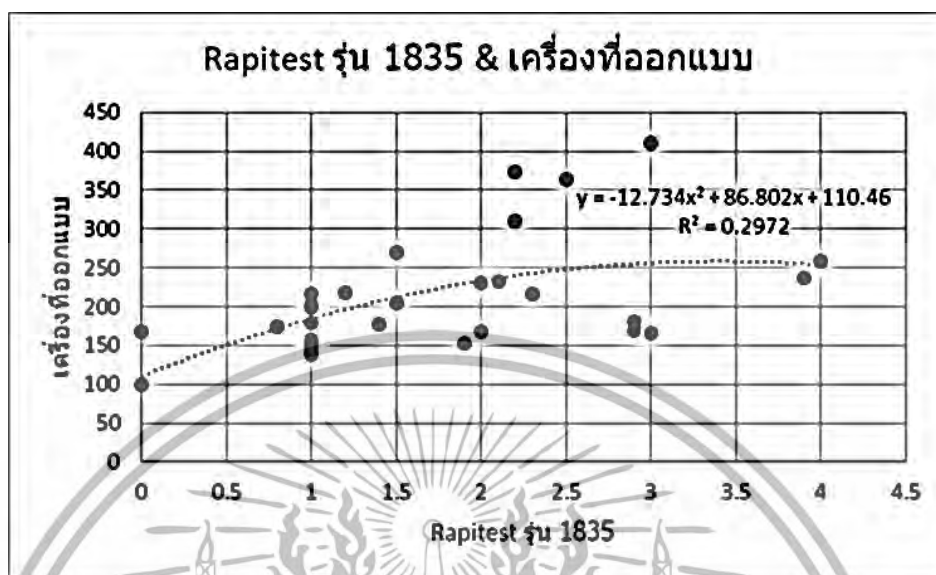
ความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของเครื่อง Rapitest รุ่น 1880 และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน ดังภาพที่ 6.11



ภาพที่ 6.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของเครื่อง Rapitest รุ่น 1880 และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน

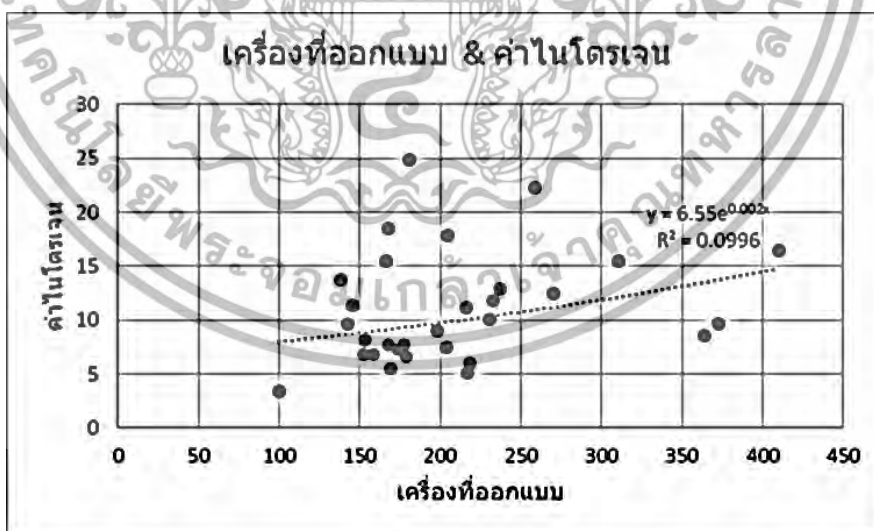
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของเครื่อง Rapitest รุ่น 1835 และเครื่องที่ออกแบบ เพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน ดังภาพที่ 6.12



ภาพที่ 6.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของเครื่อง Rapitest รุ่น 1835 และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน

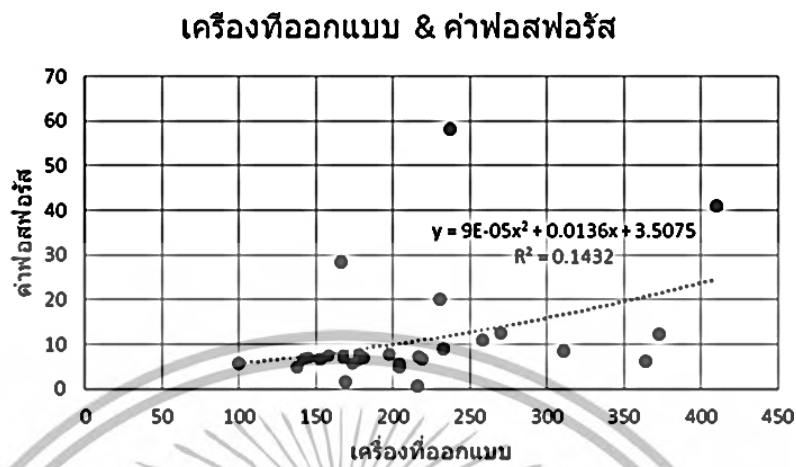
ความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของค่าไนโตรเจนในห้องปฏิบัติการและเครื่องที่ออกแบบ เพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน ดังภาพที่ 6.13



ภาพที่ 6.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของค่าไนโตรเจนในห้องปฏิบัติการ และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน

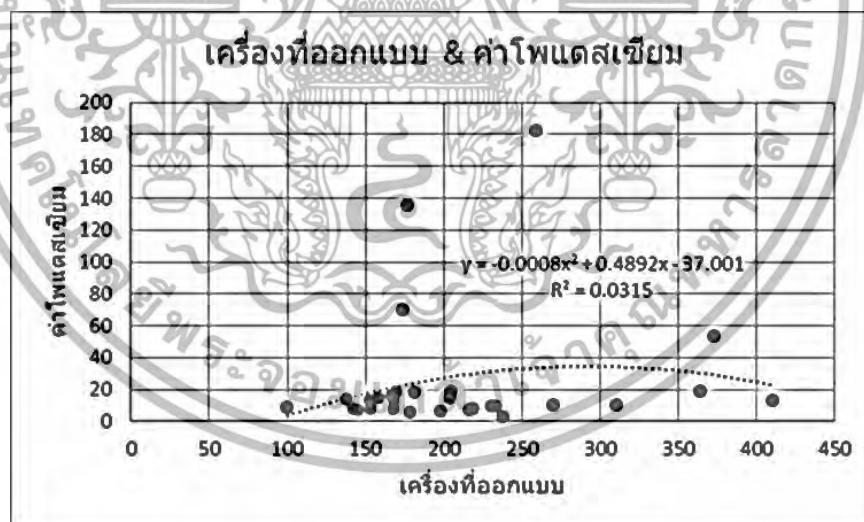
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของค่าฟอสฟอรัสในห้องปฏิบัติการและเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน ดังภาพที่ 6.14



ภาพที่ 6.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของค่าฟอสฟอรัสในห้องปฏิบัติการและเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน

ความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของค่าโพแทสเซียมในห้องปฏิบัติการและเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน ดังภาพที่ 6.15



ภาพที่ 6.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองของค่าโพแทสเซียมในห้องปฏิบัติการและเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.6 สรุปผลการทดลองจากการหาความสัมพันธ์ค่าที่ได้โดยการวัด Rapitest รุ่น 1880, Rapitest รุ่น 1835 และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน

จากผลการทดลองพบว่าเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเครื่อง Rapitest ทั้งแบบเข็มและแบบดิจิตอลมากกว่าผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ อาจเป็นเพราะผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการเป็นค่า Available คือ ค่าที่ได้จากการทดลองบอกถึงปริมาณของธาตุ NPK ในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้เท่านั้น

ดังนั้นจึงนำค่า ppm ของเครื่อง Rapitest ทั้งแบบดิจิตอล รุ่น 1835 และแบบเข็ม รุ่น 1880 มาหาความสัมพันธ์เพื่อให้ได้สมการความสัมพันธ์แล้วนำไปเขียนบนอาตุโน โดยให้อาตุโนส่งผลปริมาณของธาตุ NPK ในหน่วย ppm แสดงออกทางจอ LCD ของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน ทั้งนี้ เนื่องจากค่า A/D ของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเครื่อง Rapitest ทั้งแบบเข็ม รุ่น 1880 และแบบดิจิตอล รุ่น 1835 มากกว่าผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ จึงนำค่า A/D ของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณของธาตุ NPK ในหน่วย ppm ในช่วงต่างๆ ของเครื่อง Rapitest ที่วัดปริมาณธาตุ NPK โดยรวม รุ่น 1835 และ 1880 ดังตารางที่ 6.3 ซึ่งค่าความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุ N และ K มีค่าแปรผันตามกันดังตารางที่ 6.4 และดังภาพที่ 6.16 ซึ่งค่าความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุ P มีค่าความสัมพันธ์ต่างจากธาตุอื่นดังตารางที่ 6.5 และดังภาพที่ 6.16

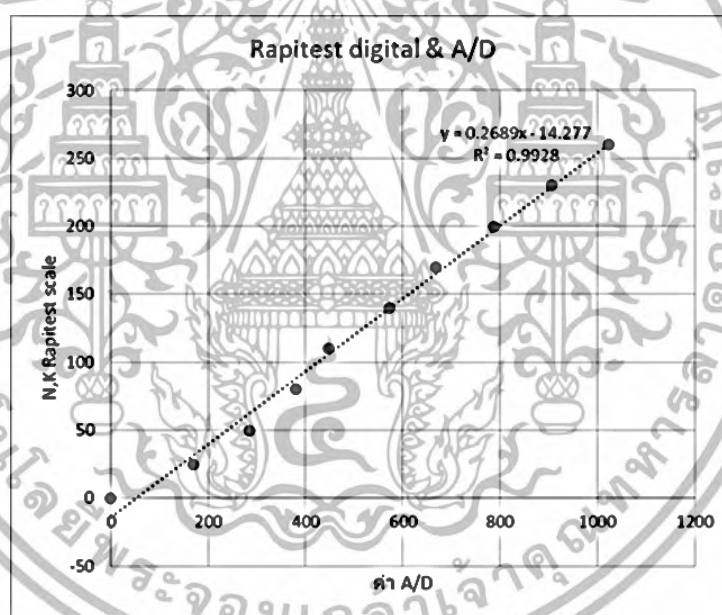
ตารางที่ 6.3 ปริมาณของธาตุ NPK ในช่วงต่างๆ ของเครื่อง Rapitest ที่วัดปริมาณธาตุ NPK โดยรวม รุ่น 1835 และ 1880

ชื่อธาตุ	Too Little (น้อยเกินไป)	Ideal Range (เหมาะสม)	Too Much (มากเกินไป)
อยู่ในช่วง	0 - 2	3 - 7	8 - 9
ไนโตรเจน	50 ppm	50 ถึง 200 ppm	200 ppm ขึ้นไป
ฟอสฟอรัส	4 ppm	4 ถึง 14 ppm	14 ppm ขึ้นไป
โปแตสเซียม	50 ppm	50 ถึง 200 ppm	200 ppm ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า A/D ของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน กับปริมาณของธาตุ N และ K ของเครื่อง Rapitest ที่วัดปริมาณธาตุ NPK โดยรวม รุ่น 1835 และ 1880

ช่วงของ Rapitest ที่วัดได้	ค่า A/D	ปริมาณ N,K ของ rapitest
9	1023	260
8	905	230
7	786	200
6	667	170
5	572	140
4	447	110
3	380	80
2	285	50
1	170	25
0	0	0



ภาพที่ 6.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า A/D ของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินกับปริมาณของธาตุ N และ K ของเครื่อง Rapitest ที่วัดปริมาณธาตุ NPK โดยรวม รุ่น 1835 และ 1880

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า A/D ของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินกับ ปริมาณของธาตุ P ของเครื่อง Rapitest ที่วัดปริมาณธาตุ NPK โดยรวมรุ่น 1835 และ 1880



ภาพที่ 6.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า A/D ของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินกับปริมาณของธาตุ P ของเครื่อง Rapitest ที่วัดปริมาณธาตุ NPK โดยรวมรุ่น 1835 และ 1880

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.7 ผลจากการทดลองเครื่องหลังจากที่ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่าง Rapitest ดิจิตอล รุ่น 1835 กับค่า A/D ของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองและดูความสัมพันธ์ข้างต้นแล้ว พบว่าผลจากเครื่อง Rapitest แบบดิจิตอล รุ่น 1835 มีค่าคงที่กว่า Rapitest แบบเข็ม รุ่น 1880 และยังมีความสัมพันธ์มากกว่าผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ จึงนำความสัมพันธ์จากเครื่อง Rapitest แบบดิจิตอล รุ่น 1835 และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินแสดงบนจอ LCD ของเครื่องออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน โดยสมการความสัมพันธ์ของธาตุ N,K ดังสมการที่ 4.5 และสมการความสัมพันธ์ของธาตุ P ดังสมการที่ 4.6 ซึ่งการประมวลผลของเครื่องหลังจากได้สมการความสัมพันธ์แล้ว สมการความสัมพันธ์ของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่เขียนลงอาดูโน้แสดงไว้ในสมการที่ 4.5 และสมการความสัมพันธ์ของธาตุฟอสฟอรัสที่เขียนลงอาดูโน้แสดงไว้ในสมการที่ 4.6

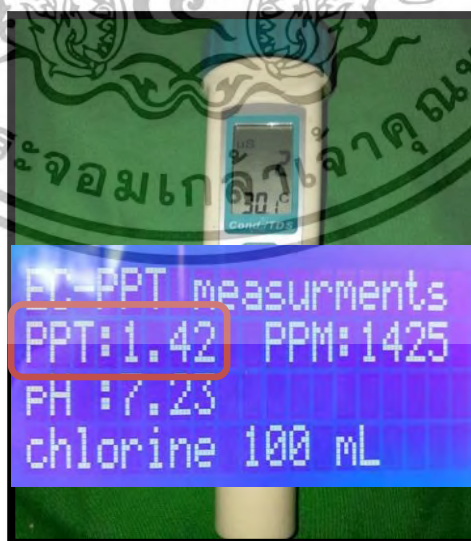
$$y = 0.2689x - 14.277 \quad (4.5)$$

$$y = 0.0184x - 0.6373 \quad (4.6)$$

จากการทดลองเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน โดยทำการทดลองนำเครื่องที่ออกแบบไปวัดดิน 30 ตัวอย่าง พบว่าค่าของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม มีผลการวัดที่ผิดพลาด 11 ตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเท่ากับ 31.2 เปอร์เซ็นต์ และค่าของธาตุฟอสฟอรัส มีผลการวัดที่ผิดพลาด 10 ตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเท่ากับ 24.2 เปอร์เซ็นต์

## 6.8 การทดลองวัดค่าความเค็ม

ในตารางที่ 6.6 เป็นการวัดค่าความเค็ม ซึ่งจะใช้การเปรียบเทียบค่ากับเครื่องวัดสภาพความนำไฟฟ้า



ภาพที่ 6.18 เครื่องวัดความนำไฟฟ้า (AZ8361) กับผลการวัดค่าความเค็มของเครื่องที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.6 ผลการทดลองวัดค่าพีเอช (pH)

ครั้งที่	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	% error
	ของเครื่องวัดมาตรฐาน รุ่น PH-221	ของ DFRobot รุ่น SEN0161	
1	7.4	7.26	1.89
2	7.32	7.24	1.09
3	7.31	7.14	2.32
4	7.25	7.18	0.96
5	7.4	7.20	2.70
6	7.36	7.14	2.98
7	7.29	7.20	1.23
8	7.42	7.23	2.56
9	7.28	7.12	2.04
10	7.26	7.17	1.23

จากผลการทดลองการวัดค่าพีเอชจะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของค่าพีเอชระหว่างเครื่อง DFRobot รุ่น SEN0161 กับเครื่องวัดมาตรฐานรุ่น PH-221 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.96 – 2.98 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6.7 ผลการทดลองวัดค่าความเค็ม

ครั้งที่	เครื่องวัดสภาพความนำไฟฟ้า (AZ8361)	เครื่องวัดความเค็ม (ที่สร้างขึ้น)	% ERROR
	1	1.32	
2	1.4	1.25	10.71
3	1.7	1.84	8.23
4	1.45	1.57	8.27
5	1.5	1.39	7.33
6	1.46	1.58	8.21
7	1.43	1.33	6.99
8	1.2	1.12	6.66
9	1.60	1.52	5
10	1.41	1.34	4.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้ค่าความเค็ม (saline value) จะใช้ตัวย่อคือ SV ในตารางผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลทั้งหมด

จากผลการทดลองการวัดค่าความเค็มจะเห็นได้ว่า เเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของค่าความเค็มระหว่างเครื่อง AZ8361 กับเครื่องวัดความเค็มที่สร้างขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 4.96 – 10.71 เเปอร์เซ็นต์

## 6.9 การทดสอบการวัดปริมาณน้ำฝน

การทดลองการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน ทำการเปรียบเทียบวัดปริมาณน้ำฝนจากบิเบอร์สำหรับวัดปริมาณน้ำฝนกับตัวเครื่อง

### วิธีการทดลอง

1. ตั้งเครื่องรับปริมาณน้ำฝนและบิเบอร์สำหรับวัดปริมาณน้ำฝนในที่โล่งแจ้งเพื่อรอรับน้ำฝน
2. สังเกตและบันทึกผลในตารางที่ 6.8
3. ทำการทดลองให้ครบ 3 ครั้ง
4. หาค่าเฉลี่ย และหาค่าผิดพลาดลงในตารางที่ 6.8

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนสามารถวัดปริมาณน้ำฝนได้ดี แต่จะเกิดการผิดพลาดบาง เนื่องจากบางครั้งคานกระดกนับครั้งพลาด นับครั้งเกิน หรือมีน้ำค้างอยู่บริเวณคานกระดก ซึ่งเกิดการผิดพลาดประมาณ 4.7 เเปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6.8 การทดลองวัดปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝน (บิเบอร์) mm.	ปริมาณน้ำฝน (ตัวเครื่อง) mm.			ค่าเฉลี่ย	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
3	3	3	3	3	0
5	4.50	4.50	4.50	4.50	10
9	9	10.5	10.5	10	11.11
12	12	12	10.5	11.5	4.16
15	15	13.5	15	14.5	3.33
18	18	18	18	18	0
22	21	21	21	21	4.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 7 : เครื่องบดและอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมด้วยแขนกลและเครื่องชั่งน้ำหนัก

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการศึกษาที่ได้รับหลังจากที่ได้เครื่องบดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและเครื่องอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยรายละเอียดของหัวข้อต่าง ๆ มีดังนี้

### 7.1 ผลการบดย่อยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

เครื่องบดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำเสนอสามารถบดย่อยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้ทุกชนิดตามต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 ผลการบดย่อยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

วัสดุที่นำมาบดย่อย	ความสามารถในการบดย่อย
ทางมะพร้าว	✓
ทางปาล์มน้ำมัน	✓
ใบไม้	✓
กะลา	✓
กิ่งไม้	✓
เปลือกมะพร้าว	✓

### 7.2 ผลการอัดบล็อกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

เครื่องอัดบล็อกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำเสนอสามารถอัดบล็อกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้ทุกชนิดตามต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในตารางที่ 7.2

โดยขนาดของแท่งวัสดุที่ทดสอบมี 2 ขนาด คือ

1. กว้าง 12.5 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร สูงประมาณ 10 เซนติเมตร
2. กว้าง 12.5 เซนติเมตร ยาว 12.5 เซนติเมตร สูงประมาณ 10 เซนติเมตร

ตารางที่ 7.2 ผลการอัดบล็อกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

วัสดุที่นำมาบดย่อย	ความสามารถในการอัดเป็นบล็อก
ทางมะพร้าว	✓
ทางปาล์มน้ำมัน	✓
ใบไม้	✓
กะลา	✓
กิ่งไม้	✓
เปลือกมะพร้าว	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 7.3 ผลการทดสอบการปรับความเร็วมอเตอร์

Arduino สามารถควบคุมและปรับความเร็วของมอเตอร์ได้ตามที่กำหนด โดยมีผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 7.3

ตารางที่ 7.3 ผลการควบคุมและปรับความเร็วของมอเตอร์ด้วย Arduino

ระดับความเร็วของมอเตอร์	ผลการทำงาน
ต่ำ	✓
กลาง	✓
สูง	✓

### 7.4 ผลการทดสอบทางปาล์มน้ำมันเป็นอาหารแพะ

สำหรับผลการวิจัยส่วนหนึ่งที่สำคัญของงานวิจัยนี้คือการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจำพวกทางปาล์มน้ำมันมาพัฒนาเป็นอาหารหยาบ แล้วนำไปเป็นอาหารสัตว์ให้แก่สัตว์เคี้ยวเอื้องรายละเอียดมีดังนี้

ปัญหาที่สำคัญของการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้อง ได้แก่ โคนเนื้อ โคนนม แพะ และแกะ คือ การขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณเพียงพอตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ซึ่งปัญหาดังกล่าวจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เพื่อเป็นหลักประกันว่าสัตว์ที่เลี้ยงจะมีอาหารหยาบที่เพียงพอต่อความต้องการ แต่เนื่องจากเกษตรกรไทยมีพื้นที่จำกัดในการปลูกพืชอาหารสัตว์โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของเกษตรกรถูกใช้เพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจ การแก้ปัญหาการขาดแคลนพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์มีแนวทางแก้ไขได้หลายแนวทาง ได้แก่ การเพิ่มพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกพืชอาหารสัตว์โดยการเปลี่ยนอาชีพบางอาชีพ การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของแต่ละพื้นที่มาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบ ฯลฯ เกษตรกรในประเทศแถบแอฟริกาหรือในประเทศมาเลเซียได้นำทางปาล์มน้ำมันมาพัฒนาเป็นอาหารหยาบให้แก่สัตว์เคี้ยวเอื้อง สำหรับประเทศไทยก็มีการนำทางปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นอาหารสัตว์กันบ้างแล้ว แต่การใช้ทางปาล์มน้ำมันเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องให้เกิดประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้สูงสุดนั้นจำเป็นต้องพัฒนาการใช้ทางปาล์มน้ำมันด้วย โดยใช้เทคโนโลยีการพัฒนาวัตถุดิบเพื่อที่จะทำให้ได้อาหารสัตว์ที่เหมาะสมด้วย เช่น การถนอมพืชอาหารสัตว์โดยการหมัก ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับเป็นอย่างดี ทั้งในแง่ความสามารถในการกินได้และการย่อยได้ แต่เนื่องจากส่วนของทางปาล์มน้ำมันที่สามารถใช้ประโยชน์ได้นั้นมีความแปรผันทางด้านปริมาณและคุณภาพไปตามแต่ละตำแหน่งของทางปาล์มน้ำมัน

ที่ผ่านมา อังคณาและคณะ (2549) ได้พัฒนาแหล่งอาหารหยาบจากทางปาล์มน้ำมันเพื่อนำมาใช้เป็นอาหารแพะ โดยได้ทำการตรวจสอบผลกระทบของกรรมวิธีการหมักทางปาล์มน้ำมันร่วมกับอาหารชั้นเพื่อใช้เป็นอาหารแพะ แล้วตรวจสอบปริมาณและคุณภาพของน้ำมันแพะที่ผลิตได้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากทางปาล์มน้ำมันที่จะนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ซึ่งผลงานวิจัยของอังคณาและคณะ (2549) นั้นเป็นผลงานวิจัยที่ดีและมีประโยชน์ต่อเกษตรกรหรือหน่วยงานที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่จังหวัดชุมพรเป็นอย่างมาก จากการศึกษาของงานวิจัยดังกล่าวพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของตนได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่ทำการทดลองส่วนหนึ่งในงานวิจัยนี้ที่เหมือนกับงานวิจัยของอังคณาและคณะ (2549) เพื่อที่จะพิสูจน์ผลการทดลองที่ได้รับ ก่อนที่พัฒนาต่อไปในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนาคต อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

#### 7.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องบดอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
2. ถังพลาสติกแบบร้อน (บรรจุทางปาล์มน้ำมันที่สับและหั่นแล้ว)
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
4. อุปกรณ์ตัดทางปาล์ม
5. อุปกรณ์สับ-หั่นทางปาล์ม

#### 7.4.2 วิธีการทดลอง

1. ตัดทางปาล์มน้ำมันหลังจากที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันไปแล้ว
2. ทำการสับ-หั่นทางปาล์มน้ำมัน เพื่อให้แต่ละชิ้นส่วนของวัสดุมีขนาดเล็ก
3. ทำการหมักทางปาล์มน้ำมันในถังพลาสติกร้อนโดยใช้วิธีธรรมดาและโดยใช้กากน้ำตาล โดยจะทำการหมัก 20 วัน เมื่อครบกำหนดการหมักแล้ว จะนำทางปาล์มน้ำมันแต่ละกลุ่มไปวัดค่าพีเอช ปริมาณเถ้า ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และปริมาณเยื่อใย

#### 7.4.3 ผลการทดลอง

##### 1. ผลการวัดค่าพีเอช

ค่าพีเอชนับเป็นคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญของพืชที่นำมาหมักที่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของพืชที่นำมาหมักได้ ซึ่งจากทดลองพบว่าค่าพีเอชของทางปาล์มน้ำมันในสภาพสด หมักแบบธรรมดาและหมักโดยใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเสริม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.80, 4.40 และ 4.15 ตามลำดับ ผลงานวิจัยที่ผ่านมาได้รายงานไว้ว่า “พืชที่ผ่านการหมักที่ดีควรมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 3.5 - 4.2” ซึ่งจะเห็นได้ว่า การหมักโดยใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเสริมนั้นสามารถที่จะทำให้ค่าพีเอชมีค่าที่ลดลง เนื่องจากในการหมักพืชนั้น เมื่อออกซิเจนหรืออากาศได้ถูกใช้ไปหมดแล้ว กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นถัดไปจะเป็นการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย (จุลินทรีย์) จำพวก anaerobic bacteria ได้แก่ *lactobacilli* และ *streptococci* ซึ่งการทำงานของแบคทีเรียพวกนี้มีความสำคัญมากต่อการหมักพืช ผลลัพธ์ที่ได้คือกรดแลคติก ซึ่งมีค่าประมาณ 1 - 1.5% ของพืชที่นำมาหมักสด และมีค่าพีเอชน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.2 โดยการทำงานของแบคทีเรียประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในพืชหรือที่ใส่เพิ่มเข้าไปในกระบวนการหมักพืช หรืออาจจะกล่าวได้ว่า “ถ้ามีปริมาณน้ำตาลมากและอยู่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน จะทำให้เกิดกรดแลคติกที่เร็วขึ้นและทำให้พืชที่นำมาหมักนั้นมีค่าพีเอชที่ลดลง

##### 2. ผลการวัดปริมาณเถ้า โปรตีน ไขมันและเยื่อใย

สำหรับปริมาณเถ้าของวัสดุทดสอบที่อยู่ในสภาพสด หมักแบบธรรมดาและหมักโดยใช้กากน้ำตาลนั้น พบว่า ปริมาณเถ้าจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 5.35%, 6.95% และ 6.25% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปริมาณเถ้าของวัสดุทดสอบที่หมักแบบธรรมดาและหมักโดยใช้กากน้ำตาลนั้นจะมีค่าที่สูงขึ้น โดยการหมักวัสดุทดสอบด้วยกากน้ำตาลนั้นจะมีส่วนทำให้พืชที่นำมาหมักนั้นมีรสชาติที่น่ากิน และช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารอีกด้วย

สำหรับปริมาณโปรตีนของวัสดุทดสอบที่อยู่ในสภาพสด หมักแบบธรรมดาและหมักโดยใช้กากน้ำตาลนั้น พบว่า ปริมาณโปรตีนจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 5.33%, 5.56% และ 4.95% ตามลำดับ

ไม่ว่าการณ์ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะเห็นได้ว่า การหมักวัสดุทดสอบด้วยกากน้ำตาลนั้นจะมีส่วนทำให้ค่าโปรตีนของพืชที่นำมาหมักนั้นลดลง เนื่องจากโปรตีนมีคุณสมบัติเป็นสารป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาพและขัดขวางกระบวนการหมัก ทำให้กระบวนการหมักให้ค่าโปรตีนที่ลดลง

สำหรับปริมาณไขมันของวัสดุทดสอบที่อยู่ในสภาพสด หมักแบบธรรมดาและหมักโดยใช้กากน้ำตาลนั้น พบว่า ปริมาณไขมันจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.85%, 1.32% และ 1.15% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองนี้จะสอดคล้องกับผลการทดลองที่ผ่านมาในอดีตที่ได้รายงานผลงานศึกษาไว้ว่า ปริมาณไขมันของทางปาล์มน้ำมันที่ผ่านกรรมวิธีการหมักนั้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.63%-2.80%

สำหรับปริมาณเยื่อใยของวัสดุทดสอบที่อยู่ในสภาพสด หมักแบบธรรมดาและหมักโดยใช้กากน้ำตาลนั้น พบว่า ปริมาณเยื่อใยจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 34.95%, 32.54% และ 33.43% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า กระบวนการหมักนั้นมีผลทำให้ปริมาณเยื่อใยของทางปาล์มน้ำมันนั้นมีค่าลดลง เนื่องจากแบคทีเรียและจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้ทำการผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยสลายส่วนประกอบต่าง ๆ ของทางปาล์มน้ำมัน ดังนั้น กระบวนการหมักทั้งแบบธรรมดาและแบบใช้กากน้ำตาลจึงเป็นวิธีที่ดีที่ทำให้ได้ผลผลิตพืชหมักที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและยังทำให้ได้พืชหมักที่มีคุณภาพดีด้วย

ตารางที่ 7.4 คุณภาพของทางปาล์มน้ำมันแต่ละกลุ่มที่ได้ทำการทดสอบ

ประเภทของวัสดุ ทดลอง	ค่าพีเอช	ปริมาณเถ้า	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย
สภาพสด	4.80	5.35%	5.33%	1.85%	34.95%
หมักแบบ ธรรมดา	4.40	6.95%	5.56%	1.32%	32.54%
หมักโดยใช้ กากน้ำตาล	4.15	6.25%	4.95%	1.15%	33.43%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมย่อยที่ 8 : การสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย  
คาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤตเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดด้วยการเหวี่ยงแยก  
รอบต่ำแบบควบคุมอุณหภูมิ

8.1 ผลการศึกษาวิธีการแยกน้ำมันมะพร้าวที่สภาวะที่เหมาะสมด้วยเครื่องเหวี่ยงแบบ  
ควบคุมอุณหภูมิ

8.1.1 การแยกน้ำมันมะพร้าว

การแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มี 2 วิธี คือ วิธีแบบแช่แข็งกะทิและแบบไม่แช่แข็งกะทิ

8.1.1.1 การแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบแช่แข็งกะทิ

1) ศึกษาเวลาที่เหมาะสมต่อการแข็งตัวของกะทิเพื่อแยกน้ำมันมะพร้าว  
น้ำกะทิเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ มีโปรตีนทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (สุคนธ์ชื่น , 2542) ซึ่ง  
การแยกน้ำมันและโปรตีนออกจากน้ำกะทิ ทำได้โดยการทำลายอิมัลชัน (Grimwood, 1975) เรียก  
กระบวนการนี้ว่า Aqueous Process การรวมตัวของไขมันในกะทิและการแยกน้ำมันบางส่วนออกด้วย  
การควบคุมอุณหภูมิ โดยการเลือกเวลาที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง  
และได้ทำการเปรียบเทียบระดับความหอมของกะทิที่ใกล้เคียงกับมะพร้าวสดเมื่อผ่านการแช่แข็งที่  
เวลาต่าง ๆ

ผลของการศึกษาเวลาที่เหมาะสมต่อการแข็งตัวของกะทิเพื่อแยกน้ำมันมะพร้าว โดยนำมะพร้าว  
1 กิโลกรัม ที่ผ่านการคั้นกะทิด้วยเครื่องคั้นกะทิอัตโนมัติ ได้ปริมาณน้ำกะทิ 653.40 มิลลิลิตร และ  
กากมะพร้าว 349.84 กรัม แบ่งกะทิใส่หลอด 4 หลอดเท่า ๆ กัน นำน้ำกะทิไปแช่แข็งที่ อุณหภูมิ -  
20 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 0, 2, 4 และ 6 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการรวมตัวของไขมัน ทั้งนี้เนื่องจาก  
ระยะเวลาในการแช่แข็งมีความสำคัญต่อกลิ่นในน้ำมันมะพร้าว เพราะกะทิจะมีกลิ่นธรรมชาติ อันเกิด  
จากมีน้ำมันหอมระเหยชนิดหนึ่ง เป็นลักษณะเฉพาะของน้ำมันมะพร้าว ส่วนใหญ่มีความหอมอ่อนๆ  
แต่กลิ่นหอมดังกล่าวจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค มักเกิดการเหม็นเปรี้ยวได้แบคทีเรียปนอยู่ในเนื้อ  
มะพร้าว ได้แก่ *Pseudomonas* spp. และ *Achromobacter* spp. เป็นต้น ส่วนเชื้อราได้แก่  
*Eurotium* spp. *Penicillium citrinum* และ *Aspergillus niger* เป็นต้น เกิดเป็นปฏิกิริยาเคมีโตนิค  
โดยเชื้อจุลินทรีย์สร้างเอนไซม์ไลเปสย่อยกรดไขมันขนาดสั้น ทำให้กรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น กลายเป็น  
กรดคีโตนิค ทำให้มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ เป็นต้น (ณรงค์ , 2554ข) ซึ่งเมื่อทดลองแช่กะทิ ที่อุณหภูมิต่ำ  
กว่า 0 องศาเซลเซียส ระยะเวลาานกว่า 2 ชั่วโมง จะเกิดการเหม็นเปรี้ยว เป็นกลิ่นที่เกิดจากการ  
หมักกะทิ ที่มีเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ เช่น แบคทีเรียที่สร้างเอนไซม์ย่อยไขมัน ปะปนจึงเกิดเป็นกรดแลคติก  
ที่ระเหยได้ทำให้น้ำมันมะพร้าวมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวจากผลการทดลอง ที่เวลา 0 ชั่วโมง กะทิจะเป็น  
ของเหลวสีขาวขุ่นและมีความหอมละมุนของกะทิ โดยส่วนที่เวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมง กะทิมีสีขาวขุ่น  
และเริ่มแข็งตัวเพิ่มขึ้นตามลำดับ ส่งผลให้ระดับความหอมของกะทิลดลงเมื่อเทียบกับที่เวลา 0 ชั่วโมง  
และพบว่าในช่วงการแช่แข็ง 2 ชั่วโมง กะทิมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวและมีระดับความหอมปานกลาง  
จึงเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการเหวี่ยงแยก ดังสรุปในตารางที่ 8.1

**ตารางที่ 8.1** ลักษณะของกะทิที่ผ่านการแช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชั่วโมง)	ลักษณะของกะทิ	ลักษณะของน้ำ
0	กะทิเป็นของเหลว และมีความหอมละมุนของกะทิสด	กะทิเป็นของเหลวสีขาวขุ่น ไม่พบการแยกชั้นของกะทิและน้ำ
2	กะทิจับตัวเป็นของแข็งโดยเริ่มแข็งตัวจากด้านบนภาชนะส่วนตรงกลางเป็นของเหลว และมีความหอมปานกลาง	เมื่อกะทิเริ่มจับตัวเป็นของแข็ง คงยังเห็นชั้นน้ำ ไม่ชัดเจน
4	กะทิจับตัวเป็นของแข็งทั่วทั้งภาชนะ และมีความหอมปานกลาง	เมื่อกะทิจับตัวเป็นของแข็งหมดพบว่า มีการแยกชั้นน้ำกับกะทิ ส่วนชั้นน้ำอยู่ล่างสุดของภาชนะ
6	กะทิจับตัวเป็นของแข็งมาก ทั่วทั้งภาชนะ และมีความหอมเพียงเล็กน้อย	เมื่อกะทิจับตัวเป็นของแข็งมากพบว่า มีการแยกชั้นน้ำกับกะทิชัดเจน ส่วนชั้นน้ำเป็นของแข็ง เพราะอุณหภูมิที่ควบคุมต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส

2) ผลการศึกษาเวลาที่เหมาะสมโดยการแยกน้ำมันมะพร้าวด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงอุณหภูมิการแยกน้ำมันมะพร้าวพบว่าเวลาที่ใช้ในการเหวี่ยงแยกมีผลต่อปริมาณน้ำมันมะพร้าว (Nour et al., 2009) จึงได้ทดลองแยกน้ำมันมะพร้าว โดยการเหวี่ยงแยกที่ความเร็วรอบ 7000 รอบต่อนาที นาน 15, 30 และ 50 นาที ลักษณะการแยกชั้นของกะทิมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.2 จะเห็นว่า การเหวี่ยงแยกนาน 50 นาที และให้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงสุด คือ 30.25%

**ตารางที่ 8.2** การแยกชั้นของกะทิเมื่อเหวี่ยงแยกที่ ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที เป็นเวลาต่าง ๆ กันด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส

เวลา (นาที)	น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (%)	น้ำเปรี้ยว (%)	ครีมขาว (%)	ตะกอน (%)	รวม (%)
15	25.60	58.00	10.60	3.60	97.80
30	28.78	58.23	7.84	3.16	98.00
50	30.25	61.20	5.43	2.28	99.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแยกน้ำมันมะพร้าวด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ

จากการทดลองแยกน้ำมันมะพร้าวที่เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง มาปั่นเหวี่ยงแยกน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 15, 20 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที เพื่อศึกษาคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวที่อุณหภูมิที่ปั่นเหวี่ยงต่าง ๆ กัน พบว่าการปั่นเหวี่ยงที่ อุณหภูมิ 15 และ 20 องศาเซลเซียสของกะทิ พบว่ามีการแยกชั้น 3 ชั้น ชั้นบน น้ำมันมะพร้าว มีปริมาณน้อยมาก ชั้นกลาง ครีมนขาวเป็นของแข็งเนื้อละเอียดและ ชั้นล่าง น้ำที่แยกจากน้ำมันมะพร้าว (น้ำเปรี้ยว) มีปริมาณ 54.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเหวี่ยงแยกสารที่สภาวะข้างต้นพบว่า ไม่สามารถแยกชั้นน้ำมันมะพร้าวได้ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 8.3

**ตารางที่ 8.3** การแยกชั้นของกะทิเมื่อปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิต่าง ๆ ด้วยเครื่องเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ

อุณหภูมิ (°C)	น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (%)	น้ำเปรี้ยว (%)	ครีมนขาว(%)	ตะกอน(%)	รวม (%)
30	30.5±0.03	54.8	8.9±0.11	4.90	99.1
20	32.9±0.03	54.8	6.3±0.12	4.90	98.90
15	33.1±0.03	54.8	4.9±0.11	4.93	97.73

#### 8.1.1.2 กะทิไม่แช่แข็ง

##### 1) ผลการศึกษาเวลาที่เหมาะสมเพื่อแยกน้ำมันมะพร้าว

โดยได้ศึกษาเวลาต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อการแยกน้ำมันมะพร้าว โดยใช้กะทิสดไม่ผ่านการแช่แข็ง ปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที โดยใช้กะทิสด 612.51 มิลลิลิตร แบ่งกะทิสด 4 หลอดเท่ากับปั่นเหวี่ยง ที่ เวลา 50 ,75, 100 และ 120 นาที ซึ่งลักษณะของกะทิที่เหวี่ยงแยกนาน 50 และ 75 นาที พบการแยกชั้นของกะทิ 2 ส่วนคือ ชั้นของครีมนขาวและน้ำเปรี้ยว แต่ไม่พบการแยกชั้นของน้ำมัน แต่ที่เวลา 100 และ 120 นาทีมีการแยกของกะทิ 3 ส่วน คือ ชั้นบน น้ำมันใส ชั้นกลาง ครีมนขาว และชั้นล่างสุด น้ำที่แยกจากน้ำมันมะพร้าว (น้ำเปรี้ยว) ซึ่งพบการแยกชั้นที่ชัดเจนของน้ำมันมะพร้าว ดังตารางที่ 4.4 และ พบว่ากากมะพร้าวมีความชื้น 42.15 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 8.4** ผลการแยกน้ำมันมะพร้าวแบบไม่แช่แข็งกะทิโดยปั่นเหวี่ยงที่เวลาต่าง ๆ ด้วยเครื่องเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (%)	น้ำเปรี้ยว(%)	ครีมนขาว(%)	ตะกอน(%)	รวม (%)
50	33.34±0.12	60.00±0.07	4.10±0.07	2.23	99.67
75	33.43±0.33	58.66±0.10	3.96±0.10	2.32	98.37
100	30.66±0.02	60.20±0.01	5.65±0.10	2.28	98.79
120	33.96±0.22	59.12±0.24	4.34±0.05	2.27	99.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.1.2 ผลการศึกษาการคืนรูปของน้ำมันมะพร้าวหลังการแช่เย็น ณ อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวที่เด่นชัดประการหนึ่ง คือ การแข็งตัวเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงได้ทดลองการคืนรูปของน้ำมันมะพร้าวโดยนำน้ำมันมะพร้าวเย็นแช่ ที่ อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า น้ำมันมะพร้าวเปลี่ยนสถานะจากของเหลว เป็นของแข็ง มีสีขาวขุ่น หลังจากแช่เย็นนาน 2 ชั่วโมง และค่อยๆแข็งตัว เมื่อแช่เย็นนาน 24 ชั่วโมง และยังคงมีกลิ่นหอมของกะทิ เมื่อนำออกจากตู้แช่เย็นและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 27-30 องศาเซลเซียส น้ำมันมะพร้าวจะค่อยๆหลอมเหลวจนเป็นของเหลว ภายใน 2 ชั่วโมง เป็นลักษณะของเหลวใส ไม่มีสี เช่นเดิม ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิ่มตัวสูง จึงเปลี่ยนเป็นไขเร็วกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นที่มีกรดไขมันอิ่มตัวต่ำเมื่อแช่เย็น และเนื่องจากกรดไขมันอิ่มตัวส่วนใหญ่ของน้ำมันมะพร้าวมีสายโซ่ยาว ขนาดปานกลางจึงทำให้มีการหลอมเหลวเป็นของเร็วได้เร็ว

### 8.1.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะทางเคมีและกายภาพ

ค่าความเป็นกรด (Acid value), ค่าไอโอดีน (Iodine value) และสaponification value (Saponification value) ของน้ำมันมะพร้าว ในงานวิจัยและแหล่งผู้ผลิตอื่นๆ ตารางที่ 4.5

ตารางที่ 8.5 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีและกายภาพของน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้กับน้ำมันมะพร้าวที่จำหน่ายในท้องตลาด

ลักษณะทางเคมีและกายภาพ	ผลการวิเคราะห์			
	น้ำมันมะพร้าวแบบแช่แข็ง	น้ำมันมะพร้าวแบบไม่แช่แข็ง	ผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด ก	ผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด ข
1. Acid value (mg KOH/1 g sample) ด้วยวิธี ASTM D664	0.38±0.10	0.30±0.10	0.22±0.10	0.35±0.01
2. Iodine value (g I <sub>2</sub> /100 g sample) ด้วยวิธี AOCS Official Method Cd 1-25	8.33±0.21	8.52±0.20	6.88±0.20	6.25±0.19
3. Saponification value (mg KOH/1 g sample)	263.36±0.33	246.24±0.21	256.23±0.20	262.11±0.33

เมื่อสังเกตลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความใส และกลิ่นหอมของน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้จาก 2 วิธี พบว่าน้ำมันมะพร้าวที่แยกได้จากกะทิแช่แข็งมีกลิ่นหอมกว่าน้ำมันมะพร้าวที่แยกได้จากกะทิไม่แช่แข็ง และมีกลิ่นหอมเป็นธรรมชาติ แต่น้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการแยกจากกะทิทั้ง 2 วิธีมีความใสเหมือนกัน ดังตารางที่ 4.6 อย่างไรก็ตามหากพิจารณาจากกลิ่นหอมที่เป็นธรรมชาติ ปริมาณผลได้ของน้ำมันมะพร้าวที่ได้ จะเห็นว่าการแยกน้ำมันมะพร้าวจากกะทิแช่แข็ง มีความน่าสนใจมากกว่าแม้ว่าในระหว่างการสกัดน้ำมันจะได้ตะกอนมากกว่าก็ตาม

จากการศึกษาชนิดและปริมาณกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้จากกะทิทั้ง 2 แบบ เปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวที่จำหน่ายในท้องตลาด 2 ตัวอย่าง (ผลิตภัณฑ์ ก และผลิตภัณฑ์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) แสดงในตารางที่ 4.7 ซึ่งจะเห็นว่า น้ำมันมะพร้าวทั้ง 4 ตัวอย่างมีกรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลาง โดยเฉพาะกรดลอริก 49.28, 47.51, 53.99 และ 55.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีกรดคาปริก 8.05, 6.98, 7.74 และ 7.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกรดคาปริก 6.36, 5.32, 5.24 และ 5.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กรดคาปริก และกรดคาปริก เป็นกรดไขมันอิ่มตัวขนาดปานกลางที่ช่วยเสริมประสิทธิภาพของกรดลอริกในการสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานและการต้านการติดเชื้อของร่างกาย (Kabara, 1980)

**ตารางที่ 8.6** ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันมะพร้าวที่แยกได้จากกะทิแบบแช่แข็ง และแบบไม่แช่แข็ง

ลักษณะของน้ำมันมะพร้าว	ลักษณะของกะทิที่นำมาสกัดน้ำมัน	
	แบบแช่แข็ง	แบบไม่แช่แข็ง
ความหอม	หอมปานกลาง	หอมเล็กน้อย
ความใส	ใสเหมือนน้ำ	ใสเหมือนน้ำ
เวลาที่ใช้เหวี่ยงแยกที่ 30 องศาเซลเซียส (นาที)	50	120
ปริมาณตะกอน (%)	4.90	2.27

**ตารางที่ 8.7** ปริมาณกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวที่จำหน่ายในท้องตลาด

ปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆ (g/100g)	น้ำมันมะพร้าวที่ได้จาก			
	กะทิแช่แข็ง	กะทิไม่แช่แข็ง	ผลิตภัณฑ์ ก	ผลิตภัณฑ์ ข
Caprylic acid (C8:0)	8.05	6.98	7.74	7.40
Capric acid (C10:0)	6.36	5.32	5.24	5.78
Lauric acid (C12:0)	49.28	47.51	53.99	55.05
Myristic acid (C14:0)	18.92	19.97	16.79	16.79
Palmitic acid (C16:0)	8.08	9.56	9.67	7.12
Stearic acid (C18:0)	2.08	2.14	2.41	2.49
Oleic acid (C18:1 cis-9)	2.00	4.44	3.35	3.27
Linoleic acid (C18:2 cis)	2.49	4.11	1.89	1.47

## 8.2 การใช้ประโยชน์จากกากตะกอนที่เหลือจากการสกัดน้ำมันมะพร้าวในผลิตภัณฑ์สบู่

### 8.2.1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

ผลการศึกษาศสมบัติทางกายภาพและเคมีของชั้นครีมโปรตีนและน้ำทิ้งทำให้สามารถประเมินความเป็นไปได้ในการนำวัตถุดิบทั้งสองชนิดมาใช้ในการทำสบู่ จากตารางที่ 8.8 พบว่าชั้นครีมโปรตีนมีค่า pH 4.6 ซึ่งเป็นค่าค่อนข้างต่ำมีไขมันอยู่ประมาณ 56.1 เปอร์เซ็นต์ และมีกรดไขมันอิสระประมาณ 1.65 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นผลมาจากเกิดการหมักในระหว่างการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ และกรดไขมันอิสระทำให้ pH ในชั้นครีมโปรตีนต่ำ จะเห็นว่าส่วนครีมโปรตีนมีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสบู่ได้นอกจากไขมันแล้วในชั้นครีมนี้ยังพบว่ามีโปรตีนเป็นองค์ประกอบประมาณ 5.90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในน้ำทิ้งมี pH ต่ำมีไขมัน 0.21 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันอิสระประมาณ 1.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าน้ำทิ้งมีคุณสมบัติในการเป็นสารตั้งต้นในการผลิตสบู่ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามการนำน้ำทิ้งไปใช้จะต้องคำนึงถึงค่าความเป็นพิษของน้ำทิ้งด้วย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันอิสระประมาณ 3.92 เปอร์เซ็นต์ จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสบู่ได้ ค่าสaponification (SAP) เป็นค่าที่บอกปริมาณที่จะใช้ในการทำปฏิกิริยาการเกิดสบู่ กับน้ำมัน 1 กรัมจากการศึกษาพบว่า ชั้นครีมโปรตีนมีค่าSAP เท่ากับ 0.12g(NaOH) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าSAPของ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มีค่าประมาณ0.17-0.18 g (NaOH) เนื่องจากในชั้นครีมโปรตีนมีองค์ประกอบอื่น ๆ นอกจากไขมันเช่นโปรตีนเป็นต้น(ตารางที่ 8.8) ซึ่งไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาสaponificationได้ ดังนั้นจึงใช้ต่างในการทำปฏิกิริยากับไขมันเพื่อให้เกิดสบู่ที่น้อยกว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

**ตารางที่ 8.8** สมบัติทางกายภาพและเคมีของชั้นครีมโปรตีนและน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดยวิธีปั่นเหวี่ยง

สมบัติทางกายภาพและเคมี	ชั้นครีม	น้ำทิ้ง/น้ำเปรี้ยว
ความชื้น (%)	25.51 ± 0.1 <sup>a</sup>	68.29 ± 0.04 <sup>b</sup>
ไขมัน (%)	56.11 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.21 ± 0.03 <sup>b</sup>
โปรตีน (%)	5.63 ± 0.2	2.14 ± 0.1 <sup>b</sup>
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.58 ± 0.0 <sup>a</sup>	4.57 ± 0.0 <sup>b</sup>
กรดไขมันอิสระ (% lauric acid)	1.65 ± 0.1 <sup>a</sup>	3.92 ± 0.0 <sup>b</sup>
ค่าสaponification (SAP, g NaOH)	0.12 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.03 ± 0.0 <sup>b</sup>

หมายเหตุ:ตัวอักษรตัวยกที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น95%

8.3.2 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของสบู่ที่ใช้ของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ทดแทนการใช้ไขมันมะพร้าวบริสุทธิ์

#### 8.3.2.1 สมบัติทางกายภาพ ลักษณะเนื้อสบู่ สีและกลิ่น

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของสบู่ในทุกการทดลองได้แก่ลักษณะเนื้อสบู่สีและกลิ่น (ตารางที่ 8.9) พบว่าลักษณะทั่วไปของสบู่ที่ผลิตจากน้ำมันมะพร้าว บริสุทธิ์ (S1(100:0)) จะมีลักษณะแข็งสีขาวขุ่น มีกลิ่นมะพร้าวอ่อนๆ ส่วนสบู่ที่ผลิตจากของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (S2(75:25), S3(50:50), S4(25:75) และ S5(100:0)) มีความแตกต่างจากสบู่ที่ผลิตจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ทั้งเนื้อสบู่สีและกลิ่นเนื้อสบู่มีความแข็งตัวลดลง เนื้อสบู่มีสีเข้ม และมีกลิ่นเหม็นหืนเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของครีมโปรตีนที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 8.9 สมบัติทางกายภาพของสบู่จากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

สมบัติทางกายภาพ	การทดลอง				
	ชุดควบคุม	S2	S3	S4	S5
ลักษณะของเนื้อสบู่	เนื้อสบู่แข็งมาก, ไม่เปราะ	เนื้อสบู่ค่อนข้างนิ่มและเหนียว	เนื้อสบู่ค่อนข้างนิ่ม และเหนียว, ไม่แข็งมาก	เนื้อสบู่มีลักษณะ นิ่ม และเหนียว, ไม่แข็งมาก	เนื้อสบู่มีลักษณะ นิ่มมาก, ไม่แข็ง
สี	สีขาวขุ่น	สีครีมอมเหลือง	เนื้อสบู่ ภายนอกมีสีน้ำตาลอ่อน ภายในมีสีม่วงเข้ม	เนื้อสบู่ภายนอก มีสีน้ำตาล ภายในมีสีม่วงเข้ม	น้ำตาลเข้ม
กลิ่น	มีกลิ่นมะพร้าว	มีกลิ่นมะพร้าว เล็กน้อย	มีกลิ่นเหม็นหืน	มีกลิ่นเหม็นหืน	มีกลิ่นเหม็นหืน
ความชื้น (%)	21.51 ± 0.60 <sup>c</sup>	22.97 ± 2.06 <sup>bc</sup>	27.53 ± 2.78 <sup>a</sup>	25.68 ± 0.96 <sup>a</sup>	23.22 ± 0.67 <sup>b</sup>
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	10.05 ± 0.0 <sup>a</sup>	9.66 ± 0.0 <sup>b</sup>	9.16 ± 0.2 <sup>b</sup>	9.41 ± 0.0 <sup>c</sup>	9.22 ± 0.0 <sup>d</sup>
Flash foam (ml)	32.50 ± 2.4 <sup>b</sup>	45.00 ± 5.0 <sup>a</sup>	41.57 ± 5.0 <sup>a</sup>	45.00 ± 1.7 <sup>a</sup>	46.67 ± 4.8 <sup>a</sup>
Foam drainage (ml)	4.84 ± 1.3 <sup>c</sup>	12.10 ± 1.8 <sup>b</sup>	10.00 ± 1.3 <sup>b</sup>	21.00 ± 5.3 <sup>a</sup>	28.22 ± 10.2 <sup>a</sup>

หมายเหตุ: ตัวอักษรตัวยักที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

### 8.3.2.2 สมบัติทางเคมี

จากการศึกษาลักษณะทางเคมีของสบู่ที่ผลิตจากครีมโปรตีน และน้ำทิ้งที่เป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้แก่สารที่ไม่ละลายใน เอทานอล, ค่าไขมันทั้งหมดและต่างอิสระ แสดงดังตารางที่ 8.10 จากการวิเคราะห์ปริมาณสารที่ไม่ละลายในเอทานอล, ไขมันอิสระและ ปริมาณไขมันทั้งหมดพบว่า ตัวอย่าง S2 (75:25) ซึ่งใช้ครีมโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์นั้นไม่พบสารที่ไม่ละลายในเอทานอล และต่างอิสระเช่นเดียวกับชุดควบคุมซึ่งเป็นสบู่ที่ผลิตจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ แต่มี ปริมาณไขมันทั้งหมดน้อยกว่าคือมีประมาณ 76.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตัวอย่าง S3(50:50), S4(25:75) และ 5 0:100) ไม่พบต่างอิสระเช่นเดียวกับสบู่ที่ผลิตจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และสบู่สูตร S2(75:25) แต่พบสารที่ไม่ละลายในเอทานอลในปริมาณ 0.65, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีปริมาณไขมันทั้งหมด 65.9, 59.8 และ 52.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 8.10 ปริมาณสารไม่ละลายในเอทานอล,ไขมันทั้งหมดและต่างอิสระของสบู่ที่ใช้ครีมโปรตีนทดแทนน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

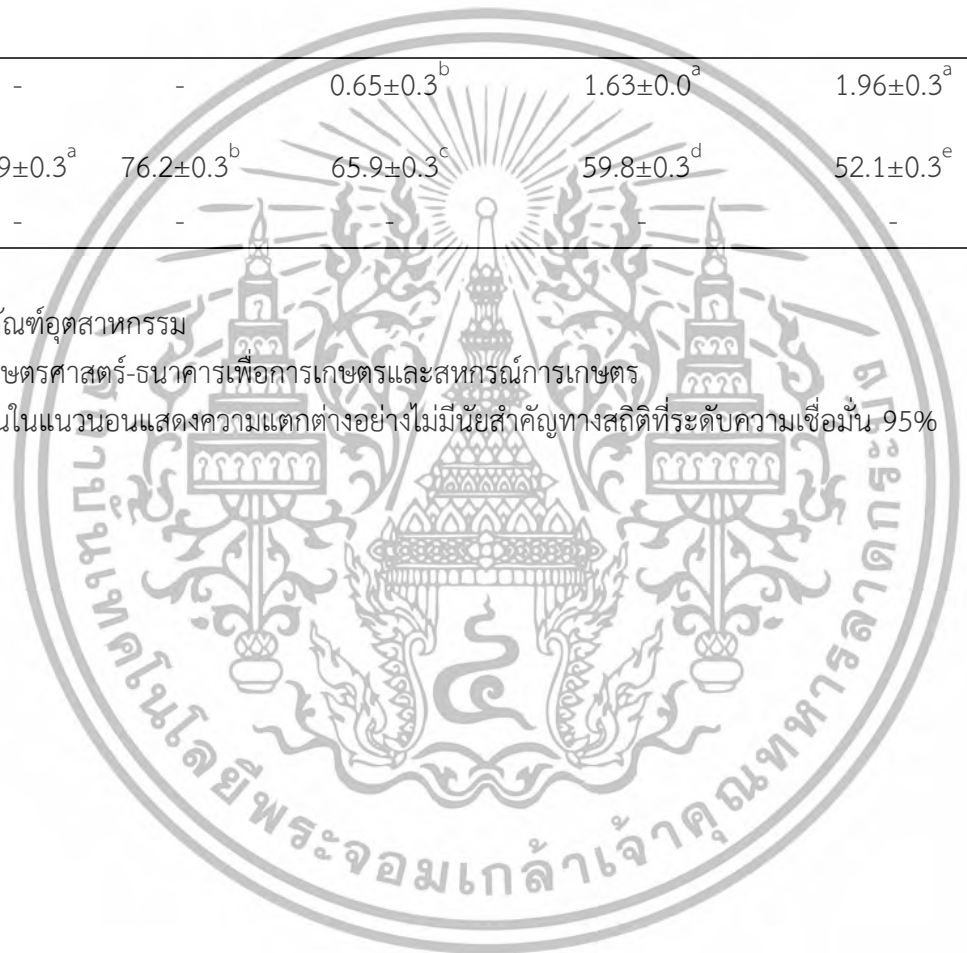
สมบัติทางเคมี	S1	S2	S3	S4	S5	ค่ามาตรฐาน	
						สมอ.	มก.-ธ.ก.ส.
สารที่ไม่ละลายใน เอทานอล (%)	-	-	0.65±0.3 <sup>b</sup>	1.63±0.0 <sup>a</sup>	1.96±0.3 <sup>a</sup>	≤1.25	-
ไขมันทั้งหมด (%)	87.9±0.3 <sup>a</sup>	76.2±0.3 <sup>b</sup>	65.9±0.3 <sup>c</sup>	59.8±0.3 <sup>d</sup>	52.1±0.3 <sup>e</sup>	75.0	≥ 76.5
ต่างอิสระ (%)	-	-	-	-	-	≤ 0.10	≤ 0.05

หมายเหตุ :- = ตรวจไม่พบ

สมอ. = สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มก.-ธ.ก.ส. = มาตรฐานมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์-ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร

ตัวอักษรตัวยกที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



## กิจกรรมย่อยที่ 9 : การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับกลุ่มเกษตรกร

หลังจากการเตรียมอุปกรณ์ และทำการสร้างระบบให้แก่เครื่องเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงาน โดยการทดสอบมีทั้งหมด 2 ช่วง ซึ่งในช่วงที่ 1 คือ การทดสอบการเหวี่ยง เพื่อแยกน้ำชั้นครีมกะทิออกจากน้ำกะทิโดยใช้อัตราการไหลที่ 1.3 ลิตรต่อนาที เพื่อนำครีมกะทิที่ได้มาทำการทดลองการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียสตามลำดับ และส่วนของความเย็นนั้นนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อดูการแยกชั้นของน้ำมันมะพร้าวกับครีมกะทิ โดยเวลาที่ใช้ในการดูการแยกชั้นของน้ำมันมะพร้าวใช้ระยะเวลา 5 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการได้น้ำมันมะพร้าวที่ไม่มีกลิ่นหืนเนื่องจากความชื้น ซึ่งหากน้ำมันมะพร้าวมีความชื้นมากจะส่งผลทำให้คุณภาพของน้ำมันมะพร้าวไม่สม่ำเสมอ และมีการหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตน้ำมันมะพร้าว ตรวจสอบคุณค่ากรดไขมันในน้ำมันมะพร้าว เพื่อจะได้ศึกษากระบวนการ คุณสมบัติและปริมาณของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

### 9.1 การเหวี่ยงแยกครีมกะทิออกจากน้ำกะทิ

จากตารางที่ 9.1 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเหวี่ยงแยกครีมกะทิออกจากน้ำกะทิ พบว่า ค่าเฉลี่ยของครีมกะทิ มีปริมาณ 8.92 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 22.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โดยเริ่มต้นจากการใช้น้ำมันมะพร้าวชุดจำนวน 40 กิโลกรัม มาทำการหีบให้ได้น้ำกะทิ แล้วนำน้ำกะทิมานเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง Alfa-Laval MOPX-205TGT ให้ได้เป็นครีมกะทิ กับน้ำเปรี้ยว ซึ่งปริมาณของครีมกะทิตั้งอยู่กับความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าว และจากเปอร์เซ็นต์ครีมกะทิที่ได้จากการเหวี่ยงมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ สุคนธ์ชื่น [29] ซึ่งได้เปอร์เซ็นต์ครีมกะทิที่ได้จากการเหวี่ยง 24.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

#### ตารางที่ 9.1 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ครีมกะทิ

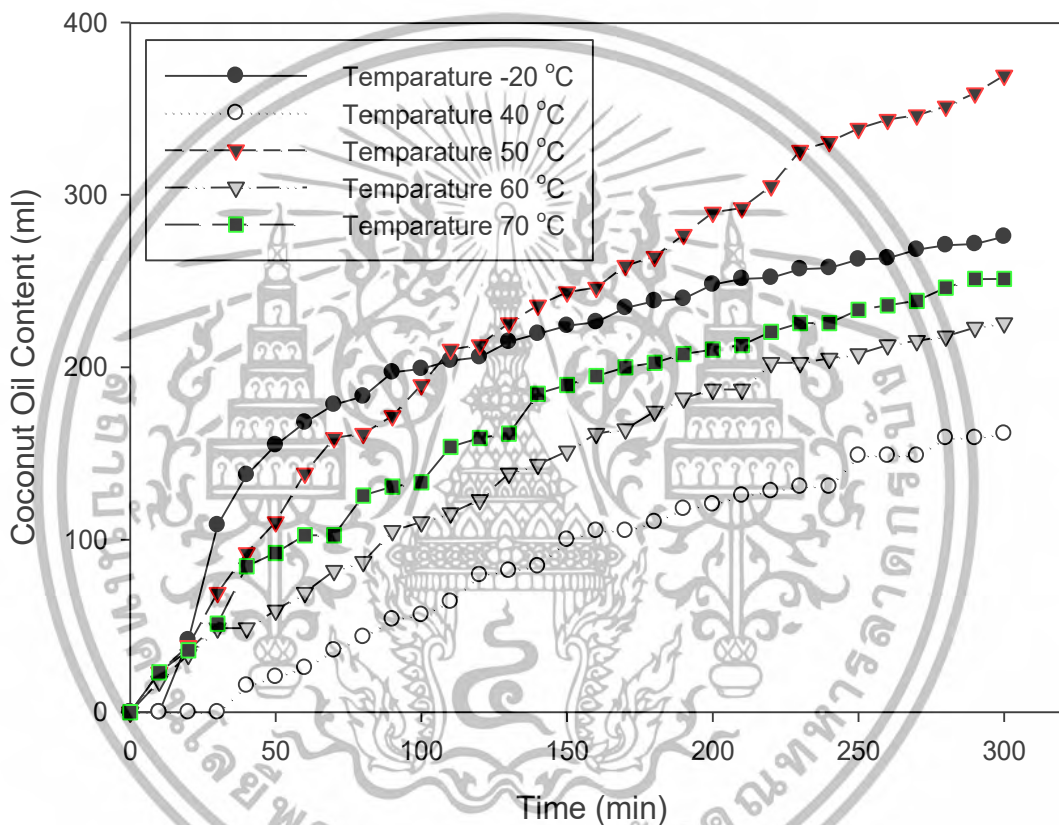
ปริมาณน้ำมันมะพร้าว (กิโลกรัม)	ปริมาณครีมกะทิ (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์ครีมกะทิ (%)
40	8.92	22.3 (± 1.79)

### 9.2 ปริมาณน้ำมันมะพร้าว

จากภาพที่ 9.1 แสดงถึงความสัมพันธ์ในการแยกชั้นของน้ำมันมะพร้าวระหว่างเวลา กับปริมาณของน้ำมันมะพร้าว หลังจากผ่านกระบวนการสกัดน้ำมันด้วยอุณหภูมิต่างๆตามที่กำหนดไว้ข้างต้น โดยจากการทดลองพบว่า ปริมาณน้ำมันมะพร้าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น โดยการแยกชั้นของน้ำมันมะพร้าวจะเริ่มที่เวลา 10 นาที เมื่อใช้อุณหภูมิในการสกัดน้ำมันมะพร้าวที่ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส โดยปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้มีค่าเท่ากับ 23.08 17.95 และ 23.08 มิลลิลิตร ในขณะที่อุณหภูมิในการสกัดน้ำมันมะพร้าวที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จะเริ่มมีการแยกชั้นของน้ำมันมะพร้าวที่เวลา 20 นาที พบปริมาณน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 41.49 มิลลิลิตร ส่วนอุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียสมีปริมาณ 38.46 33.33 และ 35.90 มิลลิลิตรตามลำดับ โดยการให้อุณหภูมิทำให้โปรตีนเสื่อมสภาพ โปรตีนจะจับตัวเป็นก้อนหรือเกิดตะกอน ทำให้อิมัลชันของกะทิเปลี่ยนสภาพ และสูญเสียความคงตัว พบว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นน้ำมันเกาะกลุ่มกันมากขึ้น ทำให้อุณหภูมิของน้ำมันเกิดการรวมตัวเป็นอนุภาคน้ำมันขนาดใหญ่ขึ้น [35] เมื่อถึงเวลาที่ 110 นาที การแยกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของน้ำมันมะพร้าวมีปริมาณมากขึ้นโดยการสกัดที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 194.44 64.18 210.26 115.38 และ 153.85 มิลลิลิตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการสกัดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีปริมาณมากที่สุดจากนั้นปริมาณน้ำมันมะพร้าวก็เพิ่มขึ้นตามเวลาที่มากขึ้นจนถึงเวลาที่ 300 นาที ปริมาณของน้ำมันมะพร้าวในการสกัดด้วยอุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียสมีปริมาณน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 258.12 161.54 369.23 225.64 และ 251.28 มิลลิลิตร ตามลำดับ กล่าวได้ว่า อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การสกัดน้ำมันมะพร้าว ทำให้น้ำมันมะพร้าวสามารถแตกตัวออกจากครีมกะทิได้ปริมาณมาก และเมื่อเวลาผ่านไปอุณหภูมิเหมาะสมต่อการแตกตัวของไขมันมะพร้าวจะลดลง ส่งผลทำให้ได้



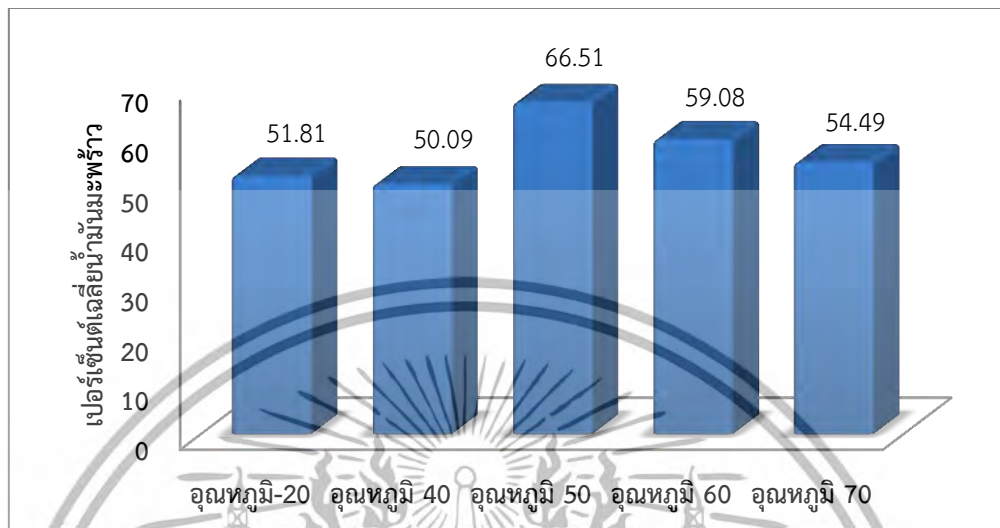
ภาพที่ 9.1 ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยระหว่างเวลากับปริมาณในการแยกชั้นน้ำมันมะพร้าว

### 9.3 เปอร์เซนต์น้ำมันมะพร้าว

จากภาพที่ 9.2 เป็นกราฟแสดงเปอร์เซนต์น้ำมันมะพร้าว จากการสกัดที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส โดยการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิของความเย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซนต์น้ำมันมะพร้าว 51.81 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก เนื่องจากอุณหภูมิจากความเย็นมีผลทำให้โครงสร้างเคมีเปลี่ยนไปแต่ไม่ทำลายพันธะเพปไทด์ แต่ทำให้พันธะต่าง ๆ ของโปรตีนถูกโครงสร้างเกิดการคลายตัว เปลี่ยนจากโครงสร้างเดิมตามธรรมชาติเป็นโครงสร้างใหม่ ที่อุณหภูมิของความร้อนที่ 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซนต์ของน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50.09 66.51 59.08 และ 54.49 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเปอร์เซนต์เฉลี่ยน้ำมันมะพร้าวเพิ่มขึ้น แต่เมื่อถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมเมื่ออุณหภูมิสูงเกินไปเปอร์เซนต์น้ำมันมะพร้าวจะลดลง

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี การเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย ไม่สามารถนำออกจากรายการนี้ได้อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากอุณหภูมิความร้อนทำให้พันธะระหว่างสายพอลิเพปไทด์อ่อนแอทำลายโครงสร้างของโปรตีน ทำลายพันธะระหว่างโปรตีนกับโปรตีนหรือโปรตีนกับน้ำ ดังนั้นอุณหภูมิจึงมีผลต่อการสกัดน้ำมันมะพร้าว



ภาพที่ 9.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันมะพร้าว

#### 9.4 ปริมาณน้ำในน้ำมัน

จากตารางที่ 9.2 แสดงให้เห็นถึง ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักน้ำมันมะพร้าวก่อนและหลังการอบ และเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำในน้ำมันมะพร้าว จากการทดลองพบว่า น้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการสกัดด้วยอุณหภูมิต่าง ๆ เมื่อนำมาผ่านการอบไล่ความชื้น จะได้ค่าปริมาณน้ำในน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน โดยที่น้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการสกัดด้วยอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณน้ำในน้ำมันมะพร้าวมากถึง 4.8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งเกิดจากการสกัดด้วยอุณหภูมิ -20 ไม่ได้ผ่านกระบวนการให้ความร้อน ทำให้มีปริมาณน้ำที่เกิดจากคั้นน้ำกะทิตั้งแต่ขั้นตอนแรกสะสมในเนื้อครีมและเมื่อเกิดการแยกชั้นเป็นน้ำมันมะพร้าวจึงทำให้มีน้ำปะปนอยู่กับน้ำมันมะพร้าว ส่วนในของการสกัดด้วยอุณหภูมิ 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำในน้ำมันมะพร้าว 0.85 1.3 1.29 และ 1.69 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมินั้น ๆ จึงทำให้น้ำเกิดการระเหยระหว่างการสกัดเมื่อเกิดการแยกชั้นเป็นน้ำมันมะพร้าว จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำในน้ำมันมะพร้าวมีค่าน้อยกว่าการสกัดด้วยอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ซึ่งผลของปริมาณน้ำในน้ำมันมะพร้าวถ้ามีปริมาณที่น้อยจะส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของน้ำมันมะพร้าวที่ดีขึ้น

ตารางที่ 9.2 ตารางการแสดงความเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในน้ำมัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ก่อนอบ (กิโลกรัม)	หลังอบ (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์ (%)
-20	0.125	0.119	4.80 ( $\pm$ 3.01)
40	0.118	0.117	0.85 ( $\pm$ 0.83)
50	0.115	0.114	1.30 ( $\pm$ 0.38)
60	0.116	0.115	1.29 ( $\pm$ 0.43)
70	0.120	0.118	1.67 ( $\pm$ 0.00)

### 9.5 คุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว

จากตาราง 9.3 จากผลการตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว เป็นผลจากการหาค่าส่วนประกอบของกรดไขมันต่าง ๆ ในน้ำมันมะพร้าวที่สกัดด้วยอุณหภูมิต่าง ๆ มีค่าเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่อยู่ในน้ำมันมะพร้าวอยู่ในค่ามาตรฐาน และถือว่ามีปริมาณและคุณภาพดีจากค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันที่ออกมาจากการทดสอบ

ตารางที่ 9.3 ปริมาณกรดไขมันที่อุณหภูมิต่าง ๆ

Fatty acid Composition (Polyunsaturated Fat)	น้ำมันมะพร้าวสกัดด้วยอุณหภูมิ					มาตรฐาน
	40 องศา เซลเซียส	50 องศา เซลเซียส	60 องศา เซลเซียส	70 องศา เซลเซียส	-20 องศา เซลเซียส	กระทรวง สาธารณสุข
Linoleic acid	1.25	1.25	1.24	1.23	1.18	0.9 - 3.7
Caproic acid	0.39	0.39	0.38	0.40	0.40	ไม่เกิน 1.2
Lauric acid	48.47	48.48	48.51	48.48	48.56	41 - 56
Myristic acid	18.78	18.77	18.77	18.74	18.66	13 - 23
Palmitic acid	8.99	8.98	8.96	8.93	8.84	4.2 - 12
Stearic acid	2.95	2.95	2.95	2.93	2.91	1.0 - 4.7

จากการศึกษาคุณสมบัติและปริมาณของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ได้ตามเงื่อนไขการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิ 40 50 60 70 และ -20 องศาเซลเซียส มีกรดลอริกปริมาณเท่ากับ 48.47 48.48 48.51 48.48 และ 48.56 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ รวมทั้งกรดไขมันตัวอื่น ๆ อาทิ กรดลิโอเลอิก กรดปาม-มิติก กรดแคปโพลอิก กรดไมริสติก กรดสเตียริก โดยค่าของกรดไขมันทั้งหมดนั้นแสดงในตารางที่ 4.3 จากค่าดังกล่าว ทำให้ทราบว่าอุณหภูมิที่ทำการศึกษาดังกล่าวการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์นั้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของกรดไขมันต่าง ๆ อีกทั้งในน้ำมันมะพร้าวยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 57 ปี 2524 เรื่องน้ำมันมะพร้าว โดยมีค่ากำหนดปริมาณของกรดไขมันต่าง ๆ ออกมาอย่างชัดเจน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.3 จึงสรุปได้ว่าอุณหภูมิ 40 50 60 70 และ -20 องศาเซลเซียส ในการสกัดน้ำมันมะพร้าว ปริมาณกรดไขมันต่าง ๆ มีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิที่แตกต่างในการสกัดน้ำมันมะพร้าว และยังมีปริมาณกรดไขมันอยู่ในค่ามาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 10 : การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์

### 10.1 ผลของการใช้กากน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการเติบโตของสุกร

ผลการศึกษาด้านสมรรถนะการเติบโตพบว่า น้ำหนักเริ่มต้น และน้ำหนักสุดท้ายของสุกรแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีกากมะพร้าวที่ระดับ 30% มีน้ำหนักตัวเพิ่ม และมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) แต่ไม่ต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารกากมะพร้าว 20% ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารกากมะพร้าว 40% มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำที่สุด และพบว่าประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 10.1

### 10.2 ผลของการใช้กากน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารต่อคุณภาพซากของสุกร

การศึกษากการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารสุกรโดยใช้กากมะพร้าวในระดับที่แตกต่างกันคือ 0, 10, 20, 30 และ 40% ในสูตรอาหาร เพื่อศึกษาคุณภาพซากของสุกร โดยทำการศึกษาน้ำหนักเนื้อสุกร น้ำหนักเครื่องใน ค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ ภายหลังการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการทำให้สุก ค่าสี และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

ผลการศึกษาคุณภาพซากสุกร (ตารางที่ 10.2) พบว่าการใช้กากมะพร้าวในระดับที่แตกต่างกันมีผลต่อความยาวซาก น้ำหนักเนื้อสันใน น้ำหนักกระดูกรวม ( $P<0.05$ ) และน้ำหนักเนื้อสามชั้น ( $P<0.01$ ) โดยสุกรในกลุ่มที่มีการใช้กากมะพร้าวในอาหารที่ระดับ 20% มีความยาวซากมากที่สุดคือ 85.00 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมซึ่งมีความยาวเท่ากับ 83.50 เซนติเมตร สูตรอาหารที่มีการใช้กากมะพร้าวในระดับ 40% ทำให้ซากมีความยาวน้อยที่สุดคือ 78.00 เซนติเมตร สำหรับน้ำหนักเนื้อสันในของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีกากมะพร้าว 20% มีน้ำหนักเนื้อสันในมากที่สุดคือ 1.52 กิโลกรัม ไม่ต่างกับสุกรที่มีการใช้กากมะพร้าว 10% โดยมีน้ำหนักเนื้อสันในเท่ากับ 1.37 กิโลกรัม ซึ่งในกลุ่มของสุกรที่มีการใช้กากมะพร้าวในสูตรอาหาร 40% มีน้ำหนักเนื้อสันในน้อยที่สุดคือ 1.13 กิโลกรัม สุกรที่ได้รับอาหารในสูตรควบคุมมีน้ำหนักเนื้อสามชั้นมากที่สุดคือ 10.65 กิโลกรัม แต่สุกรที่ได้รับอาหารที่มีกากมะพร้าว 10% พบว่ามีน้ำหนักเนื้อสามชั้นน้อยที่สุด ซึ่งมีน้ำหนักเท่ากับ 8.85 กิโลกรัม ทั้งนี้ยังพบว่าการใช้กากมะพร้าวในสูตรอาหารสุกรในระดับที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำหนักเนื้อสามชั้นเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักของไขมันรวมหนึ่งในระดับของการใช้กากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำหนักของไขมันรวมหนึ่งเพิ่มขึ้น ส่วนน้ำหนักกระดูกรวมในกลุ่มของสุกรที่มีใช้กากมะพร้าวที่ระดับ 30% มีผลต่อน้ำหนักกระดูกรวมน้อยที่สุดคือ 11.25 กิโลกรัม และยังพบว่าสุกรในกลุ่มที่มีการใช้กากมะพร้าวที่ระดับ 0, 10, 20 และ 40% มีผลต่อน้ำหนักกระดูกรวมไม่ต่างกันโดยมีน้ำหนักเท่ากับ 13.93, 13.31, 13.92 และ 11.97 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันการใช้กากมะพร้าวในระดับที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความหนาไขมันสันหลัง เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน น้ำหนักเนื้อสันนอก ไหล่ สะโพก คอ หมู ขาหน้า ขาหลัง หัว หาง เศษเนื้อ ไขมันช่องท้อง และ ไขมันรวมหนึ่ง ( $P>0.05$ )

การใช้กากมะพร้าวในระดับที่แตกต่างกันส่งผลต่อน้ำหนักเครื่องใน (ตารางที่ 10.3) คือน้ำหนักกระเพาะ ( $P<0.05$ ) โดยพบว่าสุกรในกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักกระเพาะมากที่สุดคือ 0.77 กิโลกรัม แต่ไม่ต่างกับกลุ่มของสุกรที่มีการใช้กากมะพร้าวที่ระดับ 10 และ 20% ซึ่งมีน้ำหนักกระเพาะเท่ากับ 0.72 และ 0.70 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในระดับการใช้กากมะพร้าว 40% มีผลต่อน้ำหนักกระเพาะน้อยที่สุดแต่ไม่ต่างกับสูตรที่มีการใช้กากมะพร้าว 30% โดยมีน้ำหนักกระเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 0.51 และ 0.59 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่การใช้กากมะพร้าวในระดับที่ต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักของหัวใจ ไต ม้าม ตับ ปอด ลำไส้ใหญ่ ลำไส้เล็ก ใส่อ่อน กระเพาะปัสสาวะ และถุงน้ำดี ( $P>0.05$ )

การใช้กากมะพร้าวในสูตรอาหารสุกรในระดับที่สูงขึ้นจะส่งผลให้มีเยื่อใยในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งสุกรสามารถย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างจำกัด เนื่องจากสุกรมีความสามารถในการย่อยเยื่อใยได้ต่ำ และสุกรได้รับโภชนาที่สำคัญไม่เพียงพอทำให้เติบโตช้าและมีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำลง (วินัย, 2529) ซึ่ง Kennelly and Aherny (1980) ได้รายงานว่าการใช้เยื่อใยในสูตรอาหารสุกรขุนควรใช้ในระดับที่ไม่เกิน 10%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10.1 แสดงผลการใช้ผลกาน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการเติบโตของสุกร

รายการ	ระดับกานมะพร้าวในสูตรอาหาร (%)					SEM	P-value
	0	10	20	30	40		
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กก.)	27.25	27.00	27.5	28.5	27.38	0.97	ns
น้ำหนักสุกรที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กก.)	65.75 <sup>ab</sup>	69.88 <sup>ab</sup>	73.00 <sup>a</sup>	73.5 <sup>a</sup>	61.74 <sup>b</sup>	0.346	*
น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กก.)	93.00	96.88	100.50	102.00	89.12	0.93	ns
น้ำหนักอาหารเฉลี่ย (กก.)	180.63 <sup>b</sup>	188.63 <sup>ab</sup>	203.88 <sup>a</sup>	204.65 <sup>a</sup>	185.15 <sup>ab</sup>	0.76	*
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ก./วัน)	547.92 <sup>ab</sup>	582.33 <sup>ab</sup>	608.33 <sup>a</sup>	612.50 <sup>a</sup>	514.50 <sup>b</sup>	0.003	*
ปริมาณการกินได้เฉลี่ย (ก./วัน)	1,505.20 <sup>b</sup>	1,571.88 <sup>ab</sup>	1,698.96 <sup>a</sup>	1,705.42 <sup>a</sup>	1,542.92 <sup>ab</sup>	6.30	*
ประสิทธิภาพการใช้อาหารเฉลี่ย	2.75	2.70	2.79	2.79	3.01	0.014	ns

\* แตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05)

ns ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 10.2 น้ำหนักเนื้อสุกรที่ได้จากการใช้กากมะพร้าวในสูตรอาหารสุกรในระดับที่แตกต่างกัน

ลักษณะ	ระดับการใช้กากมะพร้าวในสูตรอาหาร (%)					SEM	P-value
	0	10	20	30	40		
น้ำหนักก่อนฆ่า (กก.)	123.50	109.00	115.25	114.50	104.25	-	-
ความยาวซาก (ซม.)	83.50 <sup>ab</sup>	81.50 <sup>b</sup>	85.00 <sup>a</sup>	81.50 <sup>b</sup>	78.00 <sup>c</sup>	0.38	*
ความหนาไขมันสันหลัง (มม.)							
ตำแหน่งที่ 1	27.07	29.69	38.51	38.72	31.54	2.93	ns
ตำแหน่งที่ 2	22.32	18.71	17.39	20.24	16.05	0.88	ns
ตำแหน่งที่ 3	20.95	16.60	19.08	17.40	18.08	1.22	ns
เฉลี่ยความหนาไขมันสันหลัง	23.45	21.67	24.99	25.45	21.89	1.68	ns
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน	77.20	77.96	80.04	74.22	78.87	0.38	ns
สันใน (กก.)	1.35 <sup>b</sup>	1.37 <sup>ab</sup>	1.52 <sup>a</sup>	1.34 <sup>b</sup>	1.13 <sup>c</sup>	0.02	*
สันนอก (กก.)	7.80	7.75	7.97	5.05	6.50	0.32	ns
ไหล่ (กก.)	13.22	12.74	13.72	13.30	11.71	0.14	Ns
สามชั้น (กก.)	10.65 <sup>A</sup>	8.85 <sup>C</sup>	9.65 <sup>B</sup>	9.73 <sup>B</sup>	9.18 <sup>BC</sup>	0.07	**
สะโพก (กก.)	19.10	17.50	19.40	18.30	16.30	0.28	Ns
คอหมู (กก.)	3.52	2.91	3.09	2.95	3.13	0.06	Ns
ขาหน้า (กก.)	3.99	3.66	3.87	3.52	3.42	0.07	Ns
ขาหลัง (กก.)	5.07	4.41	4.68	4.58	4.12	0.08	Ns
หัว (กก.)	6.26	5.82	5.95	6.37	5.56	0.07	Ns
หาง (กก.)	0.21	0.19	0.20	0.20	0.19	0.01	Ns
เศษเนื้อ (กก.)	8.10	7.15	7.80	8.50	7.55	0.34	Ns
ไขมันช่องท้อง (กก.)	0.84	0.70	0.60	0.73	1.00	0.04	Ns
มันรวมหนัง (กก.)	8.32	5.13	6.46	6.24	6.98	0.29	Ns
กระดูกรวม (กก.)	13.93 <sup>a</sup>	13.31 <sup>ab</sup>	13.92 <sup>a</sup>	11.25 <sup>b</sup>	11.97 <sup>ab</sup>	0.26	*

หมายเหตุ: \*, <sup>a-c</sup> อักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) \*\*, <sup>A-C</sup> อักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05), กระดูกรวม คือ กระดูกสันหลัง, กระดูกคอ, กระดูกซี่โครง, กระดูกขาโครง และกระดูกอื่นรวม

**ตารางที่ 10.3** น้ำหนักเครื่องในสุกรที่ได้จากการใช้กากมะพร้าวในสูตรอาหารสุกรในระดับที่แตกต่างกัน

ลักษณะ (กิโลกรัม)	ระดับกากมะพร้าวในสูตรอาหาร (%)					SEM	P-value
	0	10	20	30	40		
หัวใจ	0.42	0.35	0.40	0.37	0.33	0.02	ns
ไต	0.34	0.32	0.37	0.33	0.31	0.01	ns
ม้าม	0.17	0.18	0.19	0.17	0.17	0.01	ns
ตับ	1.93	1.89	1.88	1.83	1.69	0.05	ns
ปอด	1.29	1.14	1.29	1.28	1.19	0.02	ns
กระเพาะ	0.77 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	0.70 <sup>ab</sup>	0.59 <sup>bc</sup>	0.51 <sup>c</sup>	0.01	*
ลำไส้ใหญ่	2.45	1.21	1.90	1.93	1.90	0.14	ns
ลำไส้เล็ก	0.70	1.05	0.83	0.89	1.09	0.09	ns
ไส้อ่อน	1.38	1.04	0.85	0.91	0.87	0.14	ns
กระเพาะปัสสาวะ	0.55	0.35	0.34	0.61	0.61	0.06	ns
ถุงน้ำดี	0.96	0.14	0.17	0.16	0.16	0.17	ns

หมายเหตุ: \*, <sup>a-c</sup> อักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

การใช้กามะพร้าวในสูตรอาหารสุกรที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40% พบว่า ไม่มีผลต่อค่า pH ของเนื้อสันนอก ( $P>0.05$ ) (ตารางที่ 4.4) แต่มีแนวโน้มว่าในชั่วโมงที่ 1 หลังสัตว์ตาย ค่า pH ของเนื้อสันนอกลดต่ำลงเรื่อย ๆ จนถึงจุดสุดท้าย (Ultimate pH) ในชั่วโมงที่ 24 ภายหลังสัตว์ตาย สอดคล้องกับจตุพร (2551) ที่กล่าวว่า Ultimate pH ของเนื้ออยู่ที่ประมาณ 5.4 – 5.6 ซึ่งเมื่อสัตว์ตาย ค่า pH ในกล้ามเนื้อสัตว์จะลดลงเนื่องจากกรดแลคติกถูกผลิตออกมา การลดลงของ pH อาจทำให้โปรตีนบางส่วนในกล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้ลักษณะบางประการของโปรตีนเปลี่ยนไป โดยเฉพาะพวก Sarcoplasmic protein มีผลทำให้ความสามารถในการละลายน้ำได้ลดลงทำให้โปรตีนส่วนนี้จับน้ำได้น้อยลง สอดคล้องกับ Savell *et al.* (2005) ที่รายงานว่าเป็นปกติหลังจากที่สุกรถูกฆ่า pH ในกล้ามเนื้อลดลงจาก 7 อยู่ที่ประมาณ 5.3 – 5.8 ซึ่งจะลดลงภายใน 6 – 12 ชั่วโมง

การศึกษาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการเก็บรักษาพบว่าการใช้กามะพร้าวในระดับที่แตกต่างกันในสูตรอาหารสุกร ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการเก็บรักษาของเนื้อสุกร ( $P>0.05$ ) (ตารางที่ 10.5) แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มการทดลอง และพบว่าการใช้กามะพร้าวในสูตรอาหารสุกรที่ระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำภายหลังการทำให้สุกเช่นกัน ( $P>0.05$ ) (ตารางที่ 4.6) Lawrie (1988) กล่าวว่า ในการเก็บรักษาเนื้อสุกรจะส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำหนักอย่างเฉลี่ยไม่ได้ประมาณ 2 - 10%

การใช้กามะพร้าวในระดับที่แตกต่างกันนั้นไม่มีผลต่อค่าสีของเนื้อสุกร ( $P>0.05$ ) (ตารางที่ 10.7) แต่พบว่าการใช้กามะพร้าวในระดับที่สูงขึ้นมีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อค่า  $L^*$  (Lightness) ทำให้ค่าสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้เนื้อมีความสว่างมากที่สุด

ตารางที่ 10.4 ค่า pH ของเนื้อสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตรที่เวลา 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ภายหลัง สัตว์ตาย

ระยะเวลาภายหลัง สัตว์ตาย (ชั่วโมง)	ระดับกามะพร้าวในสูตรอาหาร (%)					SEM	P-value
	0	10	20	30	40		
1	6.10	5.78	5.94	6.00	6.05	0.13	ns
6	5.44	5.50	5.55	5.73	5.47	0.05	ns
12	5.52	5.58	5.62	5.63	5.49	0.04	ns
24	5.61	5.67	5.50	5.57	5.56	0.04	ns

หมายเหตุ: <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

การใช้กามะพร้าวในระดับที่แตกต่างกันในสูตรอาหารสุกรพบว่าไม่ส่งผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อสุกร ( $P>0.05$ ) (ตารางที่ 10.8) โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผ่านไป 7 วัน เนื้อสุกรในทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มที่ค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2556) รายงานว่าการบ่มเนื้อสัตว์ที่อุณหภูมิ ประมาณ 1 - 4 องศาเซลเซียส จะเพิ่มความนุ่มให้แก่เนื้อสัตว์ โดยเอนไซม์โปรตีเอส (Protease) ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ย่อยเส้นใยโปรตีนกล้ามเนื้อ (Myofibril) และโปรตีนที่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น คอลลาเจน มีผลให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Hannula and Puolanne (2004) ว่าระยะเวลาที่ยาวนานของการบ่ม จะเกิดการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนในเนื้อทำให้เนื้อมีความนุ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกัน French *et al.* (2004) เป็นเอกสารที่สวอนไวสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติ ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

al. (2001) ได้ศึกษาระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อของโคขุนที่ได้รับอาหารและการจัดการเหมือนกันโดยผ่านการแช่เย็น 24 ชั่วโมง นำไปบ่มเป็นระยะเวลา 2, 7 และ 14 วัน พบว่าระยะเวลาการบ่ม 14 วัน มีค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ 4.8 กิโลกรัม ต่ำกว่าเนื้อที่บ่ม 2 และ 7 วัน ซึ่งมีค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อเท่ากับ 8.0 และ 5.2 กิโลกรัม ตามลำดับ ( $P < 0.05$ )

**ตารางที่ 10.5** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการเก็บรักษาของเนื้อสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร ที่ระยะเวลาการบ่ม 1, 3, 5 และ 7 วัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ระดับกากมะพร้าวในสูตรอาหาร (%)					SEM	P-value
	0	10	20	30	40		
1	4.33	4.00	1.44	3.67	3.01	0.75	ns
3	4.87	5.20	3.66	2.24	3.96	0.65	ns
5	6.07	6.13	5.16	2.25	6.11	0.66	ns
7	5.74	7.22	4.50	2.59	6.41	0.44	ns

หมายเหตุ: <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

**ตารางที่ 10.6** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการทำให้สุกของเนื้อสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร ที่ระยะเวลาการบ่ม 1, 3, 5 และ 7 วัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ระดับกากมะพร้าวในสูตรอาหาร (%)					SEM	P-value
	0	10	20	30	40		
1	29.50	34.30	28.56	24.55	37.61	1.82	ns
3	40.61	41.21	40.45	33.89	29.72	1.61	ns
5	33.37	36.70	30.36	34.24	39.05	1.57	ns
7	30.61	32.50	37.30	34.78	36.98	1.37	ns

หมายเหตุ: <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10.7 ค่าสีของเนื้อสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร ที่เวลา 24 ชั่วโมง ภายหลังจากสัตรีตาย

ค่าสี	ระดับกากมะพร้าวในสูตรอาหาร (%)					SEM	P-value
	0	10	20	30	40		
L*	58.54	58.85	57.34	60.28	60.61	0.78	ns
a*	2.92	2.13	3.27	1.73	2.72	0.24	ns
b*	13.04	13.11	12.98	12.72	12.79	0.30	ns

หมายเหตุ: <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

ตารางที่ 10.8 ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force; kgf-mm<sup>2</sup>) ของสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร ที่ระยะเวลาการบ่ม 1, 3, 5 และ 7 วัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ระดับกากมะพร้าวในสูตรอาหาร (%)					SEM	P-value
	0	10	20	30	40		
1	4.59	4.86	4.43	5.99	5.20	0.22	ns
3	4.63	5.11	5.34	4.97	4.33	0.31	ns
5	4.52	4.90	4.02	4.91	4.30	0.19	ns
7	4.33	3.87	4.18	4.83	4.71	0.21	ns

หมายเหตุ: <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

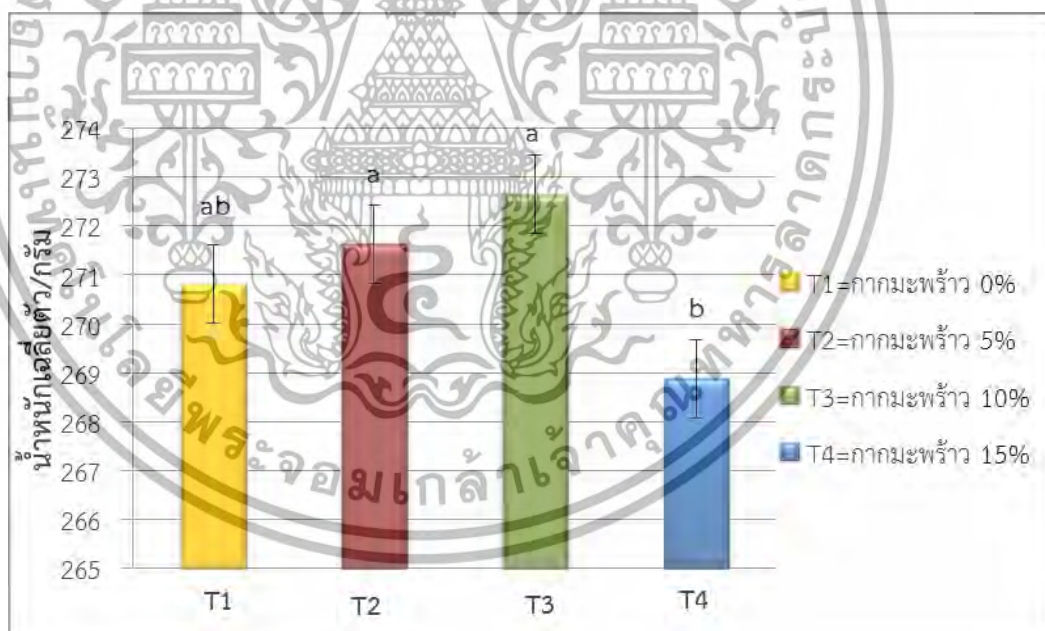
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมย่อยที่ 11 : การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ  
 การศึกษาการใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ โดยใช้  
 อาหารทดลองมีเปอร์เซ็นต์ โปรตีน อยู่ระหว่าง 25.03- 25.92 ,ไขมัน 8.62-8.96 ,เยื่อใย 5.89-6.42,  
 เถ้า 8.74-8.46 และมีพลังงานในอาหาร 259.68-263.12 กิโลแคลอรี/อาหาร 100 กรัม (ตารางที่  
 4.1) ทดลองเลี้ยงปลานิล เป็นระยะเวลา 120 วัน ได้ผลดังนี้

### 11.1 การเจริญเติบโตของปลานิล

#### 11.1.1 อัตราการเจริญเติบโตทั้งหมด

ปลานิลมีน้ำหนักเริ่มต้น (initial weight) อยู่ระหว่าง 4.20-4.23 กรัมต่อตัว ( $P>0.05$ ) เลี้ยงเป็นระยะเวลา 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสม  
 กากมะพร้าวสกัดน้ำมันร้อยละ 10 มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักดีที่สุด คือ มีน้ำหนักสุดท้าย (final  
 weight) เท่ากับ 276.88 กรัม รองลงมา ได้แก่ ปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัด  
 น้ำมันที่ระดับร้อยละ 5, 0 และ 10 มีน้ำหนักสุดท้ายเท่ากับ 275.86, 275.05 และ 273.12 กรัม  
 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระดับของอาหารทดลองผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันมีผล  
 ต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) (ตารางที่ 11.1), ภาพที่  
 11.1

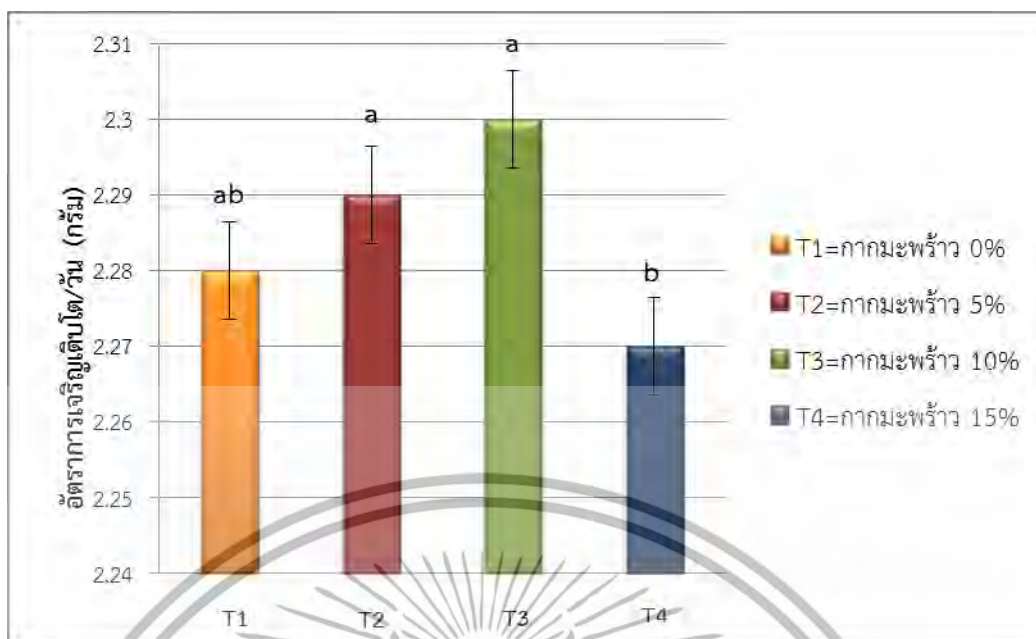


ภาพที่ 11.1 แผนภูมิแสดงอัตราการเจริญเติบโตน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) สูตรอาหาร  
 ผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 11.1.2 การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Average daily gain)

ปลาชนิดที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันร้อยละ 10 มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันที่สุดเท่ากับ 2.30 กรัม รองลงมา ได้แก่ ปลาชนิดที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ร้อยละ 5, 0 และ 15 มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 2.29, 2.28 และ 2.27 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 11.2) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระดับของกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ผสมในอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันของปลาชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) กับปลาชนิดที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวร้อยละ 15 ส่วนปลาชนิดที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ร้อยละ 0, 5 และ 10 มีน้ำหนักเพิ่มต่อวันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เช่นเดียวกับ วรพงษ์ และสายชล (2561) ซึ่งทดลอง ผลของการเสริมกากมะพร้าวและไบโกระถินเทพาป่นในสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของปลานิลานิล โดยเสริมกากมะพร้าวป่นและไบโกระถินเทพาป่น ในสูตรอาหาร 6 ระดับ คือ 0 (สูตรควบคุม), 20/0, 0/20, 5/15, 10/10 และ 15/5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปลานิลมีน้ำหนักเริ่มต้น 0.2 กรัม เลี้ยงในถังชุดเลี้ยงปลาแบบน้ำหมุนเวียนขนาด 200 ลิตร จำนวน 18 ถัง เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า อัตราการเจริญเติบโตของปลานิล ชุดการทดลองที่ดีที่สุดคือชุดการทดลองที่ 5 ซึ่งปลานิลได้รับอาหารเสริมกากมะพร้าวป่นและไบโกระถินเทพาป่น ที่ระดับ 10/10 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) กับปลาที่ได้รับอาหารเสริมกากมะพร้าวป่นและไบโกระถินเทพาป่น ที่ระดับ 20/0, 5/15 และ 15/5 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับปลานิลที่ได้รับอาหารเสริมกากมะพร้าวป่นและไบโกระถินเทพาป่น ที่ระดับ 0/20 เปอร์เซ็นต์ และ ธนาภรณ์ (2557) รายงานว่า สัตว์น้ำต้องการสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโต ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ องค์ประกอบของอาหารถือเป็นปัจจัยสำคัญ เพราะผู้ผลิตอาหารสามารถเลือกวัตถุดิบประกอบสูตรอาหาร เพื่อใช้เลี้ยงให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาให้สูงขึ้นได้ และ Moorthy and Viswanathan (2010) รายงานว่ากากมะพร้าวมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ เป็นองค์ประกอบของสารอาหารครบตามความต้องการของสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับ Adu et al (2016) ทำการเลี้ยงปลานิลด้วยสูตรอาหารที่ผสมกากมะพร้าวที่ 0 (ชุดควบคุม), ชุดการทดลองที่ 2 (680 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม) และ ชุดการทดลองที่ 3 (680 กรัม และ กากงา 80 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม) โดยเลี้ยงปลานิลน้ำหนักรวมเริ่มต้นของแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าการเจริญเติบโตของปลาแต่ละชุดการทดลอง มีน้ำหนักรวม เท่ากับ  $1.75 \pm 0.06$ ,  $1.73 \pm 0.06$  และ  $1.76 \pm 0.04$  กิโลกรัม ตามลำดับและพบว่าการใช้กากมะพร้าวสามารถทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารได้ร้อยละ 27 และ 38 ตามลำดับ

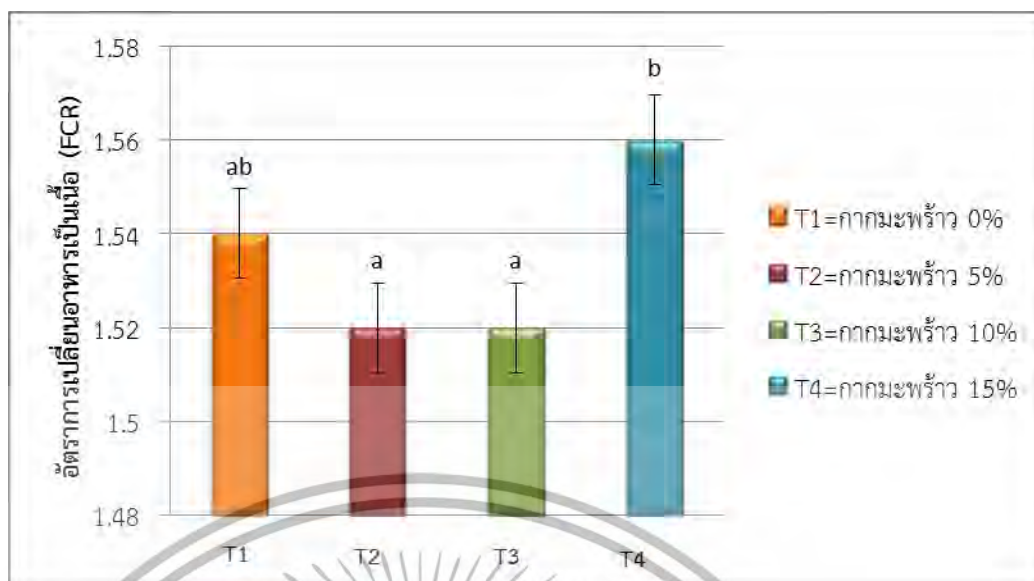


ภาพที่ 11.2 แผนภูมิแสดงอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัมต่อวัน) สูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน

### 11.1.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)

ปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันระดับร้อยละ 10 และ 5 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด เท่ากับ 1.52 รองลงมา คือ ปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน ที่ระดับร้อยละ 0 และ 15 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เท่ากับ 1.54 และ 1.56 ตามลำดับ (ตารางที่ 11.2 และภาพที่ 11.3) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าระดับของอาหารทดลองผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แสดงให้เห็นว่าการผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน ที่ระดับร้อยละ 5-10 มีความเหมาะสมทำให้ปลานิลสามารถย่อยและการนำสารอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ช่วงอายุสัตว์น้ำ, วัตถุดิบประกอบอาหาร เช่นเดียวกับ ธนาภรณ์ (2557) รายงานว่าปลานิลน้ำย่อยแป้งได้ปริมาณจำกัด หากมีแป้งมากเกินไปความสามารถของน้ำย่อย ส่งผลให้ประสิทธิภาพการย่อยแป้งลดลง และทำให้ปลานิลย่อยโปรตีนได้น้อยลงอีกด้วย เนื่องจากแป้งที่ไม่ถูกย่อยสามารถเคลื่อนที่ผ่านทางเดินอาหารได้อย่างรวดเร็ว พร้อมกับนำไปโปรตีนบางส่วนออกตามไปด้วย ซึ่งกากมะพร้าวจากโรงงานสกัดน้ำมันมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 43-45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

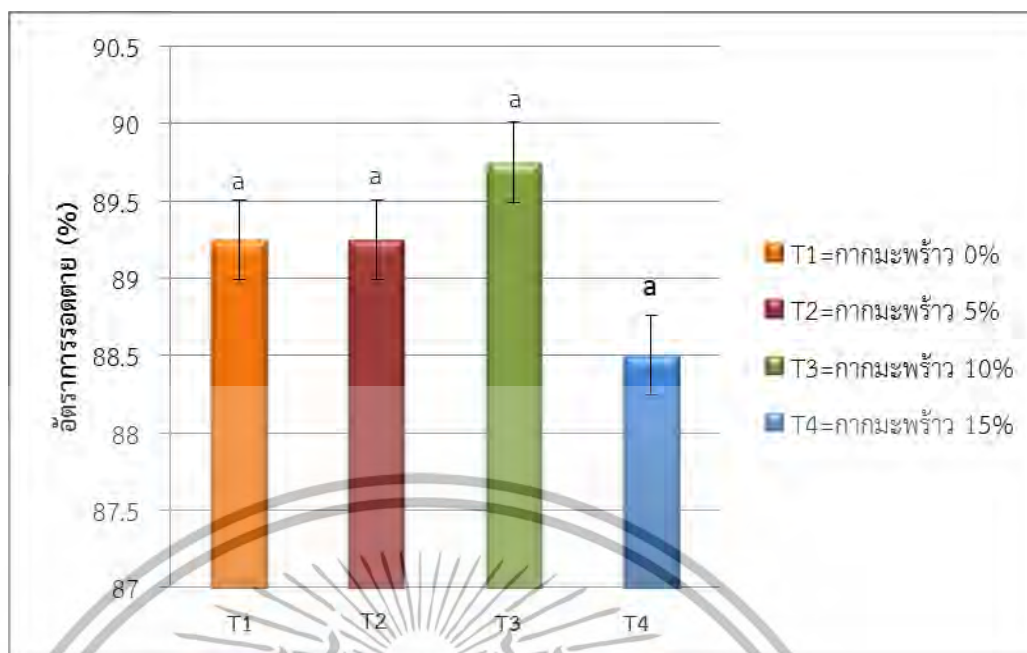


ภาพที่ 11.3 แผนภูมิแสดงอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) สูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน

#### 11.1.4 อัตราการรอดตาย (survival rate)

พบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ระดับ 5, 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย เท่ากับ 89, 89 และ 88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.4) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าระดับของอาหารทดลองผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน มีผลต่ออัตราการรอดตายของปลานิล ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) จากรายงานของ Olude et al (2008) พบว่ากากมะพร้าวสกัดน้ำมัน สามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารที่ 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในการเลี้ยงปลานิล น้ำหนักปลาเริ่มต้น 7.17- 7.59 กรัม เป็นระยะเวลา 70 วัน โดยไม่ส่งผลในทางลบแก่ปลา และปลามีการใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีส่งผลให้ปลานิล มีอัตราการรอดตายที่คืออยู่ที่ 86.7 เปอร์เซ็นต์ และ 83.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11.4 แผนภูมิแสดงอัตราการรอดตายของปลานิล สูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน

ตารางที่ 11.1 องค์ประกอบทางโภชนาการทดลองที่ผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันในสูตรอาหารปลานิล

องค์ประกอบทางโภชนาการ (%)	กากมะพร้าวสกัดน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)			
	0	5	10	15
โปรตีน	25.03	25.92	25.43	25.26
ไขมัน	8.62	8.73	8.78	8.96
เยื่อใย	6.42	5.89	6.27	6.18
เถ้า	8.05	8.32	8.46	8.74
NFE	45.30	44.80	44.38	44.03
GE (Kcal/100g)	259.68	263.12	260.72	260.78

หมายเหตุ NFE คือ Nitrogen Free Extract, (% NFE = 100 - % เถ้า - % โปรตีน - % ไขมัน - % เยื่อใย) GE คือ (Gross energy) มีหน่วยเป็น กิโลแคลอรี (Kcal)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 11.2** การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน ระยะเวลา 120 วัน

พารามิเตอร์	อัตราส่วนของกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน (%) <sup>1/</sup>				P-value
	0	5	10	15	
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	4.22±0.02 <sup>a</sup>	4.22±0.02 <sup>a</sup>	4.22±0.02 <sup>a</sup>	4.23±0.02 <sup>a</sup>	0.7695
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	275.05±1.32 <sup>ab</sup>	275.86±1.71 <sup>a</sup>	276.88±1.67 <sup>a</sup>	273.12±0.76 <sup>b</sup>	0.0173
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	270.82±1.33 <sup>ab</sup>	271.64±1.71 <sup>a</sup>	272.65±1.67 <sup>a</sup>	268.88±0.76 <sup>b</sup>	0.0173
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัมต่อวัน)	2.28±1.32 <sup>ab</sup>	2.29±1.32 <sup>a</sup>	2.30±1.32 <sup>a</sup>	2.27±1.32 <sup>b</sup>	0.0305
อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)	1.54±0.02 <sup>ab</sup>	1.52±0.01 <sup>a</sup>	1.52±0.01 <sup>a</sup>	1.56±0.02 <sup>b</sup>	0.0322
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	89.25±2.21 <sup>a</sup>	89.25±0.95 <sup>a</sup>	89.75±0.95 <sup>a</sup>	88.50±2.38 <sup>a</sup>	0.7953

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ a b ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ (P < 0.05).

## 11.2 คุณสมบัติของน้ำ

อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 26.4–28.3 องศาเซลเซียส, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 4.61- 6.82 มิลลิกรัมต่อลิตร, ความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 7.35 – 7.81, ความเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 158.02-163.25 มิลลิกรัมต่อลิตร, ความกระด้างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 130.25-144.11 มิลลิกรัมต่อลิตร, แอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) ของน้ำมีค่า 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์ ( $\text{NO}_2$ ) ของน้ำมีค่า 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่าคุณสมบัติของน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมในการเลี้ยงสัตว์น้ำสอดคล้องกับ อูธร (2553) รายงานว่าคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27.9-29.1 องศาเซลเซียส, ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.5-9.0, ค่าความเป็นด่าง 120-400 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างของน้ำอยู่ระหว่าง 100-200 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าแอมโมเนียอยู่ระหว่าง 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าไนไตรท์ ที่เหมาะสมต่อการเติบโตของสัตว์น้ำมีค่าน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่นเดียวกับ Bhatnagar and Devi (2013) รายงานว่าคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ คือมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.0-8.5, ค่าความเป็นด่าง 75-200 มิลลิกรัมต่อลิตร, ความกระด้างของน้ำอยู่ระหว่าง 75-150 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าแอมโมเนียน้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าไนไตรท์ที่เหมาะสมต่อการเติบโตของสัตว์น้ำ คือมีค่าน้อยกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

## กิจกรรมย่อยที่ 12 : การใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม ในโคนม

### การทดลองที่ 12.1 ศึกษาค่าการย่อยได้และองค์ประกอบทางเคมีของทางใบมะพร้าวปรับปรุง คุณภาพ

ตารางที่ 12.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพ

อาหารหยาบ	วัตถุแห้ง	เถ้า	โปรตีน	NDF	ADF	Lignin
ทางใบมะพร้าว	97.81	7.31	8.82	75.23	45.04	5.06
ทางใบมะพร้าวหมัก 2 สัปดาห์	93.29	7.20	8.90	77.44	43.24	5.87
ทางใบมะพร้าวหมัก 3 สัปดาห์	93.70	7.55	9.18	78.92	47.65	6.05
ทางใบมะพร้าวหมัก 4 สัปดาห์	94.45	7.66	9.04	75.35	45.90	5.12
ทางใบมะพร้าวหมัก 5 สัปดาห์	96.81	7.30	8.52	75.32	45.04	5.03
ทางใบมะพร้าวหมัก 6 สัปดาห์	94.22	7.12	8.92	76.64	42.42	5.87
ทางใบมะพร้าวหมัก 7 สัปดาห์	96.51	7.53	8.72	75.31	45.04	6.16
ทางใบมะพร้าวหมัก 8 สัปดาห์	93.39	7.42	8.89	76.54	43.14	5.87

จากตารางที่ 12.2 องค์ประกอบทางเคมีของทางใบมะพร้าวหมัก เมื่อวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง (DM ; Dry matter) พบว่า ค่าสูงสุด คือ ทางใบมะพร้าว เท่ากับ 97.81 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำสุด คือ ทางใบมะพร้าวหมัก 2 สัปดาห์ เท่ากับ 93.29 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์หาเถ้า (Ash) พบว่า ค่าสูงสุด คือ ทางใบมะพร้าว 4 สัปดาห์ เท่ากับ 7.66 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำสุด คือ ทางใบมะพร้าวหมัก 6 สัปดาห์ เท่ากับ 7.12 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์หาโปรตีน (CP ; Crude Protein) พบว่า ค่าสูงสุด คือ ทางใบมะพร้าว 3 สัปดาห์ เท่ากับ 9.18 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำสุด คือ ทางใบมะพร้าวหมัก 5 สัปดาห์ เท่ากับ 8.52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าจากการทดลองจะต่ำกว่า Nantana *et al.* 2010 รายงานว่า ใบมะพร้าว มีค่าโปรตีน เท่ากับ 13.07 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการใช้ทางใบมะพร้าวจะมีส่วนก้านมะพร้าว ซึ่งเป็นส่วนแข็ง ทำให้ค่าโปรตีนต่ำกว่า ใบมะพร้าว

เมื่อวิเคราะห์หาค่า NDF (Neutral Detergent Fiber) พบว่า ค่าสูงสุด คือ ทางใบมะพร้าว 3 สัปดาห์ เท่ากับ 78.92 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำสุด คือ ทางใบมะพร้าวหมัก เท่ากับ 75.23 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์หา ADF (Acid Detergent Fiber) พบว่า ค่าสูงสุด คือ ทางใบมะพร้าว 3 สัปดาห์ เท่ากับ 47.65 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำสุด คือ ทางใบมะพร้าวหมัก เท่ากับ 42.42 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์หาลิกนิน (ADL, Acid Detergent Lignin) พบว่า ทางใบมะพร้าว 7 สัปดาห์ เท่ากับ 6.16 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำสุด คือ ทางใบมะพร้าวหมัก 5 สัปดาห์ เท่ากับ 5.03 เปอร์เซ็นต์

ดังตารางที่ 3 ค่าการย่อยได้ของทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพแบบ *in vitro* โดยวิธี Rumen Liquor pepsin เมื่อวิเคราะห์หา IVMD (*in vitro* dry matter digestibility) พบว่า ค่าสูงสุด คือ ทางใบมะพร้าวหมัก 3 สัปดาห์ เท่ากับ 39.51 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบมะพร้าวหมัก 4 สัปดาห์ เท่ากับ 38.77 เปอร์เซ็นต์ และค่า IVDMD ต่ำสุด คือ ทางใบมะพร้าว เท่ากับ 29.77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

IVDOMD (*in vitro* digestible organic matter digestibility) พบว่า ค่าสูงสุด คือ ทางใบมะพร้าวหมัก 3 สัปดาห์ เท่ากับ 39.51 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับทางใบมะพร้าวหมัก 4 สัปดาห์ เท่ากับ 38.77 เปอร์เซ็นต์ และค่า IVDMD ต่ำสุด คือ ทางใบมะพร้าว เท่ากับ 29.77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่าง

**ตารางที่ 12.2** แสดงค่าการย่อยได้ของทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพแบบ *in vitro* โดยวิธี Rumen Liquor pepsin

อาหารหยาบ	ค่าการย่อยได้ (%)	
	IVDMD	IVDOMD
ทางใบมะพร้าว	29.77 <sup>ก</sup>	66.49 <sup>ก</sup>
ทางใบมะพร้าวหมัก 2 สัปดาห์	35.80 <sup>ข</sup>	69.84 <sup>กข</sup>
ทางใบมะพร้าวหมัก 3 สัปดาห์	39.51 <sup>ก</sup>	75.77 <sup>ก</sup>
ทางใบมะพร้าวหมัก 4 สัปดาห์	38.77 <sup>ค</sup>	75.49 <sup>ค</sup>
ทางใบมะพร้าวหมัก 5 สัปดาห์	37.80 <sup>ค</sup>	71.88 <sup>ข</sup>
ทางใบมะพร้าวหมัก 6 สัปดาห์	38.51 <sup>ก</sup>	72.37 <sup>ข</sup>
ทางใบมะพร้าวหมัก 7 สัปดาห์	37.80 <sup>ก</sup>	71.18 <sup>ข</sup>
ทางใบมะพร้าวหมัก 8 สัปดาห์	36.51 <sup>ขค</sup>	72.77 <sup>ข</sup>

<sup>ก-ค</sup> อักษรที่แตกต่างในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

การทดลองที่ 12.2 การเสริมทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการหมักในกระเพาะรูเมนของโคนม

ตารางที่ 12.3 แสดงระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักต่อประสิทธิภาพการหมักในกระเพาะรูเมนในช่วงเวลาที่ 6 ปัจจัย

	ระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมัก (%)			SEM
	0	50	100	
H	7.05 <sup>ก</sup>	7.28 <sup>ข</sup>	7.19 <sup>ข</sup>	0.02
Ammonia-NH <sub>3</sub> (mg %)	9.95 <sup>ข</sup>	5.95 <sup>ก</sup>	6.20 <sup>ก</sup>	0.12
Total Viable Count (x10 <sup>9</sup> /ml)	1.87 <sup>ก</sup>	3.35 <sup>ค</sup>	2.79 <sup>ข</sup>	0.02
<i>Fibrobacter succinogenes</i> (x10 <sup>7</sup> /ml)	1.40 <sup>ก</sup>	4.47 <sup>ค</sup>	2.77 <sup>ข</sup>	0.22
<i>Ruminococcus albus</i> (x10 <sup>8</sup> /ml)	1.53 <sup>ก</sup>	5.55 <sup>ค</sup>	3.50 <sup>ข</sup>	0.10
<i>Ruminococcus favefaciens</i> (x10 <sup>8</sup> /ml)	1.63 <sup>ก</sup>	5.36 <sup>ค</sup>	3.80 <sup>ข</sup>	0.11
<i>Bacillus licheniformis</i> (x10 <sup>6</sup> /ml)	2.25 <sup>ก</sup>	2.79 <sup>ข</sup>	2.54 <sup>ข</sup>	0.06
<i>Ruminobacter amylophilus</i> (x10 <sup>4</sup> /ml)	3.65 <sup>ก</sup>	4.60 <sup>ข</sup>	4.40 <sup>ข</sup>	0.12
<i>Selenomonas ruminantium</i> (x10 <sup>3</sup> /ml)	2.55 <sup>ก</sup>	3.50 <sup>ข</sup>	3.47 <sup>ข</sup>	0.57
Total VFA (mol / 100 mol)	66.71 <sup>ก</sup>	69.28 <sup>ข</sup>	69.04 <sup>ข</sup>	0.10
Acetic (mol / 100 mol)	57.63 <sup>ก</sup>	59.78 <sup>ข</sup>	59.46 <sup>ข</sup>	0.01
Propionic (mol / 100 mol)	15.04 <sup>ก</sup>	16.85 <sup>ข</sup>	16.68 <sup>ข</sup>	0.06
Butyric (mol / 100 mol)	8.47 <sup>ก</sup>	9.69 <sup>ข</sup>	9.50 <sup>ข</sup>	0.12

<sup>ก-ค</sup> อักษรที่แตกต่างในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

จากตารางที่ 12.4 จะเห็นว่า ค่า pH เมื่อยังไม่เสริมทางไบโอะพรวัว (control) จะอยู่ในระดับต่ำที่สุด คือ 7.05 แต่เมื่อเสริมที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า pH สูงสุด คือ 7.28 โดยจะไม่มี ความแตกต่างกับเสริมทางไบโอะพรวัวที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ คือ 7.19 ( $P>0.05$ ) ซึ่งสอดคล้องกับ Dawson (2005) รายงานว่า การเสริมยีสต์ให้โคที่ระดับ 10 กรัมต่อวัน จะสามารถรักษาสสมดุล pH ในกระเพาะรูเมนได้ และสามารถเพิ่ม microbial protein กับเพิ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ประโยชน์จากเยื่อใย และ ทวีพร (2544) ได้ทดลองพันธุ์โคนมโฮลสไตน์ฟรีเซียน และโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน เพศผู้ตอน จำนวน 24 ตัว โดยวัดค่า pH ในกระเพาะรูเมน ที่ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 พบว่า โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน มีค่า 6.85, 6.78 และ 6.75 และโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน มีค่า 6.84, 6.74 และ 6.74 ( $P>0.05$ )

จะเห็นว่าค่า pH ในกระเพาะรูเมนที่เปลี่ยนแปลง จะมีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง เช่น กรดไขมันระเหยง่าย แอมโมเนียไนโตรเจน และการไหลเวียนกลับของน้ำลายซึ่งมีสารประกอบประจุลบ คือ  $\text{HCO}_3^-$  และ  $\text{HPO}_4^-$  ประเภทต่างสูง (เมธา, 2533) โดยเฉพาะสารประกอบ  $\text{NaHCO}_3^-$  จะมีความสามารถในการบัฟเฟอร์สูง ซึ่งการหลั่งน้ำลายจะมีความสัมพันธ์กับชนิดอาหารที่กิน และระยะเวลาในการเคี้ยวเอื้อง หากสัตว์ได้รับอาหารหยาบมาก จะทำให้เกิดการหลั่งน้ำลายมาก จึงทำให้ค่า pH สูงขึ้นด้วย (บุญล้อม, 2541) โดยค่า pH ในกระเพาะรูเมน จะมีความแปรปรวนน้อยมาก หรือค่อนข้างคงที่ เนื่องจากในตัวสัตว์ จะมีกลไกการควบคุมปรับสภาพสมดุลของ pH ในกระเพาะรูเมนด้วยน้ำลายที่ผสมคลุกเคล้าอาหาร (Wora-anu *et al.*, 2000) และ Wanapat (2000) รายงานว่า การทำงานของแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนนี้ จะขึ้นอยู่กับระบบนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสม โดยอุณหภูมิในกระเพาะรูเมนที่ 39 องศาเซลเซียส จะมี pH อยู่ในช่วง 6.5-7.0

จากตารางที่ 12.4 ค่าแอมโมเนีย เมื่อยังไม่เสริมทางไบโอะพรวัว (control) จะมีค่าสูงสุด คือ 9.95 mg % แต่เมื่อเสริมทางไบโอะพรวัวที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าแอมโมเนียต่ำสุด คือ 5.95 mg % โดยจะมีความแตกต่างกันกับ Control ( $P<0.05$ ) จะเห็นว่าเมื่อเสริมทางไบโอะพรวัวจะทำให้แอมโมเนียในกระเพาะรูเมนลดลง โดยแบคทีเรียที่ใช้ประโยชน์จากโปรตีน คือ *Selenomonas ruminantium* และ *Bacillus licheniformis* เป็นกลุ่มแบคทีเรียผลิตเอนไซม์ exo-peptidase และ endo-peptidase ซึ่งจะย่อยโปรตีนให้เป็นเปปไทด์ จากนั้นจะถูกดูดซึมเข้าไปในตัวแบคทีเรีย แล้วไฮโดรไลซ์ต่อให้เป็นกรดอะมิโน แล้วนำไปสร้างโปรตีนในตัวแบคทีเรีย (microbial protein) และอีกส่วนหนึ่งกรดอะมิโนจะเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน แล้วถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมน

Guedes *et al.* (2008) ทำการทดลองเสริมยีสต์ในอาหารโคนม โดยใช้โคนมเจาะกระเพาะ จำนวน 3 ตัว โดยแบ่งเป็น กลุ่มควบคุม 0.30 และ 1.0 กรัม ต่อลิตร ทดลองหมักที่ 8 ชั่วโมง พบว่า ค่า แอมโมเนีย-ไนโตรเจน เท่ากับ 200.00 และ 202.00 mg / L ( $P>0.05$ ) แต่ Thrune *et al.* (2009) ได้เสริมยีสต์ในอาหารที่ระดับควบคุม และ 0.50 กรัมต่อตัว ต่อวัน ในโคนมพันธุ์ Holstein friesian จำนวน 8 ตัว โดยทำการทดลอง 12 วัน พบว่า ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เท่ากับ 13.60 และ 14.40 mg % ( $p>0.05$ )

ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน อาจเป็นผลมาจากหลายปัจจัย เช่น ความหลากหลายของสูตรอาหารต่อการใช้ประโยชน์จากโปรตีน ปริมาณสัดส่วนของอาหารชั้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูป ปริมาณการกินได้ของอาหารชั้น ซึ่งเมื่อโคกินได้มากขึ้นแล้ว จะทำให้แบคทีเรียที่ย่อยโภชนะประเภทโปรตีนเพิ่มมากขึ้น ผลผลิตที่ได้ คือ เปปไทด์ กรดอะมิโน และแอมโมเนียไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้น โดยจุลินทรีย์จะใช้ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ เพื่อนำไปสังเคราะห์กรดอะมิโน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โนร่วมกับกรดคีโตน จากการย่อยสลายของคาร์โบไฮเดรต ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในของเหลวในกระเพาะรูเมน มีระดับที่เหมาะสมต่อนิวเคลินวิทยาของจุลินทรีย์ ที่อยู่ภายในกระเพาะรูเมน คือ 15-30 mg % (สิทธิศักดิ์ และคณะ, 2552)

จากนั้นส่วนที่เหลือจะถูกลำเลียงไปยังทางเดินอาหารส่วนต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อเสริมทางไบโมาพร้าวในระดับ 0.9 กรัมต่อลิตร จะมีปริมาณแบคทีเรีย *Selenomonas ruminantium* และ *Bacillus licheniformis* ในระดับที่สูง คือ  $3.50 \times 10^3$  / ml และ  $2.79 \times 10^6$  / ml กว่าระดับไม่เสริมทางไบโมาพร้าว (control) คือ  $2.55 \times 10^3$  / ml และ  $2.25 \times 10^6$  / ml ( $P < 0.01$ ) เนื่องจากแบคทีเรีย *Selenomonas ruminantium* สามารถใช้ประโยชน์จากแอมโมเนียได้ ทำให้สามารถลดแอมโมเนียลงได้ (ฉลอง, 2540; Beguin and Aubert, 2000)

จากตารางที่ 12.4 จะสอดคล้องกับ Orskov (1992) รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนจะขึ้นกับชนิดอาหาร โดยเวลาหลังสัตว์กินอาหารในช่วงที่ 2 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน จะสูงสุด และจะค่อยๆ ลดลงหลังช่วงที่ 4 โดยสอดคล้องกับ Van Soest (1982) รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจะเพิ่มสูงสุดหลังสัตว์กินอาหาร 1-2 ชั่วโมง และพนัส และคณะ (2539) รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน จะสูงสุดในช่วงที่ 4 และจะค่อยๆ ลดลง และ Hungate (1966) รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน จะมีผลต่อจุลินทรีย์กลุ่ม cellulolytic bacteria เนื่องจากแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีส่วนในการสร้างจุลินทรีย์โปรตีนในกระเพาะรูเมน

Church (1979) รายงานว่า ในกระเพาะรูเมนจะมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ระหว่าง 2-22 mg % โดยจะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร ความสามารถในการแตกตัวของโปรตีนในอาหาร ความถี่การให้อาหาร และ Satter and Slyter (1974) รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการทำงานและเจริญเติบโต ประมาณ 5-8 mg % หากมีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนต่ำ จะทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Leng *et al.* (1994) รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน จะมีผลต่อการกินได้ของสัตว์ แต่หากปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนต่ำกว่า 8 mg % จะทำให้ปริมาณการกินได้ลดลง และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน ในช่วง 2-8 mg % จะมีผลให้จำนวนโปรตีนตัวเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า

Orskov (1995) รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน จะมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์และจำนวนประชากรจุลินทรีย์ และระดับการย่อยอาหารสูงสุดเมื่อ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เท่ากับ 10 mg % ส่วนปริมาณการกินอาหารสูงสุดเมื่อปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เท่ากับ 20 mg % ซึ่งสอดคล้องกับ Wanapat *et al.* (1994) รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนจาก 3.0 mg % จะเพิ่มเป็น 7.4 mg % ซึ่งมีผลต่อปริมาณการกินได้จะเพิ่มจาก 1.71 เป็น 2.09 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

Kanjanapruthipong and Leng (1998) รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน เมื่อมีปริมาณ 6-18 mg % จะทำให้จำนวนโปรตีนตัวเพิ่มขึ้น และเมื่อปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าสูงถึง 20 mg % จะทำให้ปริมาณโปรตีนตัวลดลง แต่จะทำให้แบคทีเรียสูงขึ้น และสอดคล้องกับ Wanapat (2000) รายงานว่า การทำงานของแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนนี้จะขึ้นอยู่กับระบบนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสม โดยอุณหภูมิในกระเพาะรูเมนที่ 39 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 17-20 mg %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 12.4 Tamminga (1979) รายงานว่า การย่อยโปรตีนในกระเพาะรูเมน จะเกิดการย่อยแล้วไปเป็นแอมโมเนียโดยจุลินทรีย์แบคทีเรียและโปรโตซัว ซึ่งแบคทีเรียจะย่อยโปรตีนภายนอกเซลล์ แต่โปรโตซัวจะย่อยโปรตีนภายในเซลล์ ซึ่งแบคทีเรียที่ย่อยโปรตีน คือ *Bacteroides amylophilus*, *Clostridium sporogens* และ *Bacillus inchefermis* ซึ่งสอดคล้องกับ McKane and Kandel (1996) รายงานว่า *Bacteroides amylophilus* หรือ *Ruminobacter amylophilus* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อน เคลื่อนที่น้อย เจริญได้ดีในการหมักประเภท Succinate, Acetate และ Formate

โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้ จะปล่อยเอนไซม์จากภายในและภายนอกเซลล์ ซึ่งเอนไซม์จะอยู่บริเวณผิวของแบคทีเรีย เมื่อเกิดการย่อยสายโพลีเปปไทด์ให้เล็กลง โดยขบวนการนี้จะเกิดนอกเซลล์ แบคทีเรีย จากนั้นจะถูกดูดซึมเข้าไปในเซลล์แบคทีเรีย เพื่อไฮโดรไลซิสให้เป็นกรดอะมิโน ซึ่งขบวนการนี้จะเกิดภายในเซลล์แบคทีเรีย และกรดอะมิโนส่วนหนึ่งจะนำไปสร้างจุลินทรีย์โปรตีน (microbial protein) หรือเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียแล้วขับออกนอกเซลล์แบคทีเรีย ซึ่งแอมโมเนียเหล่านี้จะเข้าสู่ของเหลวในกระเพาะรูเมน

เมื่อเสริมทางใบมะพร้าวที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้แบคทีเรีย *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens* และจุลินทรีย์มีชีวิตทั้งหมด (Total Viable Count) มีปริมาณสูงสุด คือ  $4.47 \times 10^7$ ,  $5.55 \times 10^7$ ,  $5.36 \times 10^8$  และ  $3.35 \times 10^9$  / ml แต่จะแตกต่างกับระดับควบคุม คือ  $1.40 \times 10^7$ ,  $1.53 \times 10^8$ ,  $1.63 \times 10^8$  และ  $1.87 \times 10^9$  / ml ( $P < 0.05$ ) ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน McKane and Kandel (1996) รายงานว่า *Fibrobacter succinogenes* หรือ *Bacteroides succinogenes* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อนเคลื่อนที่น้อยเจริญได้ดีในการหมักประเภท Succinate, Acetate และ Formate และ *Ruminococcus albus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างกลม เคลื่อนที่น้อย เจริญได้ดีในการหมักประเภท Acetate, Formate ไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งสอดคล้องกับ Froster *et al.* (1997) ได้ทำการศึกษาการจำแนกชนิดของ cellulolytic bacteria ในกระเพาะรูเมนของโคนมไฮลัสตันฟรีเซียน แกะ และกวาง พบว่า แบคทีเรียที่พบในกระเพาะรูเมนคือ *Ruminococcus albus* SY3, *Ruminococcus flavefaciens* และ *Fibrobacter succinogenes* S85

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่า ค่า propionic เมื่อเสริมทางใบมะพร้าวที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า propionic สูงสุด คือ 16.85 mol / 100 mol ซึ่งจะไม่แตกต่างกับการเสริมที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ คือ 16.68 mol / 100 mol ( $P < 0.05$ ) ซึ่ง propionic จะมาจากเส้นทางหลักของ pathway ผ่าน acrylate และ succinate เนื่องจากกรดอะมิโนส่วนหนึ่ง จะถูกสลายตัวโดยกระบวนการ deamination ของ aspartate และ valine ได้เป็น oxaloacetate กับแอมโมเนีย และได้เป็น  $\alpha$  - ketoisovalerate และแอมโมเนีย เช่นกันจากนั้นจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการ TCA cycle แล้วผลิตสุดท้ายได้ propionic

ซึ่งค่า propionic จะได้จากแบคทีเรียที่ใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรต คือ *Ruminobacter amylophilus* และ *Selenomonas ruminantium* โดยเมื่อเสริมทางใบมะพร้าวในระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณแบคทีเรีย *Ruminobacter amylophilus* ในระดับที่สูง คือ  $4.60 \times 10^4$  / ml ซึ่งจะไม่แตกต่างกับการเสริมที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ คือ  $4.40 \times 10^4$  / ml ( $P > 0.05$ ) ฉะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากปริมาณแบคทีเรีย *Ruminobacter amylophilus* และ *Selenomonas ruminantium* สูง จะทำให้ค่า propionic สูงตามไปด้วย (ฉลอง, 2540; Beguin and Aubert, 2000)

Guedes *et al.* (2008) ทำการทดลองเสริมยีสต์ในอาหารโคนมปริมาณ 0.30 กรัม ต่อลิตร ทดลองหมักที่ 8 ชั่วโมง พบว่า โพรปีโอนิก เท่ากับ 22.70 โมลต่อลิตร ( $P>0.05$ ) ซึ่งสอดคล้องกับ McKane and Kandel (1996) รายงานว่า *Bacteroides amylophilus* หรือ *Ruminobacter amylophilus* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อน เคลื่อนที่น้อย เจริญได้ดีในการหมักประเภท Succinate, Acetate และ Formate และ *Selenomonas ruminantium* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อนสั้นโค้งงอ มีการเคลื่อนที่เจริญได้ดีในการหมักประเภท Propionate, Acetate และ Lactate

ค่า Total VFA, acetic และ butyric เมื่อเสริมทางใบมะพร้าวที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ จะมี ค่า Total VFA, acetic และ butyric สูงที่สุด คือ 69.28, 59.78 และ 9.69 mol / 100 mol แต่จะ แตกต่างกับระดับที่ไม่เสริมทางใบมะพร้าว (control) คือ 66.71, 57.63 และ 8.47 mol / 100 mol ( $P<0.05$ ) ซึ่งแบคทีเรีย *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* และ *Ruminococcus favefaciens* จะเข้าสู่กระบวนการย่อยจนได้สุดท้ายเป็น acetic มากที่สุด ส่วน butyric จะมีในกระเพาะรูเมนไม่ถึง 10 % โดยได้จากการเปลี่ยน pyruvate เป็น acetate แล้ว สุดท้ายได้ butyric (Beguin and Aubert, 2000)

### การทดลองที่ 12.3 การเสริมทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม ในโคนม

#### ตารางที่ 12.4 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของทางใบมะพร้าวหมัก หญ้าเนเปียร์หมัก และอาหารชั้น ปัจจัย

	องค์ประกอบทางเคมี (%)							
	วัตถุแห้ง	เถ้า	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	NDF	ADF	Lignin
-Napier <sup>1/</sup>	94.73	11.76	5.65	-	-	65.63	46.60	15.16
-Coconut <sup>2/</sup>	96.42	5.18	1.54	-	-	69.05	58.59	26.02
-Nap : Co (50:50) <sup>3/</sup>	94.87	7.23	3.03	-	-	66.46	47.27	19.47
-Con <sup>4/</sup>	96.72	6.62	18.29	4.16	15.03	-	-	-

หมายเหตุ: Napier<sup>1/</sup> คือ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก 21 วัน

Coconut<sup>2/</sup> คือ ทางใบมะพร้าวหมัก

Nap : Co (50:50)<sup>3/</sup> คือ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก : ทางใบมะพร้าวหมัก (50 : 50)

Con<sup>4/</sup> คือ อาหารชั้น

จากตารางที่ 12.5 จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ทางใบมะพร้าวหมัก หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก : ทางใบมะพร้าวหมัก (50:50) และอาหารชั้น เมื่อวิเคราะห์หาเถ้า พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก เท่ากับ 11.76 เปอร์เซ็นต์ ทางใบมะพร้าวหมัก เท่ากับ 5.18 เปอร์เซ็นต์ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก : ทางใบมะพร้าวหมัก (50:50) เท่ากับ 7.23 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้น เท่ากับ 6.62 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อวิเคราะห์หาโปรตีน พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก เท่ากับ 5.65 เปอร์เซ็นต์ ทางใบ มะพร้าวหมัก เท่ากับ 1.54 เปอร์เซ็นต์ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก : ทางใบมะพร้าวหมัก (50:50) เท่ากับ 3.03 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้น เท่ากับ 18.29 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์หาไขมัน พบว่า อาหารชั้น เท่ากับ 4.16 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อวิเคราะห์หาเยื่อใย พบว่า อาหารชั้น เท่ากับ 15.03 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์หาค่า NDF พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก เท่ากับ 65.63 % ทางใบ มะพร้าวหมัก เท่ากับ 69.05 เปอร์เซ็นต์ และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก : ทางใบมะพร้าวหมัก (50:50) เท่ากับ 66.46 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์หาค่า ADF พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก เท่ากับ 46.60 เปอร์เซ็นต์ ทางใบมะพร้าวหมัก เท่ากับ 58.59 เปอร์เซ็นต์ และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก : ทางใบมะพร้าวหมัก (50:50) เท่ากับ 47.27 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์หาค่า Lignin พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก เท่ากับ 15.16 เปอร์เซ็นต์ ทางใบมะพร้าวหมัก เท่ากับ 26.02 เปอร์เซ็นต์ และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก : ทางใบมะพร้าวหมัก (50:50) เท่ากับ 19.47 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 12.5 แสดงระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม

ปัจจัย	ระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมัก (เปอร์เซ็นต์)			SEM
	0	50	100	
DMIR	6.00	6.00	5.99	0.04
DMIC	7.52	7.51	7.36	0.02
DMIT	13.52	13.51	13.35	0.02
MILK	17.56	17.05	16.49	2.22
FAT	4.84	4.92	4.83	0.10
PRO	2.88	2.89	2.86	0.01
SNF	8.53	8.55	8.50	0.06
TS	13.39	13.47	13.33	0.12
SCC <sup>1/</sup>	1,600.88 <sup>n</sup>	272.96 <sup>n</sup>	302.13 <sup>n</sup>	2.57
SPC	1,350.83	560.42	684.58	0.01
INCOM	223.98	227.45	230.41	765.83

<sup>n</sup>-<sup>n</sup> อักษรที่แตกต่างในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

หมายเหตุ: 0 คือ ระดับการเสริมหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก 100 เปอร์เซ็นต์

50 คือ ระดับการเสริมหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก 50 เปอร์เซ็นต์:ทางใบมะพร้าวหมัก 50 เปอร์เซ็นต์

100 คือ ระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมัก 100 เปอร์เซ็นต์

DMIR คือ ปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)

DMIC คือ ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)

DMIT คือ ปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)

MILK คือ ปริมาณน้ำนม (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)

FAT คือ % ไขมันในน้ำนม (ตัวต่อวัน)

PRO คือ % โปรตีนในน้ำนม (ตัวต่อวัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- SNF คือ % ของแข็งไม่รวมไขมันในน้ำนม (ตัวต่อวัน)  
 TS คือ % ของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (ตัวต่อวัน)  
 SCC<sup>1/</sup> คือ โซมาติกเซลล์ ( $SCC \times 10^3$  เซลล์ต่อตัวต่อวัน)  
 SCP คือ จุลินทรีย์ทั้งหมด ( $SCP \times 10^3$  เซลล์ต่อตัวต่อวัน)  
 INCOM คือ กำไร (บาทต่อตัวต่อวัน)

จากตารางที่ 12.6 ระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม พบว่า จากการเปรียบเทียบระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ 0, 50 และ 100 % มีปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ (DMIR) เท่ากับ 6.00, 6.00 และ 5.99 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ (DMIC) เท่ากับ 7.52, 7.51 และ 7.36 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ (DMIT) เท่ากับ 13.52, 13.51 และ 13.35 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ในระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่กลุ่มควบคุม จะมีปริมาณอาหารชั้นที่กินได้, ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ 50 เปอร์เซ็นต์ และการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีแนวโน้มปริมาณการกินได้ลดลง

จากตารางที่ 12.6 จากการเปรียบเทียบระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ 0, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำนม (MILK) เท่ากับ 17.65, 17.05 และ 16.49 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ในระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่กลุ่มควบคุม มีแนวโน้มปริมาณน้ำนมเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 50 % และการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีแนวโน้มปริมาณน้ำนมที่ได้ลดลง

จากตารางที่ 12.6 จากการเปรียบเทียบระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ 0, 50 และ 100% ต่อองค์ประกอบน้ำนม พบว่า ปริมาณไขมันนม (FAT) เท่ากับ 4.84, 4.92 และ 4.83 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนนม (PRO) เท่ากับ 2.88, 2.89 และ 2.86 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม (SNF) เท่ากับ 8.53, 8.56 และ 8.50 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และปริมาณของแข็งทั้งหมดในนม (TS) เท่ากับ 13.39, 13.47 และ 13.33 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ในระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 50 % องค์ประกอบน้ำนมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ กลุ่มควบคุม และการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 100 % องค์ประกอบน้ำนมจะมีแนวโน้มลดลง

จากตารางที่ 12.6 จากการเปรียบเทียบระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ 0, 50 และ 100 % ต่อคุณภาพน้ำนม โดยมีปริมาณโซมาติกเซลล์ (SCC) เท่ากับ 1,600.88, 272.96 และ 302.13 ( $SCC \times 10^3$  เซลล์ต่อตัวต่อวัน) ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P<0.05$ ) และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (SCP) เท่ากับ 1,350.83, 560.42 และ 684.58 ( $SCP \times 10^3$  เซลล์ต่อตัวต่อวัน) ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ในระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณโซมาติกเซลล์ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณโซมาติกเซลล์ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มสูงขึ้น เท่ากับ 302.13 ( $SCC \times 10^3$  เซลล์/ตัว/วัน) และการเสริม

ทางใบมะพร้าวหมักที่ กลุ่มควบคุม จะมีปริมาณไขมันและปริมาณจุลินทรีย์สูงสุด เท่ากับ 1,600.86 (SCC  $\times 10^3$  เซลล์ต่อตัวต่อวัน)

จากตารางที่ 6 จากการเปรียบเทียบระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ 0, 50 และ 100 ต่อผลกำไรที่ได้ (INCOM) ต่อการเสริมทางใบมะพร้าวหมักในโคนม เท่ากับ 223.98, 227.45 และ 230.41 บาทต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ในระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 100 % ผลกำไรที่ได้จะสูงสุด โดยจะมีกำไรลดต่ำลงเมื่อเสริมที่ระดับ 50 % และจะมีกำไรต่ำสุดที่กลุ่มควบคุม

จากการศึกษาระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมัก 0, 50 และ 100 % พบว่า จากตารางที่ 12.6 ปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ (DMIR) เท่ากับ 6.00, 6.00 และ 5.99 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ (DMIC) เท่ากับ 7.52, 7.51 และ 7.36 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ (DMIT) เท่ากับ 13.52, 13.51 และ 13.35 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ในระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ กลุ่มควบคุม มีปริมาณอาหารชั้นที่กินได้, ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ และการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณการกินได้ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ พัชรกร (2555) ได้ทำการทดลองการหาค่าการย่อยได้แบบ *in vitro* แบบ rumen liquor pepsin ซึ่งทำการทดลองในใบมะพร้าวหมักที่ 0, 2, 3, และ 4 สัปดาห์ พบว่า ค่าการย่อยได้ในโคนม เท่ากับ 30.11, 33.56, 35.56 และ 39.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ใบมะพร้าวหมักสูงสุดที่ 4 สัปดาห์ จะมีค่าการย่อยได้สูงสุด ซึ่งทำให้ความน่ากินของทางใบมะพร้าวหมัก 21 วัน เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

จากการศึกษาระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ 0, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ต่อองค์ประกอบน้ำนม พบว่า ปริมาณไขมันนม (FAT) เท่ากับ 4.84, 4.92 และ 4.83 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนนม (PRO) เท่ากับ 2.88, 2.89 และ 2.86 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม (SNF) เท่ากับ 8.53, 8.56 และ 8.50 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (TS) เท่ากับ 13.39, 13.47 และ 13.33 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ในระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบน้ำนมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ พัชรกร (2555) ได้ทำการทดลองการหาค่าการย่อยได้แบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique ซึ่งทำการทดลองในใบมะพร้าวหมักที่ 0 และ 4 สัปดาห์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยหาค่าการย่อยได้ A+B เท่ากับ 61.05 และ 62.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ใบมะพร้าวหมักสูงสุดที่ 4 สัปดาห์ จะมีค่าการย่อยได้สูงสุด ซึ่งทำให้ความน่ากินของทางใบมะพร้าวหมัก 21 วัน เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ สุภาลักษณ์ (2555) รายงานว่า ได้ทำการทดลองการหาค่าการย่อยได้แบบ *in vitro* แบบ Daisy<sup>II</sup> system ซึ่งทำการทดลองในใบมะพร้าวหมักที่ 0 และ 4 สัปดาห์ พบว่าค่าการย่อยได้ เท่ากับ 64.95 และ 70.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ใบมะพร้าวหมักสูงสุดที่ 4 สัปดาห์ จะมีค่าการย่อยได้สูงสุด ซึ่งทำให้ความน่ากินของทางใบมะพร้าวหมัก 21 วัน เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องจาก การหมักคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้างจะทำให้เกิดการสลายพันธะคาร์โบไฮเดรต โดยการหมักของจุลินทรีย์ Lactobacillus ซึ่งทำให้ได้กรดแลคติก โดยกรดแลคติกนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลคติก จะตัดพันธะคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้าง เมื่อหมักทำให้การย่อยได้ของอาหารหยาบสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ บุญล้อม (2541) รายงานว่า วัตถุประสงค์ของพืชและผลผลิตจากพืชส่วนใหญ่เป็นพวก คาร์โบไฮเดรต ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบหลักของอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ (ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารทั้งหมด) คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย ให้ความอบอุ่น เพื่อไปสร้าง สารอาหารอื่น ๆ ได้ การเก็บพลังงานไว้ในร่างกายสัตว์สะสมอยู่ในรูปของไขมัน เมื่อคาร์โบไฮเดรตถูก ย่อยกลายเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว (monosaccharide) สัตว์จึงสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ และ นำไปใช้ในกระบวนการสร้างน้ำมันในโคนมได้

Kanpukdee and Wanapat (2008) รายงานว่า ได้ทำการศึกษาการเสริมไขมันมะพร้าว ร่วมกับไขมันเมล็ดทานตะวัน เพื่อศึกษาองค์ประกอบน้ำมันในโคนม คือ ไขมัน, โปรตีน, แลคโตส, ของแข็งไม่มีไขมัน และของแข็งทั้งหมด ในองค์ประกอบน้ำมันที่ได้จากผลผลิตน้ำมันในโคนม ซึ่งเสริม ไขมันมะพร้าว และไขมันเมล็ดทานตะวันในปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ต่ออาหาร 100 กรัม ให้ โคมนกิน อย่างเต็มที่ แล้วเก็บผลผลิตน้ำมันที่ได้ โดยวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำมัน (ไขมัน, โปรตีน, แลคโตส, ของแข็งทั้งหมด และของแข็งไม่มีไขมัน) ซึ่งระดับการเสริมไขมันมะพร้าว และไขมันเมล็ดทานตะวัน ต่อผลผลิตน้ำมัน และไขมันนม จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Hristov *et al.* (2011) รายงาน ว่า การเสริมกรดลอริกร่วมกับไขมันมะพร้าว ซึ่งพบว่า สามารถทำให้ไขมันนมมีแนวโน้มสูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับ

Nantana *et al.* (2010) รายงานว่า ในใบมะพร้าว มีค่าโปรตีน เท่ากับ 13.07 เปอร์เซ็นต์ จะมีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณน้ำมันในโคนม และจะทำให้องค์ประกอบน้ำมันในโคนมมีแนวโน้มเพิ่ม สูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2548) รายงาน ว่า กำหนดให้น้ำมันดีบุกคุณภาพดีควรมีองค์ประกอบนมตาม สำนักงานมาตรฐานสินค้า เกษตรและ อาหารแห่งชาติ กำหนดให้มีปริมาณโปรตีน ไม่ต่ำกว่า 3.00 – 3.20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มีปริมาณ ไขมัน ไม่ต่ำกว่า 3.20 – 3.60 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม (Milk solids not fat) ไม่ต่ำกว่า 8.25 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ปริมาณของแข็งทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 12.00 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก จากการศึกษาการเปรียบเทียบระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ 0, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ต่อคุณภาพน้ำมัน โดยมีปริมาณไขมันกรดไขมัน (SCC) เท่ากับ 1,600.88, 272.96 และ 302.13 (SCC  $\times 10^3$  เซลล์ต่อตัวต่อวัน) ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) และ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (SCP) เท่ากับ 1,350.83, 560.42 และ 684.58 (SCP  $\times 10^3$  เซลล์ต่อตัวต่อ วัน) ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ในระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ ระดับ 50 มีปริมาณไขมันกรดไขมัน และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ ณรงค์ (2556) รายงานว่า ใบมะพร้าวนำเอามาต้มดื่มจะช่วยแก้โรคอสุกอีใส และยังสมารถนำน้ำต้ม ใบ มะพร้าวมาใช้ต้มบำรุงร่างกาย จึงมีส่วนช่วยทำให้ปริมาณน้ำมันในโคนมมีแนวโน้มสูงขึ้นได้

การศึกษาด้านทุนค่าอาหารที่กินได้ทั้งหมด จากการเปรียบเทียบระดับการเสริมทางใบ มะพร้าวหมักที่ 0, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีต้นทุนรวม (เฉลี่ย บาทต่อตัวต่อวัน) ของอาหารชั้น เท่ากับ 4,320.00 (72.00), 4,320.00 (72.00) และ 4,315.20 (71.92) บาท ตามลำดับ ต้นทุนรวม (เฉลี่ย บาทต่อตัวต่อวัน) ของอาหารหยาบ เท่ากับ 2,256.00 (37.60), 1,464.45 (24.41) และ 662.40 (11.04) บาท ตามลำดับ ต้นทุนทางใบมะพร้าวหมัก ทั้งหมด เท่ากับ 0, 337.95 และ 662.40 บาท ตามลำดับ ต้นทุนค่าหญ้าหมักทั้งหมด เท่ากับ 2,256.00, 1,126.30 และ 0 ตามลำดับ ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด เท่ากับ 6,576.00, 5,784.45 และ 4,977.60 บาท ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ในระดับการเสริมทางใบมะพร้าวที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด น้อยกว่าเมื่อเทียบกับ ระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ กลุ่มควบคุม และการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์

การศึกษารายได้จากการผลิตน้ำนมรวม การเปรียบเทียบระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ 0, 50 และ 100 พบว่า รายได้จากการผลิตน้ำนมรวม (เฉลี่ย บาทต่อตัวต่อวัน) เท่ากับ 20,014.60 (333.58), 19,431.30 (323.86) และ 18,802.40 (313.37) บาท ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยในระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ กลุ่มควบคุม จะมีรายได้จากผลผลิตน้ำนมมีแนวโน้มที่สูง เนื่องจากปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 50 และการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีแนวโน้มลดลง

การศึกษารายได้จากผลกำไรที่โดยรวม การเปรียบเทียบระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ 0, 50, และ 100 เปอร์เซ็นต์ ต่อผลกำไรที่โดยรวม (เฉลี่ย บาทต่อตัวต่อวัน) เท่ากับ 13,438.60 (223.98), 13,646.85 (227.45) และ 13,824.80 (230.41) บาท ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยในระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลกำไรมีแนวโน้มที่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ กลุ่มควบคุม และ ระดับการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณา ซึ่งหากเกษตรกรมีส่วนมะพร้าว และมีการปลูกหญ้า เนเปียร์อยู่แล้ว จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ ซึ่งทำให้รายได้จากการเลี้ยงโคนมมีกำไรเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### กิจกรรมที่ 1 : สำรวจข้อมูลการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

สำรวจข้อมูลด้านการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน ได้แก่ จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ 8 อำเภอ ได้แก่ อำเภอสามร้อยยอด กุยบุรี หัวหิน บางสะพานน้อย บางสะพานใหญ่ เมือง ปราณบุรี และอำเภอทับสะแก จังหวัดชุมพร 8 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง ท่าแซะ ปะทิว สวี พังตะโก หลังสวน พะโต๊ะ และอำเภอละแม จังหวัดสุราษฎร์ธานี 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง เกาะพะงัน กาญจนดิษฐ์ และดอนสัก และจังหวัดระนอง 1 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง ระหว่างเดือนกันยายน 2559 ถึง ตุลาคม 2560 สรุปได้ดังนี้

1. ข้อมูลเกษตรกรที่ทำสวนมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และระนองจำนวน 584 ราย เกษตรกรทำสวนมะพร้าวมีอายุมากกว่า 51 ปี จำนวน 409 ราย 70.04 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในช่วงวัยทำงานที่มีอายุ 20-50 ปี จำนวน 175 ราย 29.96 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 4 จังหวัดมีเกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวที่เป็นวัยทำงานน้อย มีระดับการศึกษาต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 238 ราย 40.75 เปอร์เซ็นต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 122 ราย 14.29 เปอร์เซ็นต์ มัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 58 ราย 9.93 เปอร์เซ็นต์ มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) จำนวน 84 ราย 14.38 เปอร์เซ็นต์ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) 49 ราย 8.39 เปอร์เซ็นต์ ระดับปริญญาตรี จำนวน 24 ราย 4.11 49 ราย 8.39 เปอร์เซ็นต์ ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าวของเกษตรกรทั้ง 4 จังหวัดเกษตรกรมีประสบการณ์มากกว่า 26 ปีขึ้นไป จำนวน 307 ราย 52.57 เปอร์เซ็นต์

2. ข้อมูลการปลูกมะพร้าวของเกษตรกรจังหวัดสุราษฎร์ธานี เริ่มปลูกมะพร้าว ก่อนปี พ.ศ. 2580 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร เริ่มปลูกมะพร้าวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2480 ส่วนจังหวัดระนองเริ่มปลูกมะพร้าว ปี พ.ศ. 2501-2520 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เกษตรกรปลูกมะพร้าวมากที่สุด ปี พ.ศ. 2501-2520 และปลูกลดลงตามลำดับปี จังหวัดชุมพร เกษตรกรปลูกมะพร้าวมากที่สุด ปี พ.ศ. 2541 ถึงปีปัจจุบัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี เกษตรกรปลูกมะพร้าวมากที่สุด ปี พ.ศ. 2480-2500 และจังหวัดระนอง เกษตรกรปลูกมะพร้าวมากที่สุด ปี พ.ศ. 2520-2540 อายุของต้นมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี และระนองส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 41-60 ปี ส่วนจังหวัดชุมพร มีอายุของต้นมะพร้าวส่วนใหญ่ไม่น้อยกว่า 40 ปี ทั้ง 4 จังหวัดเกษตรกรมีเป้าหมายโค่นทิ้ง 92 ราย 15.75 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ดินและใบมะพร้าวของเกษตรกรทั้ง 4 จังหวัดจำนวนเกษตรกรที่มีการวิเคราะห์เพียง 61 ราย 10.45 เปอร์เซ็นต์

3. ลักษณะการประกอบกิจการของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว 4 จังหวัด เกษตรกรเป็นเจ้าของสวนโดยทำสวนมะพร้าวอย่างเดียว จำนวน เป็นผู้ประกอบการมะพร้าว จำนวน 6 ราย 1.03 เปอร์เซ็นต์ เป็นโรงงานแปรรูปมะพร้าว จำนวน 3 ราย 0.51 เปอร์เซ็นต์ การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกร ไม่มีการจัดบันทึกข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าว จำนวน 443 ราย 75.86 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้  
 ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าว 82 ราย เกษตรผู้ทำสวนมะพร้าวทั้ง 4 จังหวัดนำข้อมูลมาใช้เปรียบเทียบราคาผลผลิตที่ผ่านมาเพื่อวางแผนจำหน่ายผลผลิต วางแผนการใส่ปุ๋ย และนำข้อมูลมาทบทวนค่าใช้จ่ายและต้นทุนการผลิต

4. การจัดการสวนมะพร้าว พันธุ์มะพร้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกทั้ง 4 จังหวัดเป็นพันธุ์พื้นเมือง ที่เกษตรกรคัดเลือกพันธุ์ด้วยตนเอง จำนวน 563 ราย 96.40 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ลูกผสมชุมพร 2 และ สวี 1 ที่ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ จำนวน 12 ราย 2.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมมีเกษตรกรปลูกเฉพาะจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และชุมพรเท่านั้น จำนวนเกษตรกรที่เหลือปลูกมะพร้าวน้ำหอมและน้ำหวาน ลักษณะการปลูกมะพร้าวของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี และระนองปลูกแบบเชิงเดี่ยวมากกว่าปลูกแบบผสมผสาน ส่วนจังหวัดชุมพรเกษตรกรปลูกแบบผสมผสานมากกว่าเชิงเดี่ยว ทั้ง 4 จังหวัดปลูกมะพร้าวในพื้นที่ราบ 477 ราย 81.68 เปอร์เซ็นต์ จำนวนเกษตรกรที่เหลือ 107 ราย 18.32 เปอร์เซ็นต์ ปลูกในพื้นที่ลุ่ม ลาดชัน และยกร่อง มีจำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูก 20-30 ต้นต่อไร่ จำนวน 455 ราย 77.91 เปอร์เซ็นต์ ปลูกน้อยกว่า 20 ต้นต่อไร่ จำนวน 129 ราย 22.09 เปอร์เซ็นต์ โดยเกษตรกรใช้ระยะห่างระหว่างต้น 6-10 เมตร จำนวน 516 ราย 88.36 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรผู้ทำสวนมะพร้าวมีการใส่ปุ๋ย จำนวน 562 ราย 96.23 เปอร์เซ็นต์ แปลงมะพร้าวที่พบแมลงศัตรูพวงแมลงดำหนาม หนอนหัวดำและด้วงแรด จำนวน 407 ราย 69.69 เปอร์เซ็นต์ แปลงมะพร้าวที่ไม่พบแมลงศัตรู จำนวน 137 ราย 23.45 เปอร์เซ็นต์ วิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตของเกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ส่วนใหญ่ใช้คนสอยมากกว่าใช้ลิงกัง โดยใช้แรงงานคน จำนวน 192 ราย 86.90 เปอร์เซ็นต์ ใช้ลิงกัง จำนวน 29 ราย 13.10 เปอร์เซ็นต์ จังหวัดชุมพรส่วนใหญ่ใช้ลิงกัง จำนวน 151 ราย 55.10 เปอร์เซ็นต์ ใช้แรงงานคน จำนวน 61 ราย 22.26 เปอร์เซ็นต์ เหมาสวน จำนวน 46 ราย 16.80 เปอร์เซ็นต์ และ จ้างรายเดือน จำนวน 16 ราย 5.80 เปอร์เซ็นต์ สุราษฎร์ธานี ใช้แรงงานคน จำนวน 39 ราย 47.6 เปอร์เซ็นต์ และ ใช้ลิงกัง จำนวน 43 ราย 52.4 เปอร์เซ็นต์ จังหวัดระนองส่วนใหญ่ใช้วิธีเหมาสวน จำนวน 7 ราย 100 เปอร์เซ็นต์

5. การจำหน่ายผลผลิตของเกษตรกรทั้ง 4 จังหวัด จำหน่ายให้พ่อค้าที่มารับซื้อถึงสวน จำนวน 568 ราย 97.26 เปอร์เซ็นต์ โดยคัดขนาดผลใหญ่ กลาง และเล็ก จำนวนเกษตรกรที่เหลือ 16 รายจำหน่ายให้โรงงานแปรรูป มีเกษตรกรบางรายที่แยกมะพร้าวผลที่มีขนาดเล็กทำมะพร้าวขาวจำหน่าย จำหน่ายในรูปมะพร้าวแห้งและแปรรูปมะพร้าวขาวและสกัดเย็น ราคาเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวราคาผลละ 1-2 บาท จำนวน 510 ราย 87.33 เปอร์เซ็นต์ จำนวนเกษตรกรที่เหลือ 74 ราย ค่าเก็บเกี่ยวผลละ 3 บาท ราคาจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ยต่อผลทั้งปี 11-20 บาท เกษตรกรไม่มีการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว จำนวน 452 ราย 77.39 เปอร์เซ็นต์ จำนวนเกษตรกรที่เหลือ 132 ราย มีการนำส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวมาใช้ประโยชน์ ช่องทางที่สะดวกในการรับข้อมูลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนา เกษตรกรมีความสะดวกในการรับข้อมูลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนาผ่านทางโทรศัพท์ วิทยุ จดหมาย เว็บไซต์ ป้ายผ้า ผู้ใหญ่บ้านจากการประชุมหมู่บ้าน ผ่านทางเจ้าหน้าที่ส่งเสริมทางการเกษตร และแผ่นพับหรือใบปลิว

6. จากการสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี จำนวน 577 ราย พบว่า เกษตรกรมีความพึงพอใจในการประกอบอาชีพทำสวนมะพร้าว และตลาดของมะพร้าวด้านราคา รวมทั้งความพึงพอใจการส่งเสริมการปลูกมะพร้าวจากหน่วยงานภาครัฐในภาพรวม คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.6-4.6 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนจังหวัดระนองคะแนนความพึงพอใจในการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวนไวสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบอาชีพทำสวนมะพร้าว และตลาดของมะพร้าวด้านราคา รวมทั้งความพึงพอใจ การส่งเสริม การปลูกมะพร้าวจากหน่วยงานภาครัฐในภาพรวม 2.7 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจปาน กลาง

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรแนะนำส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมะพร้าวแบบผสมผสานเพื่อลดความเสี่ยงเรื่องราคา
2. ควรส่งเสริมสนับสนุนการแปรรูปมะพร้าวสู่ระบบอุตสาหกรรมที่หลากหลาย

### กิจกรรมที่ 2 : การพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว

การศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว ระหว่างเดือนกันยายน 2559 ถึง ตุลาคม 2560 ที่แปลงทดลองและห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์พืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร สรุปได้ดังนี้

1. มะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว สีส้มอ่อน และสีเขียวก้นนูน ผลเริ่มพัฒนาขนาดความกว้างและความยาวตั้งแต่อายุ 1 เดือนหลังดอกบาน

2. มะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียว หยุดการพัฒนาขนาดความกว้างของผลที่ตำแหน่งโคน และกลางทะเลสาบที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน และที่ตำแหน่งปลายทะเลสาบหยุดการพัฒนาขนาดความกว้างของผลที่อายุ 10 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างของผล 65.50-67.25 เซนติเมตร หยุดการพัฒนาขนาดความยาวของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลสาบที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความยาวของผล 34.50 เซนติเมตร

3. มะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีส้มอ่อน หยุดการพัฒนาขนาดความกว้างและความยาวของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลสาบที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างและความยาวของผลอยู่ในช่วง 72.00-72.25 และ 39.25 เซนติเมตร ตามลำดับ

4. มะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะผลสีเขียวก้นนูน หยุดการพัฒนาขนาดความกว้างและความยาวของผลที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายทะเลสาบที่อายุ 11 เดือนหลังดอกบาน โดยมีขนาดความกว้างและความยาวของผลอยู่ในช่วง 66.50-67.00 และ 34.25 -35.25 เซนติเมตร ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามการพัฒนาการสุกแก่ยังไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากต้องรอข้อมูลในการทดลองของ ปีงบประมาณ 2561

### กิจกรรมย่อยที่ 3 : การเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวของในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น

การเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น ระหว่างเดือนกันยายน 2559 ถึง ตุลาคม 2560 ที่แปลงทดลองและห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์พืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร สรุปได้ดังนี้

วิธีการที่ 1 มะพร้าวอย่างเดียว 1 ไร่ ให้ผลผลิตมะพร้าว 1,100 ผลต่อไร่ต่อปี จำหน่ายในราคาเฉลี่ยทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็นรายได้ 18,623.40 บาทต่อไร่ต่อปี ต้นทุนรวมต่อปี 10,106.00 บาท

วิธีการที่ 2 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และผักเหลียง 350 ต้น ให้ผลผลิตมะพร้าว 1,000 ผลต่อไร่ต่อปี จำหน่ายในราคาเฉลี่ยทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็นรายได้ 16,992.00 บาทต่อไร่ต่อ 9 เดือน ส่วนพริกไทยและผักเหลียงยังไม่มีรายได้ ต้นทุนรวมต่อปี 61,374.10 บาท

วิธีการที่ 3 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับปลูกพริกไทย 100 ต้น และข้าวไร่ 4 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตมะพร้าว 960 ผลต่อไร่ต่อปี จำหน่ายในราคาเฉลี่ยทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็นรายได้ 16,056.20 บาทต่อไร่ต่อ 9 เดือน เมื่อรวมกับราคาข้าวไร่ที่ขายเป็นข้าวกล้องจากการปลูกในพื้นที่ขนาด 144 ตารางเมตร จำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 60 บาท มีรายได้ 2,238.90 บาทต่อไร่ต่อปี รวมเป็นเงิน 18,295.10 บาทต่อ 9 เดือน ส่วนพริกไทยยังไม่มีรายได้ ต้นทุนรวมต่อปี 48,129.10 บาท

วิธีการที่ 4 มะพร้าว 1 ไร่ ร่วมกับพริกไทย 100 ต้น และหญ้าเนเปียร์ ให้ผลผลิต 1,240 ผลต่อไร่ต่อปี จำหน่ายในราคาเฉลี่ยทั้งปี 16.50 บาทต่อผล คิดเป็นรายได้ 20,848.20 บาทต่อไร่ต่อ 9 เดือน ส่วนพริกไทยและหญ้าเนเปียร์ยังไม่มีผลผลิต ต้นทุนรวมต่อปี 48,450.10 บาท

อย่างไรก็ตามในปีแรกเป็นการวางแผนแปลงและปลูกพืชเพื่อรองรับการเลี้ยงสัตว์ในปี 2561 และพืชบางชนิดเช่นพริกไทย เหยียง ได้รับผลผลิตในปีที่ 2 (2561) จึงยังไม่สามารถสรุปได้ในปีแรก

#### กิจกรรมย่อยที่ 4 : สมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารไนโบ และผลผลิตมะพร้าวจากพื้นที่ต่าง ๆ ใน จังหวัดชุมพร

สวนมะพร้าวในพื้นที่ปลูกที่สำคัญของจังหวัดชุมพร ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอสวี และอำเภอปะทิว มีสมบัติดินดังนี้ ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ในช่วง 5.65-6.82 มีค่าการสะสมของเกลือในดินตั้งแต่ 163-1,169  $\mu\text{S cm}^{-1}$  ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน 1.91-2.34% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในช่วง 31.5-75.5  $\text{mg kg}^{-1}$  ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ 43.7-51.7, 875-1,505, 88.9-130  $\text{mg kg}^{-1}$  ตามลำดับ ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้ 68.0-208, 8.94-33.2, 1.83-4.13 และ 1.50-7.78  $\text{mg kg}^{-1}$  ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบมะพร้าวมีความเข้มข้นของไนโตรเจนมีค่า 1.83-1.92% ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 0.15-0.16% ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในช่วง 0.20-0.78%, 0.37-0.57% และ 0.22-0.29% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี มีค่าในช่วง 47.0-187  $\text{mg kg}^{-1}$ , 81.1-99.6  $\text{mg kg}^{-1}$ , 2.57-3.42  $\text{mg kg}^{-1}$  และ 10.9-17.6  $\text{mg kg}^{-1}$  ตามลำดับ ด้านราคาผลมะพร้าวเฉลี่ยที่เกษตรกรขายได้ในช่วงที่มีราคาสูงของทั้ง 3 อำเภอ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยผลมะพร้าวของบริเวณอำเภอเมืองและอำเภอสวีขายได้ในราคาที่สูงกว่า (20.0-20.7 บาทต่อผล) ในขณะที่ผลมะพร้าวของบริเวณอำเภอปะทิวขายได้ในราคาเฉลี่ยที่ 18.2 บาทต่อผล เมื่อพิจารณาจากระยะห่างจากชายฝั่งทะเลไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ส่วนปริมาณผลมะพร้าวเฉลี่ยที่เก็บในแต่ละต้นต่อรอบของแต่ละอำเภอไม่พบความแตกต่างทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากระยะห่างจากชายฝั่งทะเลพบว่า มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยในแต่ละระยะห่างจากชายฝั่งทะเล แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน

ระยะห่างจากชายฝั่งทะเลไม่มีผลต่อราคาและปริมาณผลผลิตที่เก็บได้ แต่อาจมีผลกับสมบัติดินที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ต่างกันไป แต่ก็ทำให้ทราบถึงสถานะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมต่อไป

กิจกรรมย่อยที่ 5 : การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของการนำทาง กาบ และถ่าน  
กะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูป สำหรับต้นหน้าวัว

### 5.1 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ (Publications)

จากตาราง ภาคผนวก ที่ ข 1 ได้มีการนำเสนอผลงาน เรื่อง “การศึกษาการขึ้น  
รูปกระถางจากวัสดุชีวภาพผสมจากทางมะพร้าว กาบมะพร้าว และกะลามะพร้าว” ในการประชุม  
วิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 3 (The 3<sup>rd</sup> National Conference on Informatics, Agriculture, Management,  
Business Administration, Engineering, Science and Technology) ประจำปี พ.ศ.2561 จัดโดยสถาบันเทคโนโลยีพระ  
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ระหว่างวันที่ 24-25  
พฤษภาคม พ.ศ.2561 ณ ลอฟท์ มาเนีย บูทีค โฮเทล อ.เมืองชุมพร จ.ชุมพร

### 5.2 การผลิตบัณฑิต

จากตาราง ภาคผนวก ที่ ข 1 ได้มีการให้นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์  
หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล แขนงวิศวกรรมเครื่องกล ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัย  
จำนวน 3 ราย และกำลังจะจบการศึกษาในปีการศึกษา 2560 ได้แก่

- |                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| 1) นางสาวชญาณิศ บันนุรณ์  | รหัสนักศึกษา 57512046 |
| 2) นางสาวสุกัลกษณ์ สายน้ำ | รหัสนักศึกษา 57512148 |
| 3) นายอรุณรัชช์ เกษทองคำ  | รหัสนักศึกษา 57512154 |

### 5.3 ลักษณะงานอื่นๆ

5.3.1 จากภาคผนวก ข ได้มีผลผลิตกระถาง และได้มีการดำเนินการในลักษณะ  
ของการวิจัยภาคสนาม และการวิจัยในห้องปฏิบัติการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกล  
ของกระถางสำเร็จรูป ที่ขึ้นรูปจากทาง กาบ และถ่านกะลามะพร้าว ยังมีได้มีกระถางพร้อมใช้ในระดับ  
ที่สูงขึ้น เช่น ความพร้อมในการผลิตและจัดจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ เป็นต้น

5.3.2 ทางคณะผู้วิจัย ได้มีโอกาส รับทราบแนวทางการศึกษาการขึ้นรูปกระถาง  
เพื่อการเพาะเลี้ยงพันธุ์ไม้ป่าชายเลน สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตรการประมง และทรัพยากรทางน้ำ  
และแนวทางการศึกษาการขึ้นรูปกระถางจากเส้นใยจากหลายปาล์ม

5.3.3 สำหรับเครื่องสับย่อย เครื่องตีป่น และเครื่องอัดขึ้นรูปสามารถให้บริการ  
ให้กับนักศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และผู้สนใจได้เข้ามาใช้บริการ ใช้ประโยชน์จากเครื่องมือ สำหรับ  
การศึกษาในโจทย์วิจัยอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 6 : เครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดและผลมะพร้าว

เครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเครื่อง Rapitest ทั้งแบบเข็มและแบบดิจิตอลมากกว่าผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ อาจเป็นเพราะผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการเป็นค่า Available คือ ค่าที่ได้จากการทดลองบอกถึงปริมาณของธาตุ NPK ในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้เท่านั้น ดังนั้นจึงนำค่า ppm ของเครื่อง Rapitest ทั้งแบบดิจิตอล รุ่น 1835 และแบบเข็ม รุ่น 1880 มาหาความสัมพันธ์เพื่อให้ได้สมการความสัมพันธ์แล้วนำไปเขียนบนอาคูโน โดยให้อาคูโนส่งผลปริมาณของธาตุ NPK ในหน่วย ppm แสดงออกทางจอ LCD ของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน ทั้งนี้ เนื่องจากค่า A/D ของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเครื่อง Rapitest ทั้งแบบเข็ม รุ่น 1880 และแบบดิจิตอล รุ่น 1835 มากกว่าผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ จึงนำค่า A/D ของเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณของธาตุ NPK ในหน่วย ppm ในช่วงต่างๆ ของเครื่อง Rapitest ที่วัดปริมาณธาตุ NPK โดยรวม รุ่น 1835 และ 1880 จากผลการทดลอง พบว่าผลจากเครื่อง Rapitest แบบดิจิตอล รุ่น 1835 มีค่าคงที่กว่า Rapitest แบบเข็ม รุ่น 1880 และยังมีความสัมพันธ์มากกว่าผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ จึงนำความสัมพันธ์จากเครื่อง Rapitest แบบดิจิตอล รุ่น 1835 และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินแสดงบนจอ LCD ของเครื่องออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน โดยสมการความสัมพันธ์ของธาตุ N,K ดังสมการที่ 4.5 และสมการความสัมพันธ์ของธาตุ P นอกจากนี้ ผลจากเครื่อง Rapitest แบบดิจิตอล รุ่น 1835 มีค่าคงที่กว่า Rapitest แบบเข็ม รุ่น 1880 และยังมีความสัมพันธ์มากกว่าผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ จึงนำความสัมพันธ์จากเครื่อง Rapitest แบบดิจิตอล รุ่น 1835 และเครื่องที่ออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดินแสดงบนจอ LCD ของเครื่องออกแบบเพื่อวัดปริมาณธาตุ NPK ในดิน โดยสมการความสัมพันธ์ของธาตุ N,K ดังสมการที่ 4.5 และสมการความสัมพันธ์ของธาตุ P

สำหรับการทดลองการวัดค่าพีเอช พบว่า เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของค่าพีเอชระหว่างเครื่อง DFRobot รุ่น SEN0161 กับเครื่องวัดมาตรฐานรุ่น PH-221 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.96 – 2.98 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการทดลองการวัดค่าความเค็ม พบว่า เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของค่าความเค็มระหว่างเครื่อง AZ8361 กับเครื่องวัดความเค็มที่สร้างขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 4.96 – 10.71 เปอร์เซ็นต์ และ สำหรับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนสามารถวัดปริมาณน้ำฝนได้ดี แต่จะเกิดการผิดพลาดบาง เนื่องจากบางครั้งคานกระดกนับครั้งพลาด นับครั้งเกิน หรือมีน้ำค้างอยู่บริเวณคานกระดก ซึ่งเกิดการผิดพลาดประมาณ 4.7 เปอร์เซ็นต์

### แนวทางการพัฒนางานวิจัย

1. ออกแบบและติดตั้งวงจรวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในดิน
2. ติดตั้งและทดสอบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ 1 โซน
3. ทดสอบและเก็บข้อมูลในการพักตัวของเมล็ดมะพร้าวในการงอกและการสุกแก่ของมะพร้าว
4. สร้างเครื่องมือวัดเพิ่ม ขึ้นอย่างน้อย 5 ชุด
5. ติดตั้งระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติในสวนมะพร้าวที่จุดหลักๆ
6. ติดตั้ง/ใช้งานเครือข่ายเซนเซอร์และระบบควบคุม เพื่อส่งข้อมูลไปยังโนดศูนย์กลาง
7. ออกแบบระบบฐานข้อมูลสารสนเทศมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 7 : เครื่องบดและอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมด้วยแขนกลและเครื่องชั่งน้ำหนัก

ภาพรวมของการดำเนินงานที่ทำในปีที่ 1 นี้เป็นไปตามแผนงานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ เครื่องบดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำเสนอสามารถบดย่อยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ทางมะพร้าว ทางปาล์ม น้ำมัน ใบไม้ กะลา กิ่งไม้ และ เปลือกมะพร้าว ตามต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องอัดบล็อกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำเสนอสามารถอัดบล็อกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ทางมะพร้าว ทางปาล์ม น้ำมัน ใบไม้ กะลา กิ่งไม้ และ เปลือกมะพร้าว ตามขนาดของแท่งวัสดุต้องการ 2 ขนาด รวมทั้ง Arduino สามารถควบคุมและปรับความเร็วของมอเตอร์ระดับต่ำ กลางและสูงได้ตามที่กำหนด นอกจากนี้ สำหรับการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจำพวกทางปาล์ม น้ำมัน มาพัฒนาเป็นอาหารหยาบ แล้วนำไปเป็นอาหารสัตว์ให้แก่สัตว์เคี้ยวเอื้องนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่ทำการทดลองส่วนหนึ่งในงานวิจัยนี้ที่เหมือนกับงานวิจัยของอังคณาและคณะ (2549) เพื่อที่จะพิสูจน์ผลการทดลองที่ได้รับ ก่อนที่พัฒนาต่อไปในอนาคต โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้ ค่าพีเอชนับเป็นคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญของพีชที่นำมาหมักที่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของพีชที่นำมาหมักได้ ซึ่งจากทดลองพบว่าค่าพีเอชของทางปาล์ม น้ำมัน ในสภาพสด หมักแบบธรรมดาและหมักโดยใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเสริม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.80, 4.40 และ 4.15 ตามลำดับ ผลงานวิจัยที่ผ่านมาได้รายงานไว้ว่า “พีชที่ผ่านการหมักที่ดีควรมีค่าพีเอช อยู่ระหว่าง 3.5 – 4.2” สำหรับปริมาณเถ้าของวัสดุทดสอบที่อยู่ในสภาพสด หมักแบบธรรมดาและหมักโดยใช้กากน้ำตาลนั้น พบว่า ปริมาณเถ้าจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 5.35%, 6.95% และ 6.25% ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนของวัสดุทดสอบที่อยู่ในสภาพสด หมักแบบธรรมดาและหมักโดยใช้กากน้ำตาลนั้นจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 5.33%, 5.56% และ 4.95% ตามลำดับ สำหรับปริมาณไขมันของวัสดุทดสอบที่อยู่ในสภาพสด หมักแบบธรรมดาและหมักโดยใช้กากน้ำตาลนั้น พบว่า ปริมาณไขมันจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.85%, 1.32% และ 1.15% ตามลำดับ สำหรับปริมาณเยื่อใยของวัสดุทดสอบที่อยู่ในสภาพสด หมักแบบธรรมดาและหมักโดยใช้กากน้ำตาลนั้น พบว่า ปริมาณเยื่อใยจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 34.95%, 32.54% และ 33.43% ตามลำดับ

### แนวทางการพัฒนางานวิจัย

1. ได้แขนกลที่หยิบกลุ่มของวัสดุฯ แต่ละชนิดที่บดแล้ว
2. ได้ระบบควบคุมและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของแขนกลที่ทำงานได้ดี
3. ได้เครื่องอัดบล็อกที่ทำงานได้ดี
4. ได้ระบบควบคุมและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ในการอัดบล็อกที่ทำงานได้ดี
5. ได้เครื่องจัดเรียงบล็อกที่ทำงานได้ดี
6. ได้ระบบควบคุมและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ในการจัดเรียงบล็อกที่ทำงานได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**กิจกรรมย่อยที่ 8 : การสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย  
คาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤตเปรียบเทียบกับ การสกัดด้วยการเหวี่ยงแยก  
รอบต่ำแบบควบคุมอุณหภูมิ**

การแยกน้ำมันมะพร้าวด้วยเครื่องเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ สามารถแยกได้ 2 วิธี คือการแช่แข็งกะทิและการไม่แช่แข็งกะทิ โดยการแช่แข็งกะทิ ใช้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที เวลา 50 นาที และการไม่แช่แข็งกะทิใช้ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที เวลา 120 นาที โดยวิธีการแยกน้ำมันมะพร้าวทั้ง 2 วิธี มี ประมาณเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันมะพร้าว คือ 30.47 และ 33.96 ตามลำดับ และการคืนรูปของน้ำมัน มะพร้าว เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ น้ำมันมะพร้าวจะแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส และจะคืนรูปดั้งเดิมเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส น้ำมันมะพร้าวที่สกัดจากกะทิแช่แข็งและ กะทิไม่แช่แข็ง มีกรดไขมันลอริก 49.28 และ 47.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีกรดคาปริลิก 8.05 และ 6.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกรดคาปริก 6.36 และ 5.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ น้ำมันมะพร้าว ที่แยกได้จากกะทิแช่แข็งและกะทิไม่แช่แข็งมีความใสเหมือนน้ำ แต่น้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกะทิแช่แข็ง มีกลิ่นหอมธรรมชาติมากกว่า น้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกะทิไม่แช่แข็ง ครีมโปรตีนและน้ำทิ้งซึ่งเป็นวัสดุ เหลือทิ้งในกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ มีศักยภาพในการนำมาใช้ เป็นวัตถุดิบทดแทน น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในกระบวนการผลิตสบู่ อย่างไรก็ตามคุณภาพของสบู่ที่ผลิตได้ขึ้นกับสัดส่วน ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ต่อครีมโปรตีน สบู่ที่ใช้ครีมโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 75 เปอร์เซ็นต์ (S2) มีสี และลักษณะเนื้อสบู่ใกล้เคียงกับสบู่ที่ผลิตจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แต่มีเนื้อ สบู่ที่ นิ่มกว่า นอกจากนี้ยังมีปริมาณสารที่ไม่ละลายในเอทานอล และปริมาณต่างอิสระอยู่ใน เกณฑ์มาตรฐานที่สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2543) และมาตรฐานมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์- ธานีการเพื่อการเกษตรและ สหกรณ์การเกษตร(2550) กำหนด อย่างไรก็ตามในสูตรที่ผ่านมาตรฐาน ยังคงมีปัญหาในเรื่องของสีที่มีสีน้ำตาลเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 9 : การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับ กลุ่มเกษตรกร

ในงานวิจัยได้ทำการทดลองการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ โดยใช้การเหวี่ยงเพื่อแยกครีมกะทิให้ออกจากกะทิ แล้วจากนั้นก็นำครีมกะทิที่ได้มาทำการสกัดให้น้ำมันมะพร้าว โดยใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ โดยอุณหภูมิที่ทำการทดลองนั้นได้แก่ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส และนำน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ผ่านการสกัดมาตรวจสอบเพื่อหาค่าคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

9.1.1 การเหวี่ยงแยกครีมกะทิให้ออกจากน้ำกะทิด้วยหลักการเหวี่ยงหนีศูนย์กลางส่งผลให้มีปริมาณน้ำเปรี้ยวน้อยกว่ากระบวนการทางธรรมชาติ อีกทั้งใช้เวลาที่น้อยกว่า โดยได้ปริมาณเฉลี่ยอยู่ที่ 8.92 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 22.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

9.1.2 การสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยอุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิที่ทำการสกัดน้ำมันมะพร้าวแล้วได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงสุด คือ การสกัดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยมีปริมาณน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 369.23 มิลลิกรัม กล่าวคือจากการทดลองอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันมะพร้าว เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่ขึ้นน้ำมันแตกตัวออกจากชั้นโปรตีนได้ดี

9.1.3 เปอร์เซ็นต์น้ำมันมะพร้าว คือ ปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่จุดสิ้นสุดในการแยกชั้น โดยน้ำมันมะพร้าวที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พบว่ามีปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงสุดเท่ากับ 66.51 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

9.1.4 อุณหภูมิในการสกัดน้ำมันมะพร้าวมีผลต่อปริมาณน้ำในน้ำมันมะพร้าว ส่งผลให้การสกัดที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีค่าน้ำในน้ำมันน้อยกว่าสกัดที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

9.1.5 คุณสมบัติของกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ จากการทดสอบตามเงื่อนไขการทดสอบที่สกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยอุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิในการสกัดน้ำมันมะพร้าวไม่มีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าว โดยปริมาณของกรดไขมันที่พบมีค่าใกล้เคียงกันและยังอยู่ในค่ามาตรฐาน

### ข้อเสนอแนะ

9.2.1 ครีมกะทิที่แยกชั้นเป็นน้ำมันแล้ว สามารถนำไปเสิร์ฟเพื่อเอาน้ำมันออกมาได้อีก กากกะทิที่ถูกการเจียวก็จะกลายเป็นที่โรยขนมได้

9.2.2 ในระหว่างการเหวี่ยงมักจะมีการสูญเสียในการเหวี่ยง ถ้าหากสามารถนำการสูญเสียของครีมกะทิ จากการเหวี่ยงกลับมาสู่กระบวนการผลิตได้จะสามารถเพิ่มปริมาณของผลผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 10 : การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์

### 10.1 ผลของการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวในสูตร

#### อาหารต่อสมรรถนะการเติบโตของสุกร

ผลการศึกษาด้านสมรรถนะการเติบโตพบว่า น้ำหนักเริ่มต้น และน้ำหนักสุดท้ายของสุกรแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีกากมะพร้าวที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเพิ่ม และมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) แต่ไม่ต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารกากมะพร้าว 20% ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารกากมะพร้าว 40 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำที่สุด และพบว่าประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

### 10.2 ผลของการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวในสูตร

#### อาหารต่อคุณภาพซากของสุกร

การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารสุกรโดยใช้กากมะพร้าวในระดับที่แตกต่างกันคือ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร เพื่อศึกษาคุณภาพซากของสุกร โดยทำการศึกษาน้ำหนักเนื้อสุกร น้ำหนักเครื่องใน ค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลัง การเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการทำให้สุก ค่าสี และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ พบว่าการใช้กากมะพร้าวในระดับที่แตกต่างกันมีผลต่อความยาวซาก น้ำหนักเนื้อสันใน น้ำหนักกระดูกรวม ( $P<0.05$ ) น้ำหนักเนื้อสามชั้น ( $P<0.01$ ) และน้ำหนักเครื่องในส่วนกระเพาะ ( $P<0.05$ ) ซึ่งการใช้กากมะพร้าวในสูตรอาหารสุกรที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมต่อคุณภาพซากของสุกรทำให้มีความยาวซากมากที่สุด และมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์ซากอ่อนมีค่ามากที่สุด ในขณะที่การใช้กากมะพร้าวในปริมาณสูงขึ้น คือ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้คุณภาพซากมีแนวโน้มลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้กากมะพร้าวในสูตรอาหารสุกรในระดับที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อ ค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำภายหลังการทำให้สุก ค่าสี และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

### กิจกรรมย่อยที่ 11 : การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ

การใช้กากมะพร้าวสกัดน้ำมันในสูตรอาหารเลี้ยงปลาชนิด ระดับที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมมากที่สุดในแง่ของการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และประสิทธิภาพของอาหาร

#### ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาการใช้กากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่เหมาะสมในสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ เพื่อเลี้ยงสัตว์น้ำเนื่องจากสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากสารอาหารแตกต่างกัน และเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิต

### กิจกรรมย่อยที่ 12 : การใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม

การเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้องค์ประกอบของน้ำนม คือ ไขมันในน้ำนม โปรตีนในน้ำนม ของแข็งไม่รวมไขมันในน้ำนม และของแข็งทั้งหมดในน้ำนม มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และช่วยทำให้ปริมาณไขมันในน้ำนมลดลง เมื่อพิจารณาการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้มีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่า ระดับการเสริมที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยทำให้มีผลกำไรตอบแทนสูงสุด ฉะนั้นการเสริมทางใบมะพร้าวหมักที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม

## บทที่ 6

## สรุปผลผลิตจากงานวิจัย

## 6. ผลผลิตที่ได้จากโครงการวิจัย

6.1 การเผยแพร่ผลงาน (บทความ)  ยังไม่มีการเผยแพร่  มีการเผยแพร่

(ระบุรายละเอียดพร้อมแนบหลักฐานอ้างอิงหรือแหล่งดาวน์โหลดเอกสาร)

ชื่อบทความ	ชื่อเจ้าของ,ผู้ร่วมทั้งหมด หน่วยงานต้นสังกัด	รายละเอียด (ระบุชื่อวารสาร ฉบับที่ เล่มที่ ปี หน้า) /ชื่อการประชุมวิชาการ ช่วงเวลาที่จัด สถานที่ หรือที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับ ผลงานที่ได้	ฐานข้อมูล
ผลของระดับการใช้ กากมะพร้าวต่อ คุณภาพซากสุกร (เอกสารแนบ ภาคผนวก ค)	อรทัย กิมแสง, ธนรรษมลวรรณ พล มัน, อรสา ชูละเอียด, ปิยะดา ทวีศรี	การประชุมวิชาการ : การนำเสนอ ผลงานวิชาการระดับปริญญาบัณฑิต ด้านวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีการเกษตร ครั้งที่ 5 วันที่ 22-23 มีนาคม 2561	-
การใช้กากมะพร้าว สกัดน้ำมันในสูตร อาหารปลานิล (เอกสารแนบ ภาคผนวก ค)	ธนากร เหมาะสด และดวงใจพิสุทธิ์ธรา ชัย	การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 28 “งานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสังคมที่ มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน” วันที่ 8-9 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมบีพี สมิหลาบีช อ.เมือง จ. สงขลา	*หมายเหตุ จะ นำหลักฐานมา แนบหลังจาก สิ้นสุดการ ประชุมวิชาการ
การเปรียบเทียบ การผลิตน้ำมัน มะพร้าวบริสุทธิ์ จากมะพร้าว ลูกผสมชุมพร 60 (เอกสารแนบ ภาคผนวก ค)	สดายุ วงสวาท1, ยศวรรณ จุ้ยต่าย1, จุลติศ ศิริสุวรรณ1, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ 1*	การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 2	การ เปรียบเทียบ การผลิตน้ำมัน มะพร้าวบริสุทธิ์ จากมะพร้าว ลูกผสมชุมพร 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.2 ต้นแบบ

ชื่อผลงาน	ชื่อเจ้าของและหน่วยงาน	การนำไปใช้ประโยชน์และแหล่งตรวจสอบ
1.สายพานเลื่อนวัสดุสำหรับการบดอัด 1 ชุด 2.ผลการทดลองการบดย่อยวัสดุชนิดต่างๆ 3. ผลศึกษาการอัดแท่งและทดสอบวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	บุญยวีร์ จามจรีกุลกาญจน์	1.สายพานเลื่อนวัสดุสำหรับการบดอัด 1 ชุด 2.ผลการทดลองการบดย่อยวัสดุชนิดต่างๆ 3.ผลศึกษาการอัดแท่งและทดสอบวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
1.เครื่องวัดแร่ธาตุในดิน 1 เครื่อง 2.เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน 1 เครื่อง 3.สมการความสัมพันธ์ในการวัดแร่ธาตุในดิน	บุญยวีร์ จามจรีกุลกาญจน์ วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์	นำเครื่องมือวัดนี้ไปช่วยในการเพาะเมล็ดมะพร้าวและปลูกมะพร้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้ สจล. วิทยาเขตชุมพรฯ มีรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการขายหน่อมะพร้าวและผลมะพร้าวที่มีราคาสูงและมีคุณภาพ

## 6.3 การนำผลงานไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นๆ

ชื่อผลงาน	ชื่อเจ้าของและหน่วยงาน	การนำไปใช้ประโยชน์และแหล่งตรวจสอบ
การจัดอบรมวิชาการแนวทางการผลิตอาหารสัตว์น้ำเพื่อลดต้นทุน	วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์	นักศึกษา, กลุ่มเกษตรกร, ชุมชน, โรงเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กิจกรรมที่ 1** สํารวจข้อมูลด้านการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน  
 กรมวิชาการเกษตร. 2555. มะพร้าวการผลิตและการใช้ประโยชน์. กรุงเทพมหานคร: หจก.รักษ์พิมพ์  
 กรมวิชาการเกษตร. 2556. การผลิตมะพร้าว. [ออนไลน์] <http://www.kstation.tv/index.php>.  
 จารุณี ทองไพบูลย์กิจ. 2555. อนาคตไทยสู่หุบเขาอาหารและ AEC. ว.อุตสาหกรรมสาร. 54: 13-16.  
 ณรงค์ โฉมเฉลา. 2530. เชื้อพันธุ์มะพร้าว. กรุงเทพมหานคร: ฟันนี้พับบลิชชิง  
 ณรงค์ โฉมเฉลา. 2548. บทบาทของน้ำมันมะพร้าวต่อสุขภาพ และความงาม. ประชุมวิชาการ  
 กรมพัฒนา  
 ดวงดาว ฉันทศาสตร์. 2549. น้ำมันมะพร้าว: จากอาหารสู่ผลิตภัณฑ์เพื่อความงาม. จุลสารข้อมูล  
 สมุนไพรสำนักงานข้อมูลสมุนไพร. (24:1)  
 วาสนา วงใหญ่. 2541. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
 สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร 22-24 มิถุนายน 2552 ณ โรงแรมลองบีช อำเภอสาย  
 จังหวัดเพชรบุรี สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร.  
 ศูนย์สารสนเทศการเกษตรสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 97 หน้า.  
 สถาบันอาหาร. 2558. อุตสาหกรรมมะพร้าวของไทย 2558. เข้าถึงได้จาก [https://  
 fic.nfi.or.th/foodsectordatabank-detail.php](https://fic.nfi.or.th/foodsectordatabank-detail.php).  
 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. สถิติมะพร้าว. [ออนไลน์] <http://www.oae.go.th>.  
 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติมะพร้าว. [ออนไลน์] <http://www.oae.go.th>.  
 สมชาย วัฒนโยธิน. 2552. มะพร้าวลูกผสมกะทิ สูดยอดผลผลิตวิจัยไทย กรมวิชาการเกษตรทำได้  
 เทคโนโลยีชาวบ้าน. น. 50-58 ปีที่ 21 ฉบับที่ 549:15 กรกฎาคม 2552.  
 เทคโนโลยีชาวบ้าน .2561. วันที่ 18 เมษายน 2561. [ออนไลน์]  
[https://www.technologychaoban.com/news-slide/article\\_7894](https://www.technologychaoban.com/news-slide/article_7894)  
 ไทยรัฐ. 2560. วันที่ 31 มกราคม 2560 . [ออนไลน์]  
<https://www.thairath.co.th/content/847490>  
 ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2560. ฉบับส่งสื่อมวลชน. ปีที่ 23 ฉบับที่ 2845 วันที่ 26 พฤษภาคม 2560.  
 [ออนไลน์] <https://www.dokbiaonline.com>  
 หนังสือพิมพ์โพสทูเดย์ ปีที่ 13 ฉบับที่ 4704 วันที่ 24 ธันวาคม 2558 หน้า C2) มะพร้าว  
 [ออนไลน์] <https://www.posttoday.com/aec/news/406522>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## **กิจกรรมที่ 2** การพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว

กรมวิชาการเกษตร. 2555. มะพร้าวการผลิตและการใช้ประโยชน์. กรุงเทพมหานคร: หจก.รักรักษ์พิมพ์  
จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร. กรุงเทพฯ.

ดวงดาว ฉันทศาสตร์. 2549. น้ำมันมะพร้าว: จากอาหารสู่ผลิตภัณฑ์เพื่อความงาม. จุลสารข้อมูล  
สมุนไพร สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. (24:1)

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2530. เชื้อพันธุ์มะพร้าว. กรุงเทพมหานคร: ฟีนนี่พับลิชชิง

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2548. บทบาทของน้ำมันมะพร้าวต่อสุขภาพ และความงาม. ประชุมวิชาการ  
กรมพัฒนา

สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. 2556. สรุปผลการดำเนินงานโครงการพัฒนาคุณภาพมาตรฐาน  
สินค้าเกษตร (GAP) ปี 2556 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์.

สมชาย วัฒนโยธิน. 2552. มะพร้าวลูกผสมกะทิ สดุดยอดผลผลิตวิจัยไทย กรมวิชาการเกษตร ทำได้  
เทคโนโลยีชาวบ้าน. น. 50-58 ปีที่ 21 ฉบับที่ 549:15 กรกฎาคม 2552.

วัลลภ สันติประชา. 2540. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

วาสนา วงใหญ่. 2541. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วนาลีตรุดไทย เกียรติสุดา เหลืองวิสัย ลพ ภวภูตานนท์ และ กฤษณา กฤษณพุกต์. 2559. การหลุด  
ร่วงของผลมะพร้าวน้ำหอมปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักและโบรอนในผล Fruit  
Drop of Aromatic Coconut and วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ : 3(1): 81-86.

Jackson, J.C., A. Gordon, G. Wizzard, K. McCook, and R. Rolle. 2004. Changes in  
Chemical composition of coconut (*Cocos nucifera*) water during maturation of  
the fruit. Science of food and agriculture 84: 1049-1052.

Muhammad, K., Z. Gul2, Z. Jamal, M. Ahmed, A.R. Khan, and Z.U. Khan. 2015. Effect  
of coconut water from different fruit maturity stages, as natural substitute for  
synthetic PGR in in vitro potato micropropagation. Int. J. Biosci 6(2): 84-92.

Chuntarat, S., K. Na Jom, and S. Tongchitpakdee. 2015. Effect of maturity on quality  
and chemical composition of coconut kernel (*Cocos nucifera*). Acta Horti  
35:1088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### **กิจกรรมย่อยที่ 3** การเพิ่มศักยภาพพื้นที่ในสวนมะพร้าวของในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น

กรมวิชาการเกษตร. 2555. มะพร้าวการผลิตและการใช้ประโยชน์. กรุงเทพมหานคร: หจก. รัศมีพิมพ์

กรมวิชาการเกษตร. 2556. การผลิตมะพร้าว. [ออนไลน์] <http://www.kstation.tv/index.php>.

กรมวิชาการเกษตร. 2559. ทางเลือกการปลูกพืชแซมยาง พืชร่วมยาง และกิจกรรมเสริมรายได้ของชาวสวนยาง. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 จังหวัดสงขลา. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [ออนไลน์]

[http://www.aopdh02.doae.go.th/test\\_pakmeag.pdf](http://www.aopdh02.doae.go.th/test_pakmeag.pdf).

กลุ่มส่งเสริมพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ. 2558. ภูมิปัญญาและนวัตกรรมของเกษตรกรจันทบุรี.

[ออนไลน์] [k-tank.doae.go.th/uploads/23.ภูมิปัญญาพริกไทย.pdf](http://k-tank.doae.go.th/uploads/23.ภูมิปัญญาพริกไทย.pdf). สืบค้น 15 มีนาคม 2561.

ทองโรจน์ อ่อนจันทร์. 2530. เศรษฐศาสตร์เกษตร. ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ.

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2530. เชื้อพันธุ่มะพร้าว. กรุงเทพมหานคร: ฟีนนี่พับลิชชิ่ง

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2548. บทบาทของน้ำมันมะพร้าวต่อสุขภาพ และความงาม. ประชุมวิชาการกรมพัฒนา

ดวงดาว ฉันทศาสตร์. 2549. น้ำมันมะพร้าว: จากอาหารสู่ผลิตภัณฑ์เพื่อความงาม. จุลสารข้อมูลสมุนไพร สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. (24:1)

ชนชิต พลอยศิริ และ นิภาพร พชรชนะ. 2552. แบบสรุปลงความรู้อาการดำเนินการโครงการส่งเสริมการเกษตร ปี 2552. โครงการศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงชุมชน. สำนักงานเกษตรอำเภอเขาสมิง กรมวิชาการเกษตร. 2552.

ภาณุพงศ์ หนูชุม, 2546. การขยายพันธุ์ผักเหลียง (Gnetum gnemon) ด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วิทยานิพนธ์ (วท.ม. (พืชศาสตร์))--มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2546 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ร่วมจิตร นกเขา. 2560. การปลูกและการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ เพื่อความมั่นคงทางอาหารของชุมชน. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร (หลักสูตรพืชสวน) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร. 198 หน้า.

วาสนา วงใหญ่. 2541. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร 22-24 มิถุนายน 2552 ณ โรงแรมลองบีช อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรีสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตรสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 97 หน้า.

สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. 2556. สรุปผลการดำเนินงานโครงการพัฒนาคุณภาพมาตรฐานสินค้าเกษตร (GAP) ปี 2556 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์.

สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร. 2552. สถิติมะพร้าว. [ออนไลน์] <http://www.oae.go.th>.

สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร. 2558. สถิติมะพร้าว. [ออนไลน์] <http://www.oae.go.th>.

สมชาย วัฒนโยธิน. 2552. มะพร้าวลูกผสมกะทิ สุดยอดผลผลิตวิจัยไทย กรมวิชาการเกษตรทำได้เทคโนโลยีชาวบ้าน. น. 50-58 ปีที่ 21 ฉบับที่ 549:15 กรกฎาคม 2552.

สานิตย์ สุขสวัสดิ์ และแสงมณี ชิงดวง. 2551. เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คุณภาพและสาระสำคัญสูงในพริกไทย. หน้า 198 - 202. ในรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2551(2).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนเล่มที่ 14/เรื่องที่ 6. 2559. การปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ในสวนไม้ยืนต้น.

[ออนไลน์] [kanchanapisek.or.th/ kp6/sub/book/book.](http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=14&chap=6&page=t14)

[php?book=14&chap=6&page=t14.](http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=14&chap=6&page=t14)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (วิทยาเขตชุมพร). 2556. ข้าวไรฟันธ์สามเดือน.[ออนไลน์]

[www.doa.go.th/pvp/images/stories/indexpp2518/AnnoDOA\\_nameplant/t506.pdf](http://www.doa.go.th/pvp/images/stories/indexpp2518/AnnoDOA_nameplant/t506.pdf).

#### **กิจกรรมย่อยที่ 4** สมบัติดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และผลผลิตมะพร้าวจากพื้นที่ต่างๆ ในจังหวัดชุมพร

กรมวิชาการเกษตร. 2555. มะพร้าว การผลิตและการใช้ประโยชน์. กรุงเทพมหานคร: รัศมีพิมพ์.

สุมิตรา กุ้วโรตม. 2548. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

Carvajal, J F. 1985. Potassium nutrition of coffee. In: Munson, R.D. (ed.) Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy: Madison. pp. 955 – 979.

Magat, S.S. n.d. Coconut. agricultural research and development branch, Philippine coconut authority.

Marsh, A., J. Op De Lakk, P. Naka, P. Ngangoranatigam, S. Thuantavee, Y. Kasinkasaempong, W. Twishsri, J. Boonyarut, S. Kositcharoenkul, A. Wongurai, P. Lhekkong, T. Kraitong, P. Nopchinwong, O. Sungthada, N. Laempet, S. Taruyanon, P. Chantanumat, V. Onmukh, P. Chauytem, S. Yusathid, T. Winston and K. Chapman. 2006. Special R&D Report on the FAO -Thailand Robusta Coffee Project (TCP/THA/3002 (A)): Improvement of Coffee Quality and Prevention of Ochratoxin A on Robusta Coffee. Department of Agriculture and FOA: Bangkok.

Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1997. Plant Analysis: An Interpretation Manual. 2<sup>nd</sup> edition. CSIRO Publishing, Australia. 572p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**กิจกรรมย่อยที่ 5** การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของการนำทาง กาบ และถ่าน กะลามะพร้าวมาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูป สำหรับต้นหน้าวัว

- กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. “**ดอกหน้าวัว**”, [Online]. Available : [http://alangcity.blogspot.com/2012/11/blog-post\\_10.html](http://alangcity.blogspot.com/2012/11/blog-post_10.html). สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2560.
- ไทยเกษตรศาสตร์. 2560. “**ลักษณะทั่วไปของดอกหน้าวัว**”, [Online]. Available : <http://www.thaikasetsart.com/ลักษณะทั่วไปของดอกหน้าวัว/> สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2560.
- นิภาพร ขำสาอด. 2552. “**อำนาจการทดสอบของการใช้สถิติการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย.**” ปรินญาณิพนธ กศ.ม. สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. หน้า 45.
- พองอำไพ เสนแสง. 2556. “**การวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA)**”. [Online]. Available : <http://www.norththonburi.com/attachments/article>.
- พัชรภา มากกช. 2560. “**ลักษณะทั่วไปของมะพร้าว**”, [Online]. Available : <http://putcharapafern0110.blogspot.com/2017/02/blog-post.html>. สืบค้นเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2560.
- มยผ. 1204-50 “**มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นลัมพีทและค่าการดูดซึมน้ำ ของมวลรวมหยาบ**” [Online]. Available : [http://services.dpt.go.th/dpt\\_rsbgd/modules/standard/data\\_standard/Std\\_ts\\_method/1204.pdf](http://services.dpt.go.th/dpt_rsbgd/modules/standard/data_standard/Std_ts_method/1204.pdf) สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2560.
- ราชบัณฑิตสถาน. 2556. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ.2554**. ศิริวัฒนา อินเตอร์พรินทร์. กรุงเทพฯ.
- สุจิน สุณี และจิรวาท ฐิติกุล. 2552. “**เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางจากขุยและใยมะพร้าว**”, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ.
- สุจิน สุณี และจิรวาท ฐิติกุล. 2553. “**เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางจากขุยและใยมะพร้าว**”, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ.
- สุเมธ อ่องเถา และคณะ, “**การศึกษาจำแนกลักษณะพันธุ์กรรม โดยสัณฐานวิทยาของพืชกลุ่มไม้ดอกไม้ประดับในแปลงรวบรวมพันธุ์ (Ex situ) และสภาพลิ้มเดิม (in situ) หน้าวัว,**” ศูนย์วิจัย และพัฒนาการเกษตรลำปาง, อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง, 2555 หน้า 2-6.
- อภิรัฐ จันทลักษณ์, วัชรพล ชยประเสริฐ และ เอนก สุขเจริญ. 2557. “**การวัดความพรุนโดยการเปรียบเทียบอัตราการลดลงของความดัน**”, การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9, 6-7 ธันวาคม 2555, PP 65-72.
- อำนาจ อมฤก. 2554. “**การศึกษาการพองตัวของกระถางขึ้นรูปจากเส้นใยกกช้าง**”. การประชุมวิชาการหน่วยงาน วิศวกรรมยุคสหภาพ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Arthit. 2560. “การปลูกดอกหน้าวัว สวยแปลกจา ราคางาม”, [Online]. Available : [http://farmfriend.blogspot.com/2011/07/blog-post\\_08.html](http://farmfriend.blogspot.com/2011/07/blog-post_08.html). สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2560
- Banjomyut. 2560. “การปลูกไม้ดอกสกุลหน้าวัว”, [Online]. Available : [https://www.banjomyut.com/library\\_5/agricultural\\_knowledge/flowers\\_ornamental/10\\_l.html](https://www.banjomyut.com/library_5/agricultural_knowledge/flowers_ornamental/10_l.html). สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2560.
- <http://www.thaikasetsart.com>, 18 June 2012. [Online]. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม พ.ศ. 2560. applications," pp. 22-27, 20 November 2004.
- Askeland, D.R., & Webster, p. 1996. The Science and Engineering of Materials 3<sup>rd</sup> edition. London : Chapman & Hall. 1996. pp. 155-158
- Bilba, K., Arsene, M.A. and Ouensanga, A., 2006. "Study of banana and coconut fibers Botanical composition, thermal degradation and textural observations," vol. 98, pp. 58-68, 25 January 2006.
- Boyer, H.E. and Gall T.L. 1985. Metal Handbook, Desk edition, ASM. Ohio : Ohio University Press. 1985.
- Cuquel, F. L., Polack, I. R., Favaretto, N. and Possamai, J. c.. 2012. "Fertigation and growing media for production of Anthurium cut flower", *Horticultura Brasileira*, vol. 30, no. 2, pp. 279-285.
- Haasen, P., 1996. Physical Metallurgy 3<sup>rd</sup> edition. Cambridge : Cambridge University Press.
- Kehl, G.L. 1949. The Principle of Metallographic Laboratory Practice. New York : McGraw-Hall.
- Konduru, L., Evans, M. R. and Stamps, R. Fl., 1999. "Coconut FHusk and Processing Effectson Chemical and Physical Properties of Coconut Coir Dust", *HortScience*, vol. 34, no. (1), pp. 88-90.
- Kumar, I. and Tharanathan, R., 2005. "Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber", pp. 281-286, 17 February 2005.
- Mohsenin, N. N., 1970. “Physical properties of plant and animal materials.” structure, physical characteristics and mechanical properties., Vol. 1. 1970, pp: 1.
- Nwankwojike, B.N., Onuba, o., Ogbonna, P. 2012. “Development of a coconut dehusking machine for rural small scale farm holders”, *International Journal of Innovative Technology & Creative Engineering*. 2012 Mar;2(3) pp:l-6..
- Raghavendra, S.N., Ramachandra Swamy, S.R., Rastogi, N.K., Raghavarao, K.S.M.S., Reddy, N. and Yang, Y., 2004. "Biofibers from agricultural byproducts for industrial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sekar, T., Ganesan, N. and Nampoothiri, N. 2011. "Studies on strength characteristics on utilization of waste materials as coarse aggregate in concrete," *International Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 3, no. 7, pp. 5436-5440, 2011.

Sinha, A.K. 1989. *Ferrous Physical Metallurgy*. Butterworths.

Suppadit, T., Pongpiachan, I. and Panomsri, I., 2012. "Effects of moisture content in quail litter on the physical characteristics after pelleting using a Siriwan Model machine", *Animat Science Journal*, vol 83, pp. 350-357.

### **กิจกรรมย่อยที่ 6 เครื่องวัดและแสดงผลความเค็ม ธาตุอาหาร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดและผลมะพร้าว**

นภัทร วัจนเทพินทร์. การประมวลผลสัญญาณด้วยออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี : สำนักพิมพ์สกายบุ๊กส์, 2550.

มิเตอร์วัดค่า EC รุ่น 836-1. [ออนไลน์]. ได้จาก:

<http://www.pchome.co.th/pro/content/show/3121500465056>

[สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2559].

Arduino. [ออนไลน์]. ได้จาก:

<http://www.thieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics>

[สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2559].

Broabent, F.E., 1953. The soil organic fraction. *Adv.Agron.* 5, 153-183.

LCD กับ Arduino. [ออนไลน์]. ได้จาก:

<http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/การใช้งาน-character-lcd-display-กับ-arduino-ตอนที่1-รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ-paralle>

[สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2559].

Rapitest รุ่น 1835. [ออนไลน์]. ได้จาก:

[http://www.plantmediashop.com/store/product/view/Rapitest\\_3\\_Way\\_Digital\\_Analyzer\\_รุ่น\\_1835\\_เครื่องวัดคุณภาพของดินระบบดิจิทัล\\_pH\\_ผลรวม\\_NPK\\_ในดิน\\_อุณหภูมิ-28318410-th.html](http://www.plantmediashop.com/store/product/view/Rapitest_3_Way_Digital_Analyzer_รุ่น_1835_เครื่องวัดคุณภาพของดินระบบดิจิทัล_pH_ผลรวม_NPK_ในดิน_อุณหภูมิ-28318410-th.html)

[สืบค้นเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2559].

Rapitest รุ่น 1880. [ออนไลน์]. ได้จาก:

<http://www.pchome.co.th/pro/content/show/3121500464481>

[สืบค้นเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2559].

Smith, F.W., Ellis, B.G., and Grava, J., 1957. Use of acid-fluoride solutions for the extraction of available phosphorus in calcareous soils and in soils to which rock phosphate has been added. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 21, 400-404.

Smillie, G.W. and Syers, J.K., 1972. Calcium fluoride formation during extraction of calcareous soils with fluoride : II. Implications to the Bray P-1 test.

*Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 36, 25-30.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thomas, G.W. and Peaslee, D.E., 1973. Testing soils for Phosphorus. In Walse, L.M. and J.D. Beaton (eds.) Soil Testing and Plant Analysis. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wis. 115-132.

Walkley, A., and Black, I.A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37, 29-38.

### **กิจกรรมย่อยที่ 7 เครื่องบดและอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพร้อมด้วยแขนกลและเครื่องชั่งน้ำหนัก**

ชนิดของรีเลย์. [ออนไลน์]. ได้จาก:

<http://www.psptech.co.th/รีเลย์relayคืออะไร.page>

[สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2560].

ณัฐชนก อมรเทวภัทร. การผลิตอาหารสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง [ออนไลน์]. ได้จาก:

<https://www.aliexpress.com/cheap/cheap-dc-motor-12v.html>

[สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2559].

รีเลย์. [ออนไลน์]. ได้จาก:

[http://passakornpinitchai.blogspot.com/2017/05/blog-post\\_85.html](http://passakornpinitchai.blogspot.com/2017/05/blog-post_85.html)

[สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2560].

วรรณพร ทะพิงค์แก. อาหารและการให้อาหารสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2560.

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและผลพลอยได้ทางอุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. ได้จาก:

[http://region9.dld.go.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=148:2011-02-11-19-13-17&catid=55:2011-02-01-23-09-45&Itemid=83](http://region9.dld.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=148:2011-02-11-19-13-17&catid=55:2011-02-01-23-09-45&Itemid=83)

[สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2560].

สมพงษ์ บัวแย้ม. ทำอาหารเลี้ยงสัตว์ ประหยัดค่าใช้จ่าย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2558.

อาหารเสริมอัดก้อนคุณภาพสูงและการผสมอาหาร. [ออนไลน์]. ได้จาก:

<http://natres.skrcmuti.ac.th/webWBT/videoWBT/tmb/course-16.pdf>

[สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน 2559].

อังคณา หาญบรรจง, องอาจ อินทร์สังข์, จารุณี อิมเอิบ. (2549). การพัฒนาแหล่งอาหารหยาบจากทางปาล์มน้ำมันเพื่อเป็นอาหารแพะ. รายงานวิจัย. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Arduino Uno R3. [ออนไลน์]. ได้จาก:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino> [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน 2559].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**กิจกรรมย่อยที่ 8 การสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย  
คาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤตเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดด้วยการ เหวี่ยงแยก  
รอบต่ำแบบควบคุม**

กันทิมา สิทธิธัญกิจ และ วิมลนารถ ประดับเวทย์. 2548. บทบาทของน้ำมันมะพร้าวต่อสุขภาพและ  
ความงาม.

กลุ่มงานพัฒนาวิชาการฯ สถาบันการแพทย์แผนไทย: กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์  
ทางเลือก, กรุงเทพฯ.

เกสร สุนทรเสรี.2541. มะพร้าวน้ำหอม ต้นไม้แห่งชีวิต. พิมพ์ครั้งที่ 2. ไทยวัฒนาพานิช.กรุงเทพฯ.

เกศินีศรีสุระ. 2549. การสกัดวิตามินอีจากเมล็ดดอกทานตะวันโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะ  
เหนือจุดวิกฤตและการตกผลึกวิตามินอีโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะใกล้จุดวิกฤต.

วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี) บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คมสัน หุตะแพทย์.2547. การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์. ว. เกษตรกรรมธรรมชาติ. 2: 1-5.

ณัฏญภัทร จินดา. 2550. เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีน้ำมันพืช, โครงการจัดตั้งภาควิชา  
เทคโนโลยีกระบวนการเคมีและฟิสิกส์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ.

ณัฏญภัทร จินดา. 2556. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง การผลิตหัวสบู่, โครงการอบรมวิชาชีพฤดู  
ร้อน, ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ.

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2552. มหัศจรรย์น้ำมันมะพร้าวฉบับปรับปรุง พิมพ์ครั้งที่ 1 ม.ป.ท.

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2554. มหัศจรรย์น้ำมันมะพร้าว . พิมพ์ครั้งที่ 1 โพสต์ พับลิชชิง จำกัด, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2556. อยู่ร้อยปี ชีวีเป็นสุขได้ด้วยน้ำมันมะพร้าว . พิมพ์ครั้งที่ 1 ชมรมอยู่ร้อยปีชีวี  
เป็นสุข, กรุงเทพฯ.

นิรนาม. 2548. น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ด้วยวิธีการหมักและวิธีบีบอัดโดยเครื่องไฮโดรลิก. แหล่งที่มา:  
[http://http://siweb.dss.go.th/article/show\\_article.asp?article\\_ID=592](http://http://siweb.dss.go.th/article/show_article.asp?article_ID=592), 28.

พฤษภาคม 2559.

บรรจบ ชุนทสวัสดิกุล และ ณรงค์ โฉมเฉลา. 2551. น้ำมันมะพร้าวรักษาโรค, น.144. กรุงเทพฯ

ปริดาวรรณ ขอช่วยกลาง. 2556. การเปรียบเทียบวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายและวิธีการสกัดเหนือ  
จุดวิกฤตต่อปริมาณวิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลจากรำข้าวพันธุ์ กข6. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มันทนา แก้วชื่น. 2556. การแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดยเครื่องเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิและ  
ประโยชน์ของน้ำมันมะพร้าวและผลพลอยได้ต่อสุขภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร  
มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลลิตา อตันโถ. 2548. การผลิตน้ำมันมะพร้าวบีบเย็นคุณภาพสูง. วารสารการวิจัยและพัฒนา  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 20(2): 67-72.

มานพ เจริญไชยตระกูล ศิริพร ถิ่นศิริวัลลภและ ธีรภัทร สุทธิเจริญ. 2547.การสกัดเบต้า-แคโรทีน  
ด้วยตัวทำละลายที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต.วิศวกรรมสาร มก.18(53):85-91.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2542. การแยกน้ำมันมะพร้าวจากกะทิ. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.) 33: 444-451.
- แสงเงิน ไกรสิงห์. 2534. การผลิตเนยกะทิ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- อภิญญา คุษชูชีพ. 2554. การใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นส่วนผสมของน้ำสกัดชีวภาพเพื่อเป็นอาหารเสริมในการผลิตถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม), สถาบันบัณฑิตพัฒน บริหารศาสตร์.
- Aoyama, T., N. Naohisa and K. Michio. 2007. Research on the nutritional characteristic of medium chain fatty acids. *J. Med. Invest.* 54:385-388.
- Arunima, S and T. Rajamohan. 2012. Virgin coconut oil improves hepatic lipid metabolism in rat compared with copra oil, olive oil and sunflower oil. *Exp. Biol.* 50(11):802-809.
- Bencharat Phithakchokchai. 2010. Phase Equilibrium Modeling of Triglycerides in Supercritical Fluids. Thesis In Master's Degree of Chemical Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand.
- Codex alimentarius commission. 2001. In Report of the seventeenth session of the CODEX. Committee on fats and oils. London. 63 p.
- Dayrit, C.S. 1995. Coconut oil and Health. *J. Crop. Sci.* 20 (3):171-177.
- Enig, M.G. 1999. Coconut. In Support of good health in the 21st Century. Paper presented at the 36<sup>th</sup> Meeting of APCC.
- Ghazali, H.M. 2009. Oxidative stability of virgin coconut oil compared with RBD palmolein in deep fat frying of fish cracker. *J. Food.* 7:23-27.
- Gunetileke, K.G. and S.F. Laurentius. 1974. Conditions for the separation of oil and protein from coconut milk emulsion. *J. Food. Sci.* 39:230-233.
- Henna, L.S. and P.P. Tan. 2009. A comparative study of storage stability in virgin coconut oil and extra virgin olive oil upon thermal treatment. *J. Food. Sci.* 16:343-545.
- Imsanguana, P., A. Roaysubtaweea, R. Boriraka, S. Pongamphaia, S. Douglasa, and P.L. Douglas. 2008. Extraction of  $\alpha$ -tocopherol and  $\gamma$ -oryzanol from rice bran. *LWT.* 41: 1417-1424.
- Ingle, D.L. 1999. Dietary energy value of medium-chain triglycerides. *J. Food Sci.* 64(6):960.
- Jeyashoke, N., S. Koonsrisuk, and S. Suchaitanawanich. 2007. Quality improvement of virgin coconut oil Produced by Reun Samunphai Auw Noi”, Pamphlet of the Lower Central Region Research Network. 3(1):12. (In Thai).
- John, S, Y. Chun, J.X. Sophia, J. Yueming, M. Ying, and L. Dong. 2009. Effects of modifiers on the profile of lycopene extracted from tomato skins by supercritical CO<sub>2</sub>. *J. of Food Eng.* 93: 431-436.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Kasetsart University-Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives. 2007. Soap Standard. [cited 2018 Jan15]. Online Available: [http://www.kuservice.ku.ac.th/cms\\_web/index.php?q=doc/d/167](http://www.kuservice.ku.ac.th/cms_web/index.php?q=doc/d/167) (InThai).
- Louli, V., G. Folas, E. Voutsas, and K. Magoulas. 2004. Extraction of parsley seed oil by supercritical CO<sub>2</sub>. *J. Supercritical Fluids*. 30 (2): 163-174.
- Lucas, A.E, M. Ossa, J. Rincon, M.A. Blanco, and I. Gracia. 2002. Supercritical fluid extraction of tocopherol concentrates from olive tree leaves. *J. Supercritical Fluids*. 22 (8): 221-228.
- Mark Harris Zuknik, N.A. NikNorulaini, W.S. Wan NursyazreenDalila, NurRaihan Ali, A.K. Mohd Omar. 2016. Solubility of virgin coconut oil in supercritical carbon dioxide. *J. of Food Eng.* 168: 240-244.
- McGlone, O.C., A.L.M. Canales and J.V. Carter. 1986. Coconut oil extraction by a new enzymatic process. *J. Food. Sci.* 51: 695-697.
- Naik, A and S.N. Raghavendra. 2012. Production of coconut protein powder from coconut wet processing waste and its characterization. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 167: 1290-1302.
- Nour, A.H., F.S Mohammed, R.M. Yuns and A. Arman. 2009. Demulsification of virgin coconut oil by centrifugation method. *J. Chem. Technol.* 1(2): 59-64.
- Nuria Rubio-Rodríguez, Sara M. de Diego, SagrarioBeltrán, I. Jaime, M. Teresa, S. JordiRovira. 2012. Supercritical fluid extraction of fish oil from fish by-products: A comparison with other extraction methods. *J. of Food Eng.*109( 2): 238-248.
- Peter, S. and G. Brunner. 1978. The Separation of nonvolatile substances by means of compressed gases in countercurrent processes. *Angew Chem. Int. Ed. Engl.* 17: 746-750.
- Rohman, A.Y., B. Che Man, A. Usmail and P. Hashim. 2011. Monitoring the oxidative stability of virgin coconut oil during oven test using chemical indexes and FTIR spectroscopy. *J. Int. Food Res.* 18: 303-310.
- Shen, Z., M.V. Palmer, S.T. Ting, and R.J. Fairclough. 1996. Pilot scale extraction of rice bran oil with dense carbon dioxide. *Journal Agric Food Chem.* 44: 3033-3039.
- Thai Industrial Standards Institute. 2000. Product criteria of green label for soap. *TISI Bulletin.* 297:10-12. (InThai)
- Tripetchkul, S., S. Akeprathumchai, S. Koonsrisuk, S. Kusuwanwichid, K.Pundee, and P. Fuangworawong. 2008. Technological development and transfer for entrepreneur: production of bioextract and compost from virgin coconut oil by product, Prachuapkhirikhan province. Research Report of the Higher Education Research Network of the Lower Central. pp.48-51. (In Thai).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Vanesa, Y. I., A. Vega, S.M. Nolasco, M. Tomás, M. Gimeno, E. Bárzana, and A. Tecante. 2010. Supercritical carbon dioxide extraction of oil from Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.): Characterization and process optimization. *J. of Supercritical Fluids*.55(1):192-199.
- Verrall, M.S. 1992. Liquid-liquid partition in the pharmaceutical industry. In U.D. Thornton, company. *Science and Practice of Liquid-Liquid Extraction*. Oxford University Press, New York. 194-308.

**กิจกรรมย่อยที่ 9 การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับ  
กลุ่มเกษตรกร**

- ชูชาติ อารียจิตรานุสรณ์. 2560. เครื่องหมุนเหวี่ยง [ออนไลน์] สืบค้นได้จาก <https://home.kku.ac.th/chuare/12/centrifuge>. [18 มกราคม 2560].
- ณรงค์ โฉมเฉลา. 2555. น้ำมันมะพร้าวช่วยลดความอ้วน กัลปพฤกษ์ ฉบับที่ 11 เมษายน.
- ณรงค์ โฉมเฉลา. 2557. “มะพร้าว” วารสารพืชปลูกพื้นเมืองไทย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการ  
สร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)
- ธนิภา ปฐมวิชัยวัฒน์. 2560. มะพร้าวกับการลดความอ้วน [ออนไลน์] สืบค้นได้จาก <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th>. [15 มกราคม 2560].
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. โครงสร้างกรดลอริก [ออนไลน์] สืบค้นได้  
จาก <http://www.foodnetworksolution.com/uploaded/LauricAcid2.jpg>. [16  
มกราคม 2560].
- มณฑนา แก้วจันทน์, วิทยา ปั่นสุวรรณ และวิเชียร ลีลาว์ขรรมาศ. 2555. “การแยกน้ำมันมะพร้าวสกัด  
เย็นบริสุทธิ์จากน้ำกะทิด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ” การประชุมวิชาการแห่งชาติ  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9
- รุสมิยา อาลี. 2556. “คุณภาพทางเคมีของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากภาคใต้ของประเทศไทยและ  
การเตรียมโมโนลอรินโดยใช้เอนไซม์” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรกรอาหารและโภชนาการ  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล คณะวิทยาศาสตร์. 2560.  
ร้อยละความเข้มข้น. [ออนไลน์] สืบค้นได้จาก : <http://www.il.mahidol.ac.th> [12  
เมษายน 2560].
- สถาบันวิจัยพืชสวน. 2552. “คุณค่าทางโภชนาการของผลมะพร้าวกะทิ” กรมวิชาการเกษตร  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- สรรพศิริ เอี้ยกุล และณาวดี ศรีศิริวัฒน์. 2559. “การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีแรงเหวี่ยง  
หนีศูนย์กลางร่วมกับการสกัดด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์” สาขาวิชาปิโตรเคมีและการจัดการ  
สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุม.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. มะพร้าว. [ออนไลน์] สืบค้นได้จาก <http://www.oae.go.th>  
[20 เมษายน 2560].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สุคนธ์ชื่น ศรีงาม 2542. “การแยกน้ำมันมะพร้าวจากน้ำกะทิ” เกษตรศาสตร์ (วิทย์.) ปีที่ 33 ฉบับที่ 3 ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิมล อริยประกาย. 2557. “อิมัลชันกะทิ” วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 37 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม 2557.
- ศุภมาศ ปั่นปัญญา. 2556. “ศึกษาการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง” ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6.
- อวยพร โสภณสฤกษ์สุข. 2552. “เครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบที่มีกระบวนการแยกกลีเซอรินโดยอาศัยแรงเหวี่ยง หนีศูนย์กลางต่อเนื่อง Glycerin separated biodiesel prototype machine using continuous decentralized force.” โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ งบประมาณแผ่นดิน.
- Thaihealthlife. 2556. ประเภทของน้ำมันมะพร้าว [ออนไลน์] สืบค้นได้จาก <http://thaihealthlife.com> [18 มกราคม 2560].
- Asian and Pacific Coconut Community (APCC). 2003. **Standard for virgin coconut oil.** [Online] Available at <http://www.apccsec.org>. [April 16, 2017] .
- Asian and Pacific Coconut Community. 2009. “APCC Standards for Virgin Coconut Oil” Kenari, Senen, Jakarta, Indonesia.
- Dayrit, C.S. Coconut oil in health and disease: Its and monolaurin’s potential as cure for HIV/AIDS. Paper presented at the 37 th Annual Cocotech Meeting, India. [Online] Available at <http://acudoc.com>. [April 20, 2017].
- Enig, M.G. 1996. Health and nutritional benefits from coconut oil and its advantages over competing oils: An Important functional food for the 21st century. [Online] Available at <http://coconutboard.in>. [April 20, 2017].
- Enig, M.G. 1999. Coconut: In support of good health in the 21st century. [Online] Available at <http://www.coconutoil.com>. [April 20, 2017].
- Food and Agriculture Organization 2012. **Top production coconut.** [Online] Available at <http://www.fao.org>. [April 20, 2017].
- Hao, M., Bain, Z., Wang, H. and Liu, W. 2014. “Removal of oil from electric desalting wastewater using centrifugal contactors” Laboratory of Chemical Engineering, East China University of Science and Technology,
- Klen, T.J. and Vodopivec, B.M. 2011. “The fate of olive fruit phenols during commercial olive oil processing: Traditional press versus continuous two- and three-phase centrifuge” LWT- Food Science and Technology.
- Kumar, S. 2011. “Variability in coconut (*Cocos nucifera* L.) germplasm and ybrids for fatty acid profile of oil” Journal of Agricultural and Food Chemistry. 59, (2011) : 1350-1358.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Kurtus, R. 2017. **Centrifugal Force Caused by Inertia** [Online] Available at <http://www.school-for-champions.com>. [April 20, 2017].
- Lalas, S. and Tsaknis, J. 2002. **“Characterization of Moringa oleifera seed oil variety “Periyakulam 1””** Journal of Food Composition and Analysis.
- Marina, A.M., Che Man, Y.B., Nazimah, S.A.H. and Amin, I. **“Antioxidant capacity and Phenolic acids of virgin coconut oil”** International Journal of Food Sciences and Nutrition. 60 (2008) : 114-123.
- Mendis, S.K.R., Wissler, R.W.; Bridenstine, R.T. and Podbielski, F.J. 1989. **“The effects of replacing coconut oil with corn oil on human serum lipid profiles and platelet derived factors active in atherosclerosis.”** Nutrition Reports International Vol. 40, No. 4 (1989)
- Projan, S.J., Brown-Skrobot, S. and Schlievert, P.M. **“Glycerol monolaurate inhibits the production of B-lactamase, toxic shock syndrome toxin-1 and other staphylococcal exoproteins by interfering with signal transduction”** Journal of Bacteriology. 176 (1994) : 4204 - 4209.
- Reddy, B.S. and Maeura, Y. 1984. **“Tumor promotion of dietary fat in azoxymethane induced colon carcinogenesis in female F 344 rats”** Journal of the National Cancer Institute. 72, (1984) : 745 - 75
- Rungsinee, S. 2011. **“Edible coating and post-frying centrifuge step effect on quality of vacuum-fried banana chips”** Journal of Food Engineering, Pages 319-325
- Santos, R.R., Laygo, R.C., Payawal, D.A., Tiu, E.G.G., Sampang, A.L.S. and Urian, J.P.C. **“The antioxidant effect of virgin coconut oil on lipid peroxidation”** Philippine Journal Internal Medicine. 43 (2005) : 199-204.
- Wang, T., Hicks, K.B. and Moreau, R. **“Antioxidant activity of phytosterols, oryzanol and other phytosteropl conjugate”** Journal of the American Oil Chemists' Society. 79 (2002) : 1201-1206.
- Wong, Y.C. and Hartina, H. 2014. **“Virgin coconut oil production by Centrifugation Method ”** Universiti Malaysia Kelantan, Jeli Campus, Locked Bag 100, 17600 Jeli, Kelantan, Malaysia.

## **กิจกรรมย่อยที่ 10 การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์**

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553. น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์. แหล่งที่มา: <http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR18.pdf>, 10 ตุลาคม 2560.

กานต์ สุขสุแพทย์ จรรยา คงฤทธิ์ และ ณหทัย วิจิตรโรทัย. 2555. การใช้ได้ของกากกะทิเป็นอาหารเสริมในไก่เนื้อ, น. 174-181. ใน รายงานการประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จตุพร คุณแก้ว. 2551. การศึกษาลักษณะซากและคุณภาพเนื้อของสุกรพื้นเมืองไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ชั้นสูง. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร. 203 น.

ชวนิศนดากร วรวรรณ, สุภาพร อีสริโยดม, ทองยศ อเนกะเวียง, กษิตศ อื้อเชี่ยวชาญกิจ, กัญจนะ มากวิจิตร และ กระจำง วิสุทธารมณ. 2528. หลักการเลี้ยงสัตว์ทั่วไป. สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

ธีระพล บันสิทธิ์, วัชรพงษ์ วัฒนกุล, กาญจนา บันสิทธิ์ และ อินทร์ ศาลางาม. 2543. คุณภาพซากสุกรขุนจากระบบเลี้ยงแบบปล่อยแปลง. งานวิจัย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

นถมล สมคณา, ชลทิศ ลาน้อย, โสฬส โนนตาไทย, พรเทพ ป็องซารี และ นฤเบศร์ ปานกลาง. 2556. การใช้กากมะพร้าวแห้งเสริมด้วยเอนไซม์ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่กระທ. ว. เก่นเกษตร. 41(1): 430-433.

พัชรินทร์ ภักดีฉนวน. 2554. ผลของสายพันธุ์ต่อองค์ประกอบของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมโมโนลอริน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พันทิพา พงษ์เพ็ญจันทร์. 2547. หลักการอาหารสัตว์: หลักโภชนศาสตร์และการประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. เกรดคุณภาพซากเนื้อวัว. แหล่งที่มา: <http://www.foodnetworksolution.com>, 10 ตุลาคม 2560.

ยุทธนา ศิริวัธนกุล. 2532. เทคโนโลยีการผลิตสุกร. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา. 427 น.

เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. เค.ยู.เพลส, กรุงเทพมหานคร.

วาสนา วงษ์ใหญ่. 2541. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วินัย ประลมภ์กาญจน์. 2529. อาหารและการให้อาหารสุกร. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา. 290 น.

สัญญาชัย จตุรสิทธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่. 244 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สัจชัย จตุรสิทธิ์ธา. 2547. การจัดการเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ เชียงใหม่. 170 น.
- สาโรช คำเจริญ. 2547. อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น. 699 น.
- สุทธิพงศ์ อริยะพงศ์สรณ์. 2537. เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. ภาควิชา สัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2554. มะพร้าว. แหล่งที่มา: [www.acfs.go.th/standard/download/coconut-1.pdf](http://www.acfs.go.th/standard/download/coconut-1.pdf), 12 ตุลาคม 2560.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติสหกรณ์. 2547. เนื้อสุกร. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 121 ตอนพิเศษ 120 ง วันที่ 22 ตุลาคม 2547.
- อมรรัตน์ จงสวัสดิ์ และ ลัดดา เหมาะสุวรรณ. 2545. Evidence-based maillard reaction: focusing on parenteral nutrition. ว. โภชนบำบัด. 13(1): 3-11.
- อรวิทย์ ไทรกี และ ประชา บุญญสิริกุล. 2522. อาหาร. สมาคมคหเศรษฐศาสตร์แห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร. 346 น.
- Clawson, A. J., T. N. Blumer, W. G. Sma and E. R. Barrick. 1962. Influence of energy proteinratio on performance and carcass characteristics of swine. J. Anim. Sci. 21: 62.
- Creswell, D. C. and C. C. Brooks. 1971. Effect of coconut meal on coturnix quail and of coconut meal and coconut oil on performance carcass measurements and fat composition in swine. J. Anim. Sci. 33(2): 373-374.
- French, P., E. G. O'Riordan, F. J. Monahan, P. J. Caffrey, M. T. Mooney, D. J. Troy and A. P. Moloney. 2001. The eating quality of meat of steers fed grass and/or concentrates. Meat Sci. 57(4): 379-386.
- Hannula, T. and E. Puolanne. 2004. The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7 °C. Meat Sci. 67(3): 403-408.
- Kennelly, J. J., and F. X. Aherne. 1980. The effect of fiber addition to diets formulated to contain different levels of energy and protein on growth and carcass quality of swine. Can. J. Anim. Sci. 60(2): 385-393.
- Khuwijitjaru, P., K. Watsanit and S. Adachi. 2012. Carbohydrate content and composition of product from subcritical water treatment of coconut meal. J. Ind. Eng. Chem. 18(1): 225-229.
- Lawrie, R. 1988. Developments in meat science. Elsevier Science London. 464 p.
- O'Doherty, J.V. and M.P. McKeon. 2000. The use of expeller copra meal in grower and finisher pig diets. Livest. Prod. Sci. 5(11): 1087-1091.
- Pascoal, L.A.F., E.C.de Miranda, M.I.A. Lamenha, P.H. Watanabe, C.C.de Miranda, L.da P.G.da. Silva and D.de M. Araujo. 2010. Inclusion of coconut meal indiets for growing pigs with or without enzymatic supplementation. Rev. Bras. Saude Prod. Anim. 11(1): 160-169.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Winger, R. J. and C. J. Hagyard. 1999. Importance of juiciness and some contributing factors: In quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. Aspen Publisher. Gaithersburg, Maryland. USA. 99-124 p.
- Savell, J. S. L. Mueller and B. E. Baird. 2005. The chilling of carcasses. Meat Sci. 70(3): 449.
- Sundu, B. A. Kumar and J. Dingle. 2004. The effect of levels of copra meal and enzymes on bird performance. Aust. Poult. Sci. Sym. 16(7): 52-54.

### **กิจกรรมย่อยที่ 11 การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ**

- กรมประมง, สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง คู่มือประชาชน กรมประมงกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด 2549
- กรมประมง. 2551. การเพาะและอนุบาลปลานิล. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- กรมประมง. 2556. ความเป็นมาของปลานิล. สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2561.  
จาก [http://www.fisheries.go.th/ifphayao/cultivate/c\\_nile.html](http://www.fisheries.go.th/ifphayao/cultivate/c_nile.html).
- ณัฐพงศ์ เมืองสุวรรณ. 2550. ผลของกากมะพร้าวและกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ของอาหารในปลาดุกกลมผสม (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ ภูมิพิพัฒน์. 2524. ชีวประวัติของปลานิล. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 7/2524. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. กรุงเทพฯ. 34 หน้า.
- ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์. 2557. การสร้างสูตรอาหารสัตว์น้ำและสูตรอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ. กรมประมง. 55 หน้า.
- ชาติรี จีราพันธ์. 2549. อาหารและการให้อาหารสัตว์. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- นฤมล สมคุณา, ชลทิศ ลาน้อย, โสฬส โนนตาไทย, พรเทพ ป้องขารี และ นฤเบศร์ ปานกลาง. 2556. การใช้กากมะพร้าวแห้งเสริมด้วยเอนไซม์ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่กระທ. แก่นเกษตร 41 ฉบับพิเศษ 1. 4 หน้า
- พิจิตร พันธุ์ศรี และเกษม เขตตะวัน. 2536. เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จากกากมะพร้าวและใบกล้วยป่นเพื่อเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวในกระชัง. ใน: การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 31: สาขาสัตว์ ประมง สัตว์แพทย์ วันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2536 (หน้า 473-480) กรุงเทพฯ.
- พิเชต พลายเพชร. 2559. การจัดการทางโภชนาการสำหรับการเลี้ยงปลานิล. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 24 (1), 12-39
- พัฒนา นรมาศ. 2560. เทคโนโลยีชาวบ้านออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2561,  
จาก [https://www.sentangsedtee.com/farming-trendy/article\\_36016](https://www.sentangsedtee.com/farming-trendy/article_36016)
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มานพ ตั้งตรงไพโรจน์, ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, พรรณศรี จริโมภาส, สุจินต์ หนูขวัญ, กำชัย ลาวัณยวุฒิ วีระ, วัชรกร โยธิน และวิมล จันทรโรทัย. 2536. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิล. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 23/2536. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. 87 หน้า.
- วรพงษ์ นลินานนท์ และ สายชล เลิศสุวรรณ. 2561. ผลการเสริมกากมะพร้าวและใบกระถินเทพา ปนในสูตรอาหารต่อการ เจริญเติบโต และคุณภาพซากของปลานิล.
- วรรณดี อ่อนน้อม. 2557. ผลการใช้กากมะพร้าวเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ. 81 หน้า.
- วาสนา วงใหญ่. 2541. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สมหวัง พิมพ์บุตร. ม.ป.ป. โครงการยกระดับมาตรฐานฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลเพื่อการส่งออก. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง เกษตรกลาง จตุจักร กรุงเทพฯ.
- ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. 2552. โครงการวิจัยและพัฒนาแม่พร้าว. (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2561, [http://www.doa.go.th/hrc/chumphon/index.php?option=com\\_content&view=article&id=206&Itemid=30](http://www.doa.go.th/hrc/chumphon/index.php?option=com_content&view=article&id=206&Itemid=30)
- อุดม เรืองนพคุณ. 2549. การเพาะพันธุ์และเลี้ยงปลานิล. กรุงเทพฯ: เกษตรสยามบุ๊คส์. 95 หน้า.
- อุธร ฤทธิลิก. 2553. การจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเขตร้อน. สำนักพิมพ์ไอเอสพรีนติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ.
- Adu,k.O. , A. Sephen., and S.P. Vilhelm. (2016). Growth performance, feed utilization and sensory characteristics of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* fed diets with high inclusion levels of copra meal. J. Anim. Res. 4:1-7.
- Bhatnagar, A., and P. Devi. (2013). Water quality guidelines for the management of pond fish culture. Int. J. Environ.Sci. 3:1980-2009.
- Department of Fisheries. (2015). Fisheries Statistics of Thailand 2013. Bangkok: Information Technology Center, Department of Fisheries. (in Thai)
- Gordon, M.H. and I.A. Rahman. 1991. Effect of processing on the composition and oxidative stability of coconut oil. Journal of the American Oil Chemists' Society 68(8):574-576.
- Moorthy, M., and K. ,Viswanathan. (2010). Digestibility and feeding value of coconut meal for white Leghorn layers. J. Vet.Anim.Sci. 5:196-203.
- Olude, O.O., W.O.A.,Alegbeleye.,and S. O.Obasa. (2008). The use of soaked copra meal as a partial substitute for soybean meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. Department of Aquaculture and Fisheries Management, University of Agriculture, P. M. B. 2240, Abeokuta, Ogun State, Nigeria 1-9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 12 การใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิต

กรมการค้าภายใน. 2558. มะพร้าว: ราคามะพร้าวในปัจจุบัน. แหล่งที่มา: [www.oae.go.th](http://www.oae.go.th), 15 มีนาคม 2558.

กลุ่มเกษตรกรสัจจร. 2549. มะพร้าวน้ำหอม. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ

กองส่งเสริมการเกษตร. 2540. การตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2530. เชื้อพันธุ่มะพร้าว. โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟีนีฟับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ.

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2556. สรรพคุณของมะพร้าว. แหล่งที่มา: <http://frynn.com>, 14 พฤษภาคม 2558.

ฉลอง วชิราภากร. 2540. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย ขอนแก่น, ขอนแก่น.

ทวีพร พูนคุสิต. 2544. การเปรียบเทียบนิเวศน์ในกระเพาะหมัก และสมรรถภาพการขุนของโคนม โคเนื้อและกระบือ เพศผู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธวัช ไพศานมาศ และ สุรศักดิ์ แสงงาม. 2541. ผลของการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศต่อคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวแช่เย็น, ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิธิยา รัตนพานนท์. 2541. เคมีนมและผลิตภัณฑ์นม. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญล้อม ชิวอิสรสกุล. 2541. ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์. ฉบับบรรณการพิมพ์. เชียงใหม่.

พนัส ธรรมกิตติวงศ์, พรศรี ชัยรัตนายุทธ์ และ สมเกียรติ ทิมพัฒน์พงศ์. 2538. ผลของอาหารผสมเสร็จจัดแต่งต่อการหมักย่อยในกระเพาะรูเมนและเลือดโค. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.). 29: 314-325.

พร รุ่งแจ้ง. 2541. มะพร้าว, ในพฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัชรีกร วันศุกร์. 2555. การหาค่าสหสัมพันธ์การย่อยได้ระหว่างวิธี *in vitro* แบบ rumen liquor pepsin และวิธี *in situ* โดยวิธี nylon bag technique. สาขาสัตวศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร.

พันธ์ิทธิ์ มะลิสุวรรณ. 2550. การปลูกมะพร้าวปลอดสารพิษ และวิธีการเพิ่มผลผลิตอีกเท่าตัว. สำนักพิมพ์ยูทิลิตี้. นนทบุรี.

พานิชย์ ยศปัญญา. 2544. มะพร้าวพืชสารพัดประโยชน์. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ.

วิไลวรรณ ทวีศรี, เสรี อยู่สถิตย์, ปริญญา หรูนทิม, และ ปานหทัย นพชินวงศ์. 2549. การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพ ระหว่างมะพร้าว น้ำหอม กับมะพร้าวต้นเดี่ยวพันธุ์ต่างๆ. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. สถาบันวิจัยพืชสวน จ. ชุมพร.

วาสนา วงษ์ใหญ่. 2527. มะพร้าว, ในพฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ เล่ม 1. ภาควิชาพืชไร่นา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. 2543. การปลูกมะพร้าว. โครงการหนังสือชุมชน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สิทธิศักดิ์ คำผา, สมมาศ อธิรัตน์, อุทัย โคตรटक, กรุง วิลลาชัย, ภูมิสิทธิ์ วรรณขารี และเมธา วรรณพัฒน์. 2552. ผลของการเสริมมันเส้นหมักกีสต์ทดแทนอาหารชั้นต่อนิวเคลียตาใน กระเพาะหมัก และการเจริญเติบโตในโคนมสาว. ว. วิทย. มข. 37(3): 333-341.
- สุภาลักษณ์ มากชุมพล. 2555. การหาค่าสหสัมพันธ์การย่อยได้ระหว่างวิธี *in vitro* แบบ Rumen Liquor pepsin และแบบ Daisy<sup>II</sup> system. สาขาสัตวศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. มะพร้าว. แหล่งที่มา: www.oae.go.th, 15 มีนาคม 2558.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตร และอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. น้านม โคดิบ raw cow milk. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. กรุงเทพฯ.
- โอวาส จุฑานนท์. 2513. มะพร้าว. ภาควิชาพืชไร่. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อิศรัฎฐ์ รินไธสง. 2555. บทที่ 17 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis). แหล่งที่มา: <http://www.edu.tsu.ac.th>, 5 เมษายน 2558.
- Beguin, P. and J.P. Aubert. 2000. Cellulase, pp. 744-758. In J. Lederberg, ed. Encyclopedia of Microbiology. Academic Press, San Diego, California.
- Church, D.C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants Vol.2. O & B Book Inc., Portland, Oregon.
- Dendy, D.A.V. and W.H. Timmins, 1973. Development of a process to extract protein and oil from fresh coconut: The work of the Tropical Products Institutes. แหล่งที่มา: <http://agris.fao.org>, 15 มีนาคม 2558.
- Forster, R.J., J. Gong and R.M. Teather. 1997. Group-specific 16S rRNA hybridization probes for determinative and community structure studies of *Butyrivibrio fibrisolvens* in the rumen. Appl. Environ. Microbiol. 63: 1256-1260.
- Guedes, C.M., D. Goncalves, M.A.M Rodrigues and A. Dias-da-Silva. 2008. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* yeast on ruminal fermentation and fibre degradation of maize silages in cows. Anim. Feed Sci. Technol. 145: 27-40.
- Hungate, R.E. 1966. The Rumen and Its Microbes. 2<sup>th</sup> ed. Academic Press, New York.
- Hristov, A.N., M. Vanderpol, M. Agie, S. Zaman, C. Schneider, P. Ndegwa, V.K. Vaddella, K. Johnson, K.J. Shingfield and S.K.R. Karnati. 2009. Effect of lauric acid and coconut oil on ruminal fermentation, digestion, ammonia losses from manure, and milk fatty acid composition in lactating cows. J. Dairy Sci. 92: 5561-5582.
- Johnson, A.H. 1983. The Composition of milk. In "Fundamentals of dairy chemistry". The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Kanjanapruthipong, J. and R.A. Leng. 1998. The effect of dietary urea on microbial populations in the rumen of sheep. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 11(6) 661-672.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Kanpukdee, S. and M. Wanapat. 2008. Effects of mangosteen (*Garcinia mangostana*) peel and sunflower and coconut oil supplementation on rumen fermentation, milk yield and milk composition in lactating dairy cows. Available Source: <http://www.lrrd.org/lrrd20/supplement/such2.htm>, Nov 1, 2014.
- Nantana, M., O. Makoto, U. Supachai and S. Kritapon. 2010. Nutritive Value and Metabolizable Energy Evaluation of Rice Bran, Kapok Seed Meal and Coconut Meal in Thai Native Beef Cattle. Nutritive Value and Metabolizable Energy Evalut. Rice Bran. 29(4).
- McKane, L. and J. Kandel. 1996. Microbiology. McGraw-Hill Inc., New York.
- Orskov, E.R. 1992. Protein Nutrition in Ruminant. Academic Press, Inc., London.
- Orskov, E.R. 1995. Energy Nutrition in Ruminant. Elsevier, Inc., London.
- Tamminga, S. 1979. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. J. Anim. Sci. 49(6):1615-1628.
- Throne, M.A.B., M. Ruiz-Moreno, M.D. Stern and J.G. Linn. 2009. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal pH and microbial fermentation in dairy cows Yeast supplementation on rumen fermentation. Livestock Sci. 124: 261-265.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of The Ruminant. O&B Books, Corvallis, Oregon.
- Wanapat, M., K. Sommart, C. Wachirapakorn, S. Uriyapongsonn and C. Wattanachant. 1994. Recent Advances in Swamp Buffalo Nutrition and Feeding, pp. 155-187. In M. Wanapat and K. Sommart eds. Recent Advances in Swamp Buffalo Nutrition and Feeding. Proc. The First Asian Buffalo Association Congress. Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand.
- Wanapat, M. 2000. Rumen manipulation to increase the efficient use of local feed resources and productivity of ruminants in the Tropics. Proc. of The 9<sup>th</sup> Congress of the Asian-Australasian Association of Animal Production Societies and 23<sup>rd</sup> Biennial Conference of the Australian Society of Animal Production, July 3-7, 2000. University of New South Wales, Sydney, Australia.
- Wora-anu, S., M. Wanapat, C. Wachirapakorn and N. Nonsato. 2000. Effect of roughage to concentrate ratio on ruminal ecology and voluntary feed intake in cattle and buffaloes fed on urea-treated rice straw. Proc. 9<sup>th</sup> Congress of the AAAP and 23<sup>rd</sup> Biennial Conference of the ASAP. Vol A. Asian-Aus. J. Anim. Sci.13: 227-236.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 1 สํารวจข้อมูลการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

แบบสํารวจผู้ปลูกมะพร้าว และอยู่ในช่วงของการสํารวจและรวบรวมข้อมูล

### ส่วนที่1 : ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง : กรุณาตอบแบบสํารวจโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ใน  และ  ที่ท่านเลือก หรือ เติมข้อความ หรือ ตัวเลข ลงในช่องว่าง

ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว) ..... สกุล ..... ชื่อสวน / กิจกรรม .....

เลขที่..... หมู่ที่..... ตำบล.....อำเภอ ..... จังหวัด .....

รหัสไปรษณีย์.....โทรศัพท์.....โทรสาร.....E-Mail .....

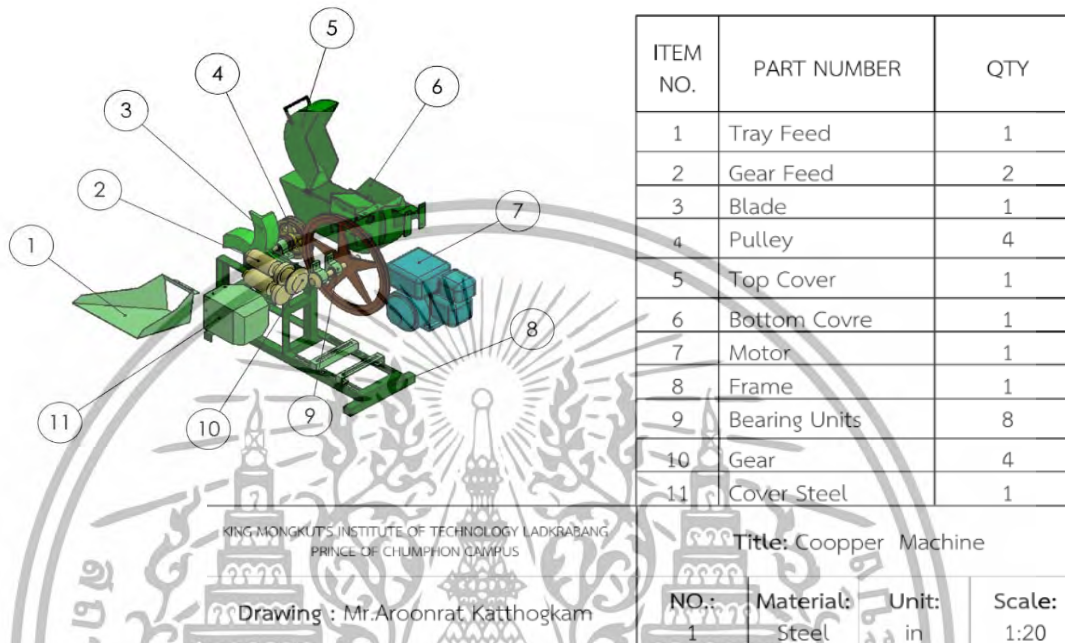
1. อายุ  20 - 30 ปี  31 - 40 ปี  41 - 50 ปี  51 ปีขึ้นไป
2. ระดับการศึกษา  ต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 6  ประถมศึกษาปีที่ 6  
 มัธยมศึกษาปีที่ 3  มัธยมศึกษาปีที่ 6/ปวช.  ปวส.  ปริญญาตรี  
 สูงกว่าปริญญาตรี  
 สาขา .....
3. ลักษณะการประกอบกิจการ  
 เกษตรกร  เป็นสมาชิกสหกรณ์ โปรตระบุ .....  
 ผู้ประกอบการสวนมะพร้าว  หจก.  หสม.  บจก.  บมจ.  อื่นๆ .....
4. การประกอบกิจการอื่นๆ (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)  
 แปลงเพาะ  ผลิตปุ๋ย  โรงงานแปรรูปมะพร้าว  อื่นๆ.....
5. ตำแหน่ง  เจ้าของสวน  ผู้จัดการฝ่ายสวน  อื่นๆ โปรตระบุ .....
6. จำนวนพนักงาน และลูกจ้างสวนมะพร้าว  
 1 – 5 ราย  6 – 10 ราย  11 – 20 ราย  21 - 30 ราย  
 31 -50 ราย  51 – 70 ราย  71 – 100 ราย  100 รายขึ้นไป
7. ประสบการณ์การทำสวนมะพร้าว  
 1 - 5 ปี  6 - 10 ปี  11 - 15 ปี  
 16 - 20 ปี  21 - 25 ปี  25 ปีขึ้นไป ระบุ ..... ปี
8. พันธุ์มะพร้าวที่ปลูก .....
9. แหล่งที่มาของพันธุ์มะพร้าวที่ปลูก  
 ผลิตเอง .....
- ซื้อ แหล่งที่มา .....
10. ลักษณะพื้นที่ปลูก (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)  
 ที่ราบ  ที่ลุ่ม  ที่ลาดชัน  อื่น.....
11. จำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูกต่อไร่ ..... ต้น ระยะห่างระหว่างต้น ..... เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. พื้นที่ปลูกมะพร้าวเริ่มต้น ..... ไร่ ปี พ.ศ. ที่เริ่มปลูก .....
13. พื้นที่ปลูกมะพร้าวปัจจุบัน และอายุของต้นมะพร้าว
- 13.1 อายุ ..... ปี พื้นที่ ..... ไร่
- 13.2 อายุ ..... ปี พื้นที่ ..... ไร่
- 13.3 อายุ ..... ปี พื้นที่ ..... ไร่
14. ลักษณะการใช้ปุ๋ย
- ใช้ปุ๋ยเคมี  ใช้ปุ๋ยอินทรีย์  ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์
15. การวิเคราะห์ดิน และ ใบ
- ไม่เคยวิเคราะห์
- เคยวิเคราะห์ ส่งวิเคราะห์ที่ .....
- ส่งวิเคราะห์เป็นครั้งคราว  ส่งวิเคราะห์เป็นประจำทุก ..... เดือน
- ส่งครั้งละ ..... ตัวอย่าง ส่งครั้งล่าสุดเมื่อ ...../...../.....
16. ลักษณะการจำหน่ายผลผลิตจากการเก็บเกี่ยว
- ทั้งผล  มะพร้าวแห้ง  อื่นๆ .....
17. วิธีการจำหน่ายผลผลิตจากการเก็บเกี่ยว
- จำหน่ายพ่อค้า  จำหน่ายให้โรงงานแปรรูป  รวมกลุ่มกันจำหน่าย
- (สหกรณ์)
18. การใช้ประโยชน์จากอื่นๆของมะพร้าว
- เปลือกมะพร้าว .....  กะลามะพร้าว
- น้ำมะพร้าว .....  อื่นๆ .....
19. วิธีการเก็บเกี่ยวมะพร้าว
- ใช้แรงงานราย  ใช้แรงงานส่วนตัว (ลิงกั๊ง)  อื่นๆ .....
20. ราคาเก็บเกี่ยวผลผลิตเฉลี่ยต่อผล..... บาท ลักษณะการจ้าง.....
21. ศัตรูของมะพร้าวที่พบ โปรดระบุชื่อ
- โรค.....  แมลง.....  สัตว์ มีการจดบันทึก
- ข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าวไว้หรือไม่
- ไม่มี  มี และได้นำข้อมูลที่บันทึกไว้มาใช้ประโยชน์หรือไม่ อย่างไร
- .....
- .....
- ช่องทางที่สะดวกในการรับข้อมูลความรู้ และข่าวการอบรมสัมมนา (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)
- จดหมาย  วิทยุ  โทรศัพท์  E-mail  เว็บไซต์
- ป้ายผ้า คาร์ติดที่บริเวณ .....  อื่นๆ .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมย่อยที่ 5 : การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของการนำทาง กาบ และถ่าน  
 กะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูป สำหรับต้นหน้าวัว



ภาพที่ ก.1 เครื่องสับย่อย

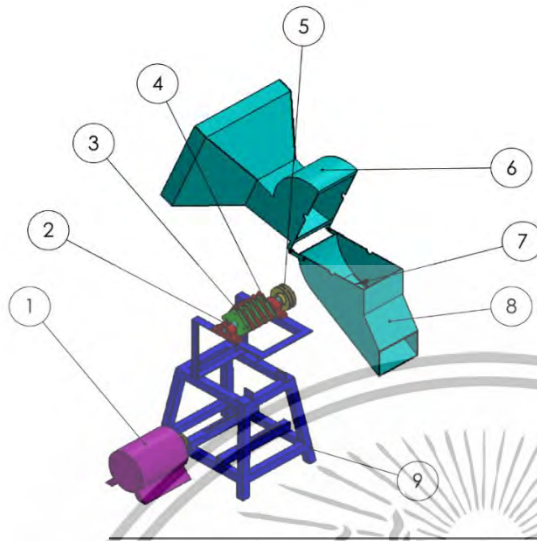
หน้าที่ในแต่ละส่วนของเครื่องสับย่อย (Chopper Machine)

1. Tray Feed หรือถาดป้อนวัสดุ มีหน้าที่รับวัสดุทางการเกษตรเพื่อป้อนให้กับใบมีดเพื่อทำการสับย่อย
2. Gears Feed หรือเฟืองพืด มี 2 ตัวหมุนสวนทางกัน เพื่อรีดและดันวัสดุทางการเกษตรเข้าหาใบมีด
3. Blade หรือใบมีดมีทั้งหมด 4 ทิศ มีหน้าที่ตัดวัสดุทางการเกษตรที่ถูกดันมาจาก Gear Feed
4. Pulley มีหน้าที่ในการทดอัตราส่วนรอบของเครื่องยนต์ก่อนจะมาใช้ เพื่อให้สัมพันธ์กันระหว่างใบมีดกับการป้อนวัสดุทางการเกษตร
5. Top Cover มีหน้าที่ปิดใบมีด และกันไม่ให้วัสดุทางการเกษตรที่ตัดกระเด็นออก
6. Bottom Cover มีหน้าที่ปิดใบมีด เป็นที่ยึดกับชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องสับย่อย และยังเป็นทางออกสำหรับวัสดุทางการเกษตรที่ทำการสับย่อยแล้ว
7. Motor หรือเครื่องยนต์ มีหน้าที่เป็นต้นกำลังหลักสำหรับเครื่องสับย่อย
8. Frame หรือโครง ทำหน้าที่เป็นจุดยึดหลัก สำหรับชิ้นส่วนทุกชิ้นของเครื่องยนต์
9. Bearing Units หรือลูกปืน ทำหน้าที่ในการลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของเพลลา
10. Gears หรือเฟือง ซึ่งในเครื่องสับย่อยมีเฟือง 2 ชนิด คือ
  - a. Spur Gears ในสำหรับหมุน Gear feed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b. Bevel Gears ทำหน้าที่รับแรงจากต้นกำลังไปสู่ Gear feed

11. Cover Steel ทำหน้าที่เป็นฝาครอบเฟืองดอกจอกและลูกปืนเพื่อป้องกันอันตราย



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY
1	Motor	1
2	Bearing Units	2
3	Blade	20
4	Steel	11
5	Pulley	2
6	Top Feed	1
7	Grille	1
8	Bottom Feed	1
9	Frame	1

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

Title: Hammer Mill Machine

Drawing : Mr.Aroonrat Katthogkam

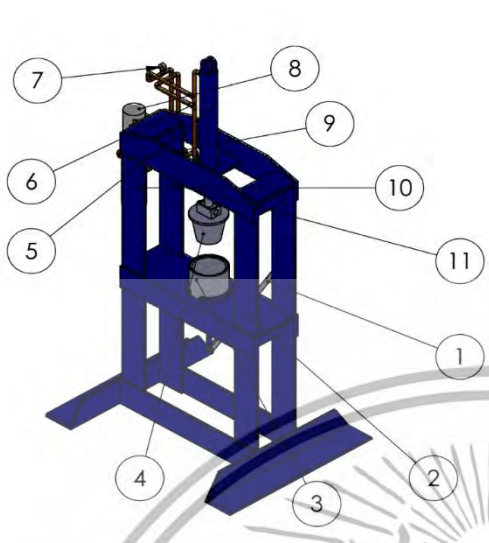
NO.:	Material:	Unit:	Scale:
1	Steel	in	1:20

ภาพที่ ก.2 เครื่องตีป่น

### หน้าที่ในแต่ละส่วนของเครื่องตีป่น (Hammer Mill)

1. Motor ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังหลักสำหรับเครื่องตีป่น โดยส่งกำลังด้วย Pulley และ สายพาน
2. Bearing Units ทำหน้าที่ลดแรงเสียดทานของเพลลาที่หมุนด้วยการรับแรงหมุนที่ส่งมาจากมอเตอร์
3. Blade หรือใบมีด ซึ่งเป็นใบมีดแบบ 4 แขน และวางใบมีดแบบสลับฟันปลา โดยใน 1 แขนมีใบมีดทั้งหมด 5 ใบ มีหน้าที่ ตีวัสดุทางการเกษตรเพื่อให้มีขนาดเล็กกว่า ตะแกรง
4. Steel หรือแผ่นเหล็ก มีหน้าที่สำหรับกั้นใบมีดของแต่ละแกนไม่ให้มาชนกัน
5. Pulley มีหน้าที่ในการทดอัตราส่วนรอบของมอเตอร์ก่อนจะมาใช้ในการหมุนใบมีด
6. Top Feed มีหน้าที่รับวัสดุทางการเกษตรที่ผ่านการสับย่อยมาแล้วเพื่อรอการตีป่น
7. Grille หรือตะแกรง มีหน้าที่ในการร่อนวัสดุเพื่อให้วัสดุมีขนาดใกล้เคียงกับตะแกรงมากที่สุด
8. Bottom Feed มีหน้าที่เป็นห้องสำหรับใช้ตีป่น มีจุดยึดสำหรับใส่ตะแกรง และเป็นทางออกสำหรับวัสดุที่ผ่านการตีป่นแล้ว
9. Frame เป็นจุดยึดหลักสำหรับอุปกรณ์ทุกชิ้นในเครื่องตีป่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY
1	Steel	1
2	Frame	1
3	Bottom Blog	1
4	Top Blog	1
5	Hydraulic	1
6	Oil Tube	1
7	Gauge	1
8	Motor	1
9	Hydraulic Pump	1
10	Hydraulic oil tank	1
11	Solenoid Value	1

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

Title: Compressing Machine

Drawing :	NO.:	Material:	Unit:	Scale:
Mr.Aroonrat Katthogkam	1	Steel	in	1:20

### ภาพที่ ก.3 เครื่องอัดขึ้นรูปกระดาษ

#### เครื่องอัดขึ้นรูปกระดาษ (Compressing Machine)

1. Steel มีหน้าที่ช่วยดันกระดาษออกจากบล็อกหลังจากที่ทำการอัดเสร็จ
2. Frame เป็นจุดยึดหลักสำหรับจุกขึ้นส่วนของเครื่องอัด
3. Bottom Blog เป็นแม่พิมพ์ตัวนอกและใช้สำหรับใส่วัสดุที่จะใช้ในการอัด
4. Top Blog เป็นแม่พิมพ์ตัวใน เพื่อกำหนดลักษณะภายในกระดาษ
5. Hydraulics ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากของไหลมาเป็นพลังงานกลเพื่อนำมาใช้ในการอัดกระดาษ
6. Oil Tube ทำหน้าที่เป็นทางเดินน้ำมันของระบบไฮดรอลิกในเครื่องอัด
7. Gauge ใช้สำหรับวัดแรงดันที่ใช้ในการอัดกระดาษ
8. Motor ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนไฮดรอลิก
9. Hydraulic Pump ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากการหมุนของเพลาน้ำมันไฮดรอลิกเคลื่อนที่
10. Hydraulic Oil Tank ทำหน้าที่ให้อากาศเข้าและออกเพื่อทดแทนกับปริมาณน้ำมันที่ลดลง และเพิ่มขึ้นตามจังหวะการทำงานของลูกสูบและลดแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของลูกสูบ
11. Solenoid Value มีหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำมันไฮดรอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ภาคผนวกที่ ก 1 ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิจัยฯ

ผลงาน	ระบุรายละเอียดให้ชัดเจนระบุรายละเอียดให้ชัดเจน เช่น ฐานข้อมูลที่จะเผยแพร่/ชื่อวารสาร/ประชุมวิชาการ/ชื่อผลงาน เป็นต้น	จำนวนที่คาดว่าจะได้	ปีที่คาดว่าจะสำเร็จ
<b>การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ (Publications)</b>			
<b>ระดับนานาชาติ</b>			
การประชุม / สัมมนา ระดับนานาชาติ (International Conference)			
วารสาร ระดับนานาชาติ (International Journal)			
<b>ระดับชาติ</b>			
วารสาร ระดับชาติ (National Journal)			
การประชุม / สัมมนา ระดับชาติ (National Conference)	✓ การประชุมวิชาการระดับชาติ จัดโดยสถาบันอุดมศึกษา	1	2560
<b>การผลิตบัณฑิต</b>			
ป.ตรี/โท/เอก	✓ การผลิตบัณฑิต ป.ตรี	1	2560
<b>ต้นแบบ การระบุดระดับของต้นแบบ ดังนี้</b>			
ก. พร้อมใช้ (ผลิตภัณฑ์) (Product)			
ข. ระดับภาคสนาม (Field Prototype)	✓		
ค. ระดับห้องปฏิบัติการ (Lab Prototype)	✓		
<b>ทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property)</b>			
ก. สิทธิบัตร (Patent)			
ข. อนุสิทธิบัตร (Petty Patent)			
ค. ลิขสิทธิ์ เช่น ซอฟต์แวร์			
ง. เครื่องหมายทางการค้า (Trademark)			
จ. มีการผลิต ชิ้นงาน/นวัตกรรม/ผลิตภัณฑ์	คาดว่าจะได้รูปแบบการประยุกต์ใช้วัสดุทางการเกษตรมาทดแทนวัสดุที่หายาก และลดต้นทุนการผลิต		2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ภาคผนวก ที่ ก1 การประยุกต์ใช้กระถางในการปลูกต้นหน้าวัว



ภาพ ภาคผนวก ที่ ก2 การประยุกต์ใช้กระถางในการปลูกต้นหน้าวัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ภาคผนวกที่ ก3 การประยุกต์ใช้กระถางในการปลูกต้นหน้าวัว



ภาพภาคผนวก ที่ ก4 การประยุกต์ใช้กระถางในการปลูกต้นหน้าวัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### กิจกรรมย่อยที่ 9 : การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับ กลุ่มเกษตรกร

#### 1. การคำนวณหาค่าความร้อนจำเพาะ

เครื่องผลิตสกัดน้ำมันมะพร้าวสามารถบรรจุปริมาตรน้ำภายในถังได้ 140 ลิตร หรือ 140 กิโลกรัม โดยใช้อุณหภูมิในการสกัด 60 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิชั้นบรรยากาศ 25 องศาเซลเซียส และมีค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ 1 กิโลจูลต่อกิโลกรัมเซลเซียส

$$\dot{Q} = mC_p\Delta T \quad (\text{ก.})$$

$$\dot{Q} = 140 \times 1 \times (60-25)$$

$$\dot{Q} = 4900 \text{ วัตต์ หรือ } 4.9 \text{ กิโลวัตต์}$$

#### 2. การคำนวณหาอัตราการไหล

เครื่องผลิตสกัดน้ำมันมะพร้าวมีพื้นที่หน้าตัดของท่อทางเข้าเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง Alfa-Laval MOPX-205TGT ขนาด 0.5 เมตร และความเร็วในการไหลของน้ำมีค่า 2.6 เมตรต่อวินาที

$$Q = AV \quad (\text{ก.2})$$

$$Q = 0.5 \times 2.6$$

$$Q = 1.3 \text{ ลิตรต่อวินาที}$$

#### 3. การคำนวณหาร้อยละโดยมวล (Percent mass by mass)

ตารางที่ ก. 1 เปอร์เซ็นต์ครีมกะทิที่ได้จากการเหวี่ยง

การทดลอง	เนื้อมะพร้าว	ครีมกะทิ	เปอร์เซ็นต์ครีมกะทิ
ชุดที่ 1	40 กิโลกรัม	8.132 กิโลกรัม	20.33
ชุดที่ 2	40 กิโลกรัม	9.104 กิโลกรัม	22.76
ชุดที่ 3	40 กิโลกรัม	9.524 กิโลกรัม	23.81

ตัวอย่าง การคำนวณหาร้อยละโดยมวลของการทดลองชุดที่ 1

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100 \quad (\text{ก.3})$$

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = \frac{8.132}{40} \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = 20.33 \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. 1 เปอร์เซ็นต์คริมกะทิที่ได้จากการเหวี่ยง

การทดลอง	เนื้อมะพร้าว	คริมกะทิ	เปอร์เซ็นต์คริมกะทิ
ชุดที่ 1	40 กิโลกรัม	8.132 กิโลกรัม	20.33
ชุดที่ 2	40 กิโลกรัม	9.104 กิโลกรัม	22.76
ชุดที่ 3	40 กิโลกรัม	9.524 กิโลกรัม	23.81

ตารางที่ ก. 2 ตารางปริมาณน้ำในน้ำมันมะพร้าว

อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	การทดลองครั้งที่ 1		การทดลองครั้งที่ 2		การทดลองครั้งที่ 3	
	ก่อนอบ (กิโลกรัม)	หลังอบ (กิโลกรัม)	ก่อนอบ (กิโลกรัม)	หลังอบ (กิโลกรัม)	ก่อนอบ (กิโลกรัม)	หลังอบ (กิโลกรัม)
-20	0.125	0.119	0.130	0.12	0.120	0.118
40	0.118	0.117	0.116	0.116	0.120	0.118
50	0.115	0.114	0.120	0.118	0.110	0.109
60	0.116	0.115	0.116	0.115	0.116	0.114
70	0.120	0.118	0.120	0.118	0.120	0.118
-20	0.125	0.119	0.130	0.12	0.120	0.118

ตารางที่ ก. 3 ตารางเก็บผลการแยกชั้นน้ำมันมะพร้าวที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศา

เซลเซียส เก็บผลในระยะเวลา 5 ชั่วโมง ทดลองครั้งที่ 1					
เวลา (นาท)	-20 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	40 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	50 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	60 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	70 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)
10	0.00	0.00	38.46	38.46	0.00
20	1.31	0.00	76.92	69.23	0.00
30	14.08	0.00	115.38	92.31	0.00
40	19.23	30.77	153.85	92.31	76.92
50	24.38	38.46	192.31	107.69	76.92
60	29.46	46.15	230.77	115.38	76.92
70	33.31	53.85	269.23	123.08	76.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80	37.15	69.23	269.23	123.08	123.08
----	-------	-------	--------	--------	--------

ตารางที่ ก. 3(ต่อ) ตารางเก็บผลการแยกชั้นน้ำมันมะพร้าวที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส เก็บผลในระยะเวลา 5 ชั่วโมง ทดลองครั้งที่ 1 (ต่อ)

เวลา (นาที)	-20 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	40 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	50 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	60 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	70 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)
90	41.00	76.92	276.92	153.85	123.08
100	44.85	84.62	307.69	153.85	123.08
110	48.69	92.31	346.15	153.85	153.85
120	52.54	107.69	346.15	153.85	153.85
130	56.38	115.38	369.23	192.31	153.85
140	60.23	115.38	369.23	192.31	215.38
150	64.08	146.15	376.92	192.31	215.38
160	66.69	146.15	376.92	200.00	215.38
170	69.23	146.15	384.62	200.00	230.77
180	71.77	146.15	384.62	200.00	230.77
190	74.38	146.15	384.62	215.38	230.77
200	75.62	146.15	392.31	215.38	230.77
210	76.92	146.15	392.31	215.38	230.77
220	78.23	153.85	392.31	230.77	230.77
230	78.23	153.85	423.08	230.77	238.46
240	79.46	153.85	423.08	230.77	238.46
250	80.77	192.31	423.08	238.46	238.46
260	82.08	192.31	423.08	238.46	238.46
270	83.31	192.31	423.08	238.46	238.46
280	84.62	215.38	423.08	238.46	238.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

290	84.62	215.38	423.08	238.46	246.15
300	84.62	215.38	423.08	246.15	246.15

ตารางที่ ก. 4 ตารางเก็บผลการแยกชั้นน้ำมันมะพร้าวที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส เก็บผลในระยะเวลา 5 ชั่วโมง ทดลองครั้งที่ 2

เวลา (นาที)	-20 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	40 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	50 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	60 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	70 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)
10	0.00	0.00	23.08	15.38	30.77
20	0.00	0.00	23.08	23.08	46.15
30	12.82	0.00	38.46	38.46	76.92
40	12.82	15.38	53.85	38.46	76.92
50	25.64	23.08	53.85	46.15	76.92
60	25.64	30.77	76.92	53.85	92.31
70	25.64	46.15	92.31	61.54	92.31
80	25.64	53.85	100.00	61.54	115.38
90	38.46	69.23	115.38	69.23	115.38
100	38.46	69.23	123.08	76.92	115.38
110	38.46	84.62	146.15	92.31	146.15
120	38.46	107.69	146.15	107.69	161.54
130	51.28	107.69	161.54	115.38	161.54
140	51.28	115.38	184.62	115.38	161.54
150	51.28	130.77	192.31	138.46	176.92
160	51.28	146.15	192.31	153.85	184.62
170	64.10	146.15	215.38	161.54	184.62
180	64.10	161.54	223.08	192.31	184.62
190	64.10	176.92	253.85	192.31	200.00
200	76.92	176.92	276.92	207.69	200.00
210	76.92	192.31	276.92	207.69	200.00
220	76.92	192.31	307.69	223.08	215.38
230	89.74	200.00	330.77	223.08	215.38
240	89.74	200.00	346.15	230.77	215.38
250	102.56	215.38	361.54	230.77	230.77
260	102.56	215.38	376.92	246.15	230.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก. 4 (ต่อ)** ตารางเก็บผลการแยกชั้นน้ำมันะพร้าวที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส เก็บผลในระยะเวลา 5 ชั่วโมง ทดลองครั้งที่ 2 (ต่อ)

เวลา (นาท)	-20 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	40 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	50 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	60 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	70 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)
270	115.38	215.38	384.62	246.15	230.77
280	115.38	223.08	400.00	253.85	253.85
290	115.38	223.08	415.38	269.23	253.85
300	128.21	223.08	438.46	269.23	253.85

**ตารางที่ ก. 5** ตารางเก็บผลการแยกชั้นน้ำมันะพร้าวที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส เก็บผลในระยะเวลา 5 ชั่วโมง ทดลองครั้งที่ 3

เวลา (นาท)	-20 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	40 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	50 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	60 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	70 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)
10	0.00	0.00	7.69	0.00	38.46
20	123.08	0.00	15.38	7.69	61.54
30	300.00	0.00	53.85	15.38	76.92
40	376.92	0.00	69.23	15.38	100.00
50	407.69	0.00	84.62	23.08	123.08
60	438.46	0.00	107.69	38.46	138.46
70	461.54	7.69	115.38	61.54	138.46
80	469.23	7.69	115.38	76.92	138.46
90	492.31	15.38	123.08	92.31	153.85
100	492.31	15.38	138.46	100.00	161.54
110	500.00	15.38	138.46	100.00	161.54
120	500.00	23.08	146.15	107.69	161.54
130	507.69	23.08	146.15	107.69	169.23
140	515.38	23.08	153.85	123.08	176.92
150	523.08	23.08	161.54	123.08	176.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. 5 (ต่อ) ตารางเก็บผลการแยกชั้นน้ำมันพร้าวที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส เก็บผลในระยะเวลา 5 ชั่วโมง ทดลองครั้งที่ 3 (ต่อ)

เวลา (นาท)	-20 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	40 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	50 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	60 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	70 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)
160	523.08	23.08	169.23	130.77	184.62
170	530.77	23.08	176.92	130.77	184.62
180	538.46	23.08	184.62	130.77	192.31
190	538.46	30.77	192.31	138.46	192.31
200	546.15	38.46	200.00	138.46	200.00
210	553.85	38.46	207.69	138.46	207.69
220	553.85	38.46	215.38	153.85	215.38
230	553.85	38.46	223.08	153.85	223.08
240	553.85	38.46	223.08	153.85	223.08
250	553.85	38.46	230.77	153.85	230.77
260	553.85	38.46	230.77	153.85	238.46
270	553.85	38.46	230.77	161.54	246.15
280	561.54	38.46	230.77	161.54	246.15
290	561.54	38.46	238.46	161.54	253.85
300	561.54	46.15	246.15	161.54	253.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. 6 ตารางเก็บผลการแยกชั้นน้ำมันมะพร้าวที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส หลังจากจับเวลา 5 ชั่วโมง เก็บผลในระยะเวลา 3 วัน ทดลองครั้งที่ 1

เวลา (ชั่วโมง)	-20 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	40 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	50 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	60 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	70 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)
6	53.85	230.77	446.15	261.54	253.85
7	61.54	246.15	461.54	284.62	261.54
8	69.23	269.23	484.62	292.31	276.92
9	76.92	292.31	500.00	307.69	300.00
10	84.62	315.38	507.69	323.08	315.38
11	92.31	346.15	523.08	330.77	330.77
12	100.00	353.85	546.15	338.46	338.46
13	107.69	369.23	561.54	361.54	353.85
14	115.38	369.23	569.23	376.92	361.54
15	123.08	392.31	576.92	392.31	384.62
16	130.77	400.00	592.31	407.69	400.00
17	138.46	415.38	607.69	415.38	415.38
18	146.15	438.46	623.08	430.77	438.46
19	153.85	438.46	630.77	446.15	453.85
20	161.54	446.15	646.15	461.54	469.23
21	169.23	453.85	653.85	476.92	469.23
22	176.92	469.23	653.85	484.62	484.62
23	184.62	484.62	669.23	492.31	492.31
24	230.77	484.62	669.23	507.69	500.00
30	230.77	492.31	692.31	538.46	530.77
36	276.92	492.31	692.31	569.23	546.15
42	323.08	500.00	700.00	584.62	561.54
48	369.23	500.00	700.00	600.00	569.23
54	323.08	500.00	710.00	607.69	569.23
60	333.46	500.00	710.00	615.38	569.23
66	333.46	500.00	710.00	615.38	569.23
72	333.46	500.00	710.00	615.38	569.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. 7 ตารางเก็บผลการแยกชั้นน้ำมันมะพร้าวที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส หลังจากจับเวลา 5 ชั่วโมง เก็บผลในระยะเวลา 3 วัน ทดลองครั้งที่ 2

เวลา (ชั่วโมง)	-20 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	40 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	50 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	60 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	70 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)
6	153.85	238.46	453.85	292.31	261.54
7	184.62	253.85	469.23	307.69	269.23
8	200.00	276.92	492.31	323.08	269.23
9	223.08	300.00	507.69	330.77	284.62
10	223.08	323.08	523.08	353.85	292.31
11	238.46	353.85	538.46	376.92	300.00
12	238.46	376.92	561.54	392.31	315.38
13	276.92	392.31	584.62	407.69	330.77
14	292.31	407.69	600.00	415.38	346.15
15	307.69	430.77	600.00	430.77	361.54
16	307.69	446.15	607.69	438.46	361.54
17	330.77	453.85	623.08	453.85	392.31
18	361.54	461.54	623.08	469.23	407.69
19	376.92	476.92	630.77	484.62	430.77
20	376.92	476.92	646.15	492.31	446.15
21	400.00	492.31	661.54	507.69	453.85
22	430.77	500.00	669.23	515.38	461.54
23	446.15	515.38	676.92	530.77	461.54
24	469.23	523.08	692.31	553.85	476.92
30	492.31	538.46	700.00	584.62	500.00
36	523.08	569.23	700.00	607.69	523.08
42	546.15	584.62	707.69	630.77	523.08
48	561.54	600.00	707.69	646.15	530.77
54	569.23	609.69	707.69	657.08	542.31
60	582.38	609.69	715.77	657.08	542.31
66	582.38	609.69	715.77	657.08	542.31
72	582.38	609.69	715.77	657.08	542.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. 8 ตารางเก็บผลการแยกชั้นน้ำมันมะพร้าวที่อุณหภูมิ -20 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส หลังจากจับเวลา 5 ชั่วโมง เก็บผลในระยะเวลา 3 วัน ทดลองครั้งที่ 3

เวลา (ชั่วโมง)	-20 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	40 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	50 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	60 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)	70 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)
6	569.23	46.15	261.54	161.54	276.92
7	569.23	53.85	276.92	169.23	300.00
8	569.23	61.54	300.00	176.92	307.69
9	576.92	69.23	323.08	200.00	323.08
10	576.92	76.92	338.46	200.00	338.46
11	584.62	76.92	361.54	207.69	361.54
12	592.31	100.00	361.54	223.08	369.23
13	600.00	123.08	369.23	223.08	376.92
14	600.00	138.46	376.92	230.77	376.92
15	600.00	146.15	376.92	238.46	376.92
16	607.69	153.85	384.62	238.46	384.62
17	607.69	161.54	384.62	261.54	392.31
18	615.38	176.92	392.31	261.54	392.31
19	615.38	200.00	400.00	261.54	400.00
20	615.38	200.00	423.08	261.54	423.08
21	615.38	207.69	438.46	276.92	438.46
22	623.08	223.08	446.15	276.92	438.46
23	623.08	230.77	453.85	276.92	438.46
24	623.08	253.85	453.85	284.62	453.85
30	630.77	338.46	484.62	323.08	461.54
36	630.77	361.54	500.00	361.54	476.92
42	630.77	369.23	523.08	376.92	500.00
48	638.46	376.92	523.08	400.00	500.00
54	638.46	376.92	538.46	438.46	507.69
60	638.46	376.92	553.85	461.54	507.69
66	638.46	384.62	561.54	476.92	515.38
72	638.46	392.31	569.23	500.00	523.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. 9 ส่วนประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวเชิงเดี่ยว

Fatty acid Composition (Monounsaturated Fat)	น้ำมันมะพร้าวสกัดด้วยอุณหภูมิ					หน่วย
	40 องศา เซลเซียส	50 องศา เซลเซียส	60 องศา เซลเซียส	70 องศา เซลเซียส	-20 องศา เซลเซียส	
Myristoleic acid	0	0	0	0	0	กรัมต่อ 100 กรัม
cis-10-Pentadecenoic acid	0	0	0	0	0	กรัมต่อ 100 กรัม
Palmitoleic acid	0	0	0	0	0	กรัมต่อ 100 กรัม
cis-10-Heptadecenoic acid	0	0	0	0	0	กรัมต่อ 100 กรัม
Oleic acid	6.39	6.41	6.38	6.34	6.26	กรัมต่อ 100 กรัม
Cis-Vaccenic acid	0	0	0	0	0	กรัมต่อ 100 กรัม
Cis-11-Eicosenoic acid	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	กรัมต่อ 100 กรัม
Cis-13-Docosenoic acid	0	0	0	0	0	กรัมต่อ 100 กรัม
Nervonic acid	0	0	0	0	0	กรัมต่อ 100 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. 10 ตารางปริมาณไขมันอิ่มตัวเชิงซ้อน

Fatty acid Composition (Polyunsaturated Fat)	น้ำมันมะพร้าวสกัดด้วยอุณหภูมิ					หน่วย
	40 องศา เซลเซียส	50 องศา เซลเซียส	60 องศา เซลเซียส	70 องศา เซลเซียส	-20 องศา เซลเซียส	
Linoleic acid	1.25	1.25	1.24	1.23	1.18	กรัมต่อ 100 กรัม
$\gamma$ -Linolenic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
Eleostearic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
Cis-11,14- Eicosadienoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
Cis-8,11,14- Eicosatrienoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
cis-5,8,11,14,17- Eicosapentaenoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
cis-5,8,11,14- Eicosatetraenoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
Cis-11,14,17- Eicosatrienoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
Cis-13,16- Docosadienoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
4,7,10,13,16,19- Docosahexaenoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. 11 ตารางคุณสมบัติไขมันทรานส์

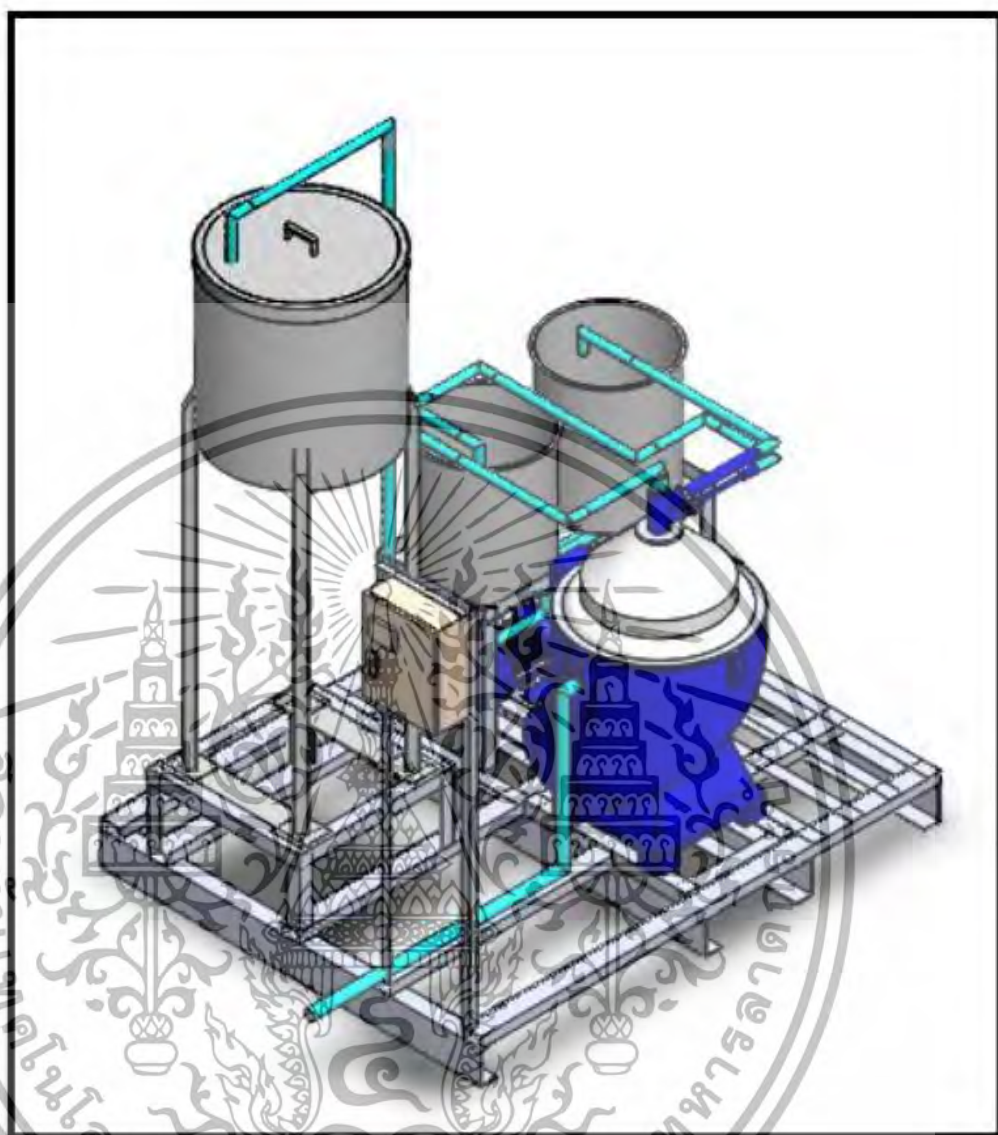
Fatty acid Composition (Trans Fat)	น้ำมันมะพร้าวสกัดด้วยอุณหภูมิต่ำ					หน่วย
	40 องศา เซลเซียส	50 องศา เซลเซียส	60 องศา เซลเซียส	70 องศา เซลเซียส	-20 องศา เซลเซียส	
Palmitic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
Trans-5-Hexadecenoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
Elaidic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
Trans-Vaccenic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
Trans-Linoleic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
Trans-11-Eicosenoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม
Trans-13-Docosenoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ 100 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. 12 ตารางคุณสมบัติไขมันอิ่มตัว

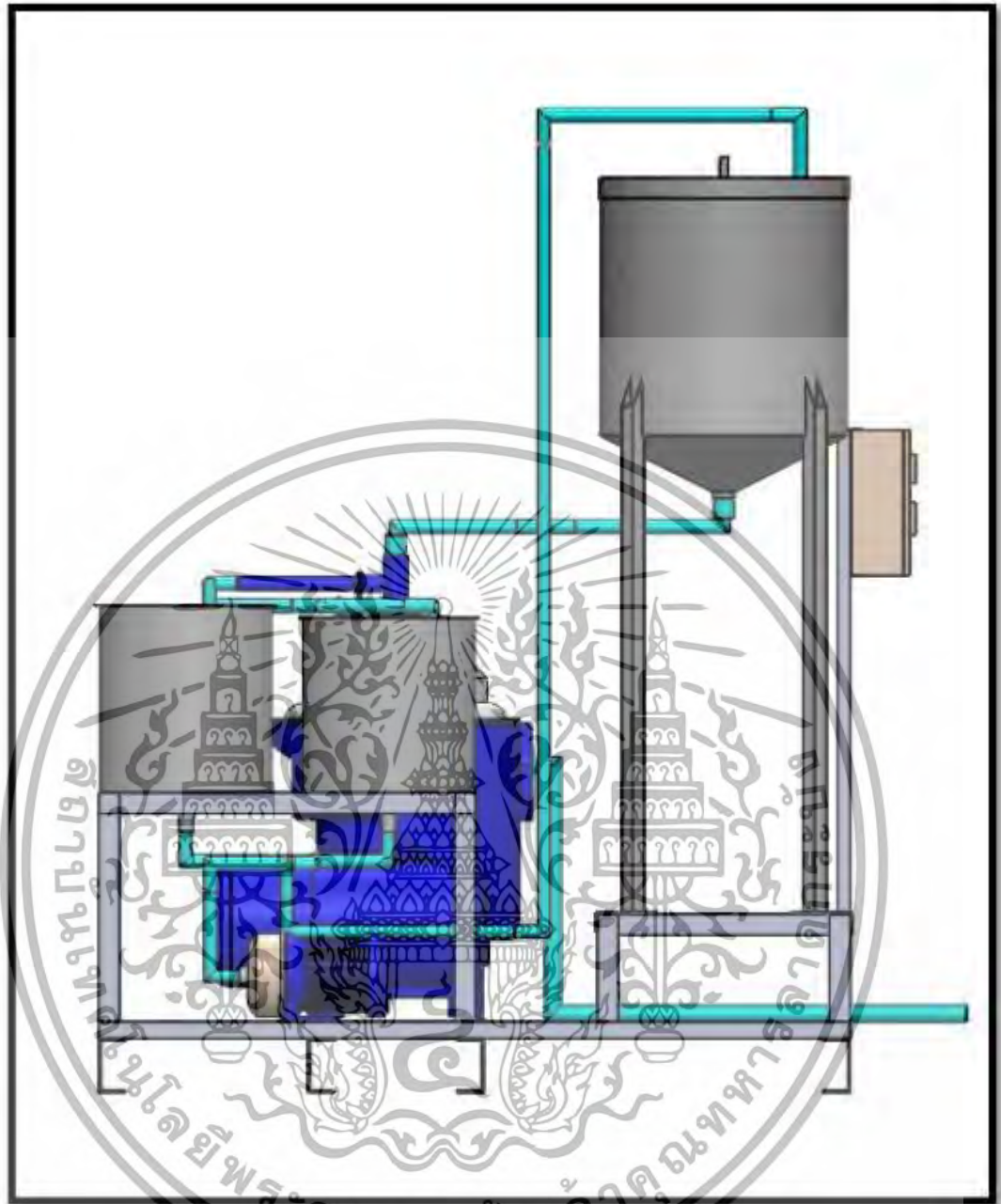
Fatty acid Composition (Saturated Fat)	น้ำมันมะพร้าวสกัดด้วยอุณหภูมิต่ำ					หน่วย
	40 องศา เซลเซียส	50 องศา เซลเซียส	60 องศา เซลเซียส	70 องศา เซลเซียส	-20 องศา เซลเซียส	
Butyric acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ100 กรัม
Caproic acid	0.39	0.39	0.38	0.40	0.40	กรัมต่อ100 กรัม
Octanoic acid	6.63	6.57	6.66	6.73	6.87	กรัมต่อ100 กรัม
Decanoic acid	6.04	6.03	6.05	6.11	6.19	กรัมต่อ100 กรัม
Lauric acid	48.47	48.48	48.51	48.48	48.56	กรัมต่อ100 กรัม
Tridecanoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ100 กรัม
Myristic acid	18.78	18.77	18.77	18.74	18.66	กรัมต่อ100 กรัม
Pentadecanoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ100 กรัม
Palmitic acid	8.99	8.98	8.96	8.93	8.84	กรัมต่อ100 กรัม
Heptadecanoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ100 กรัม
Stearic acid	2.95	2.95	2.95	2.93	2.91	กรัมต่อ100 กรัม
Arachidic acid	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	กรัมต่อ100 กรัม
Heneicosanoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ100 กรัม
Behenic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ100 กรัม
Tricosanoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ100 กรัม
Lignoceric acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	กรัมต่อ100 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



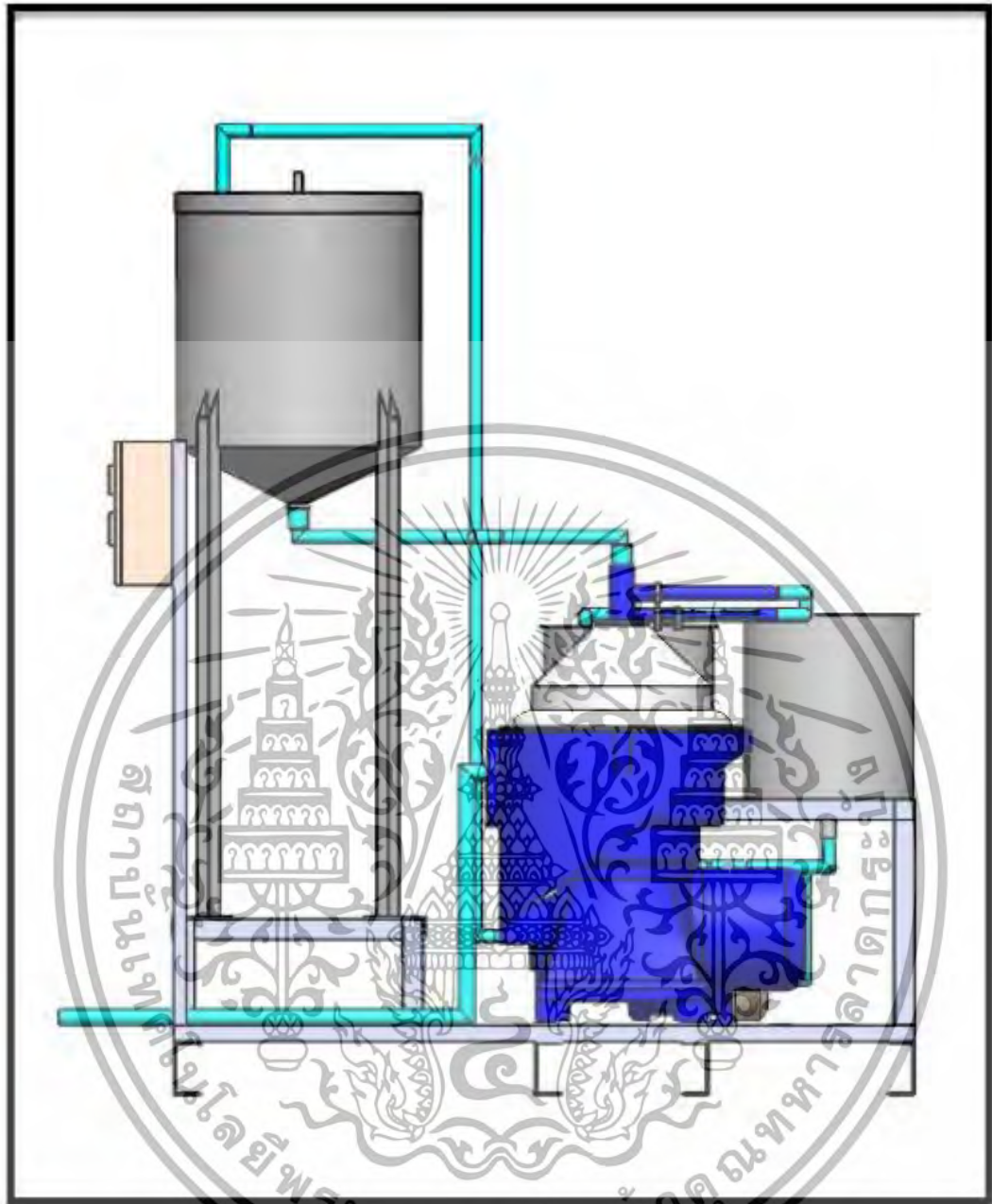
ภาพที่ ก-1 เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



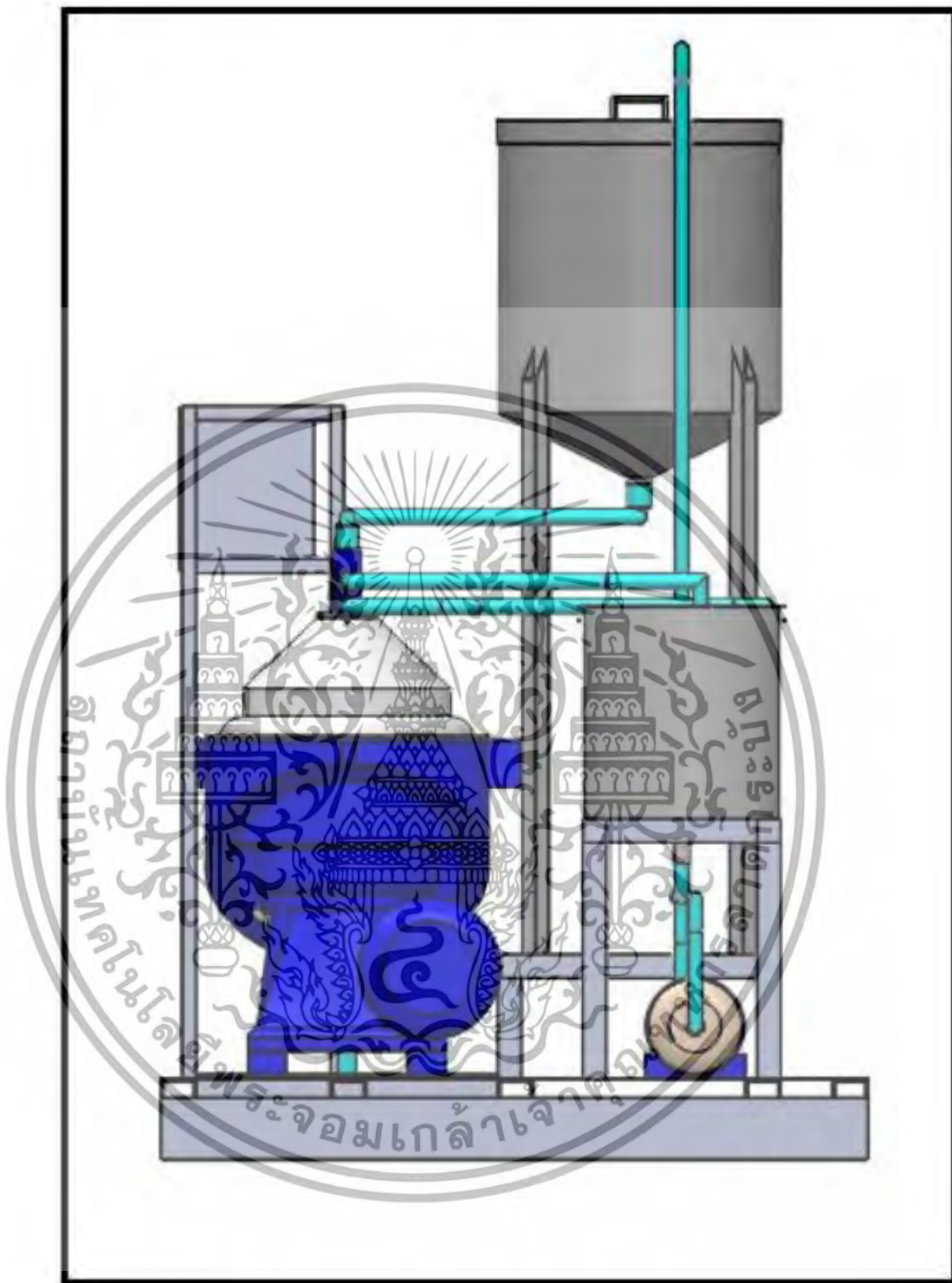
ภาพที่ ค. 2. เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (ด้านซ้าย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



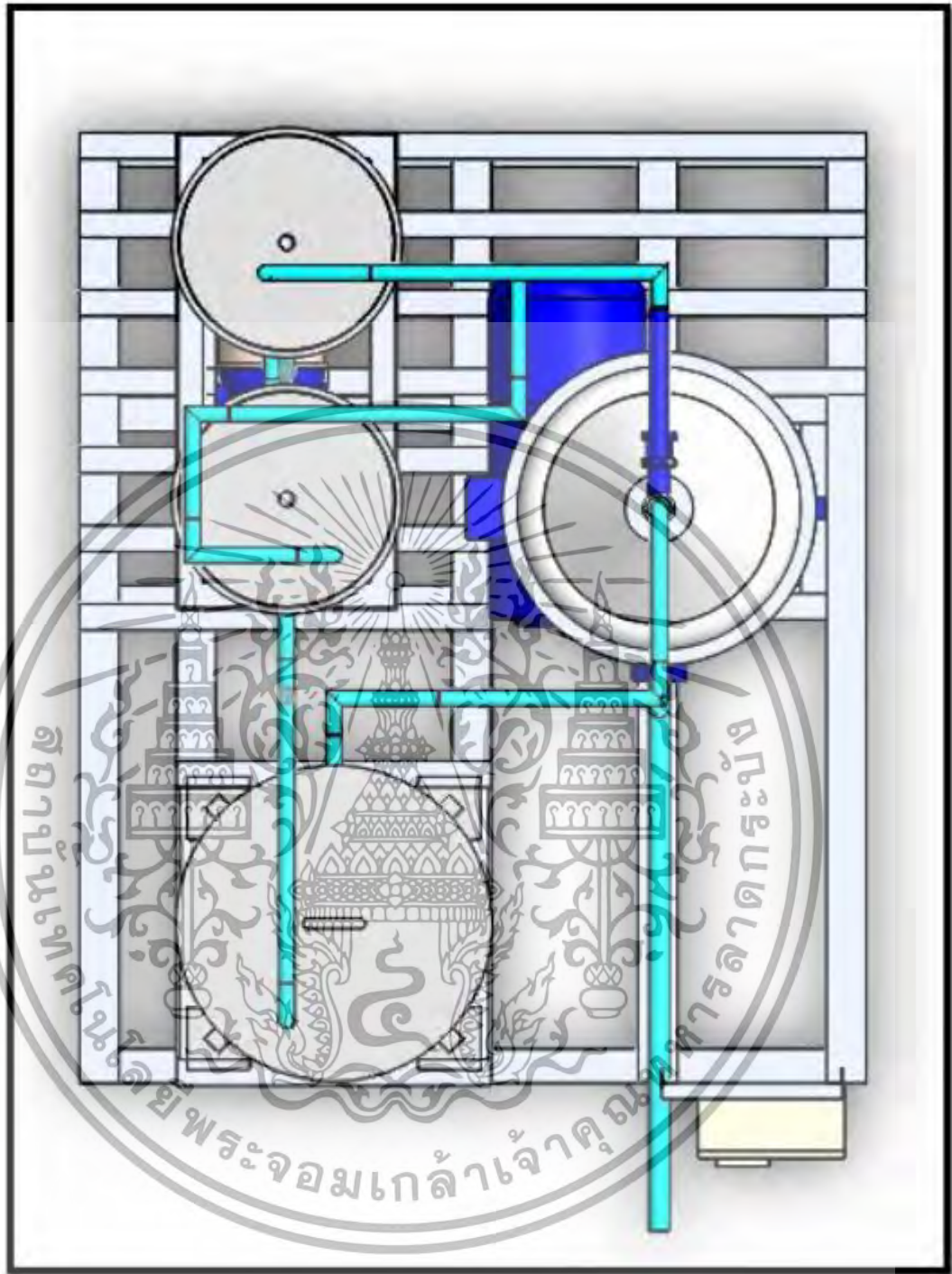
ภาพที่ ก 3 เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (ด้านขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



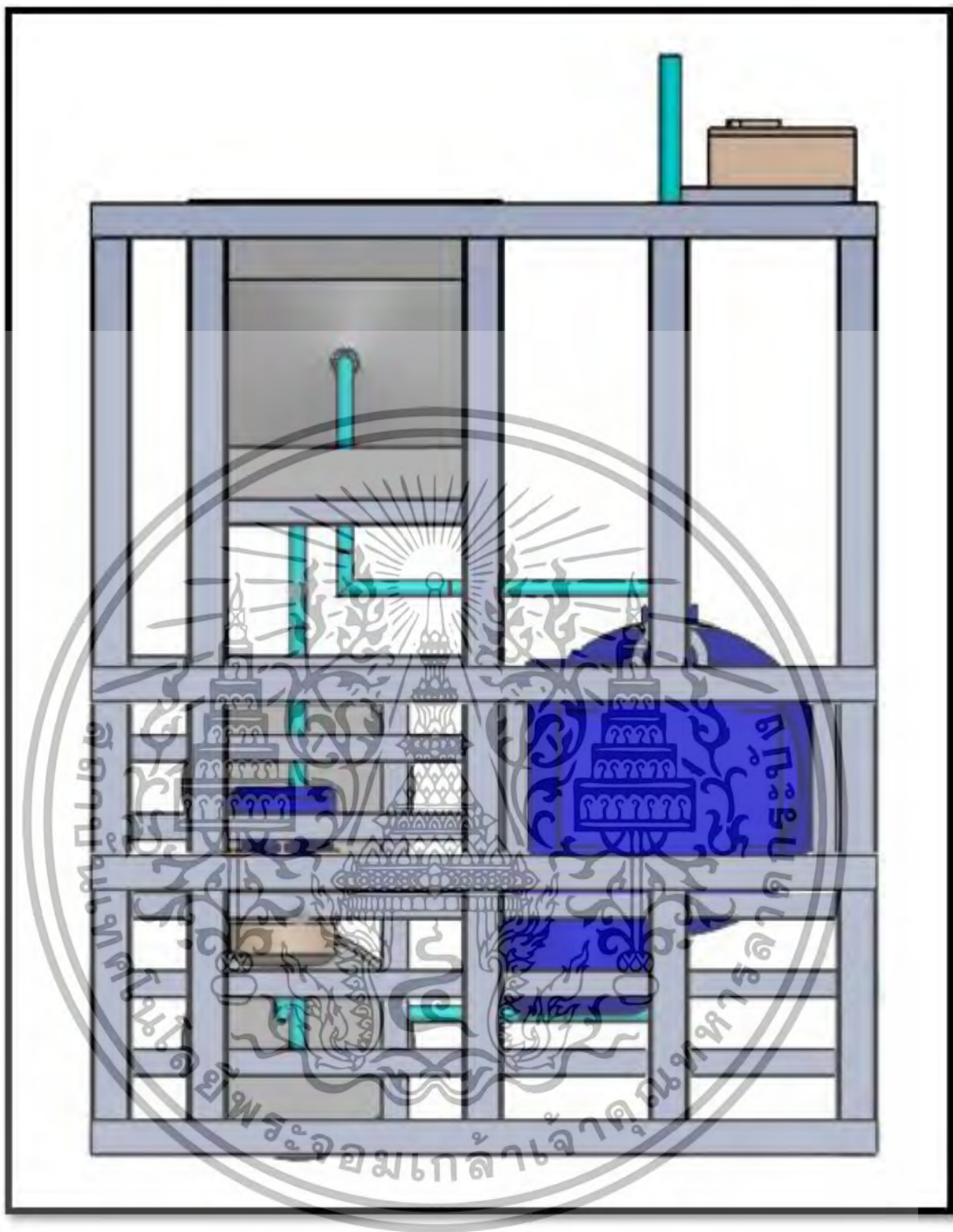
ภาพที่ ก 4 เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (ด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก 5 เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (ด้านบน)

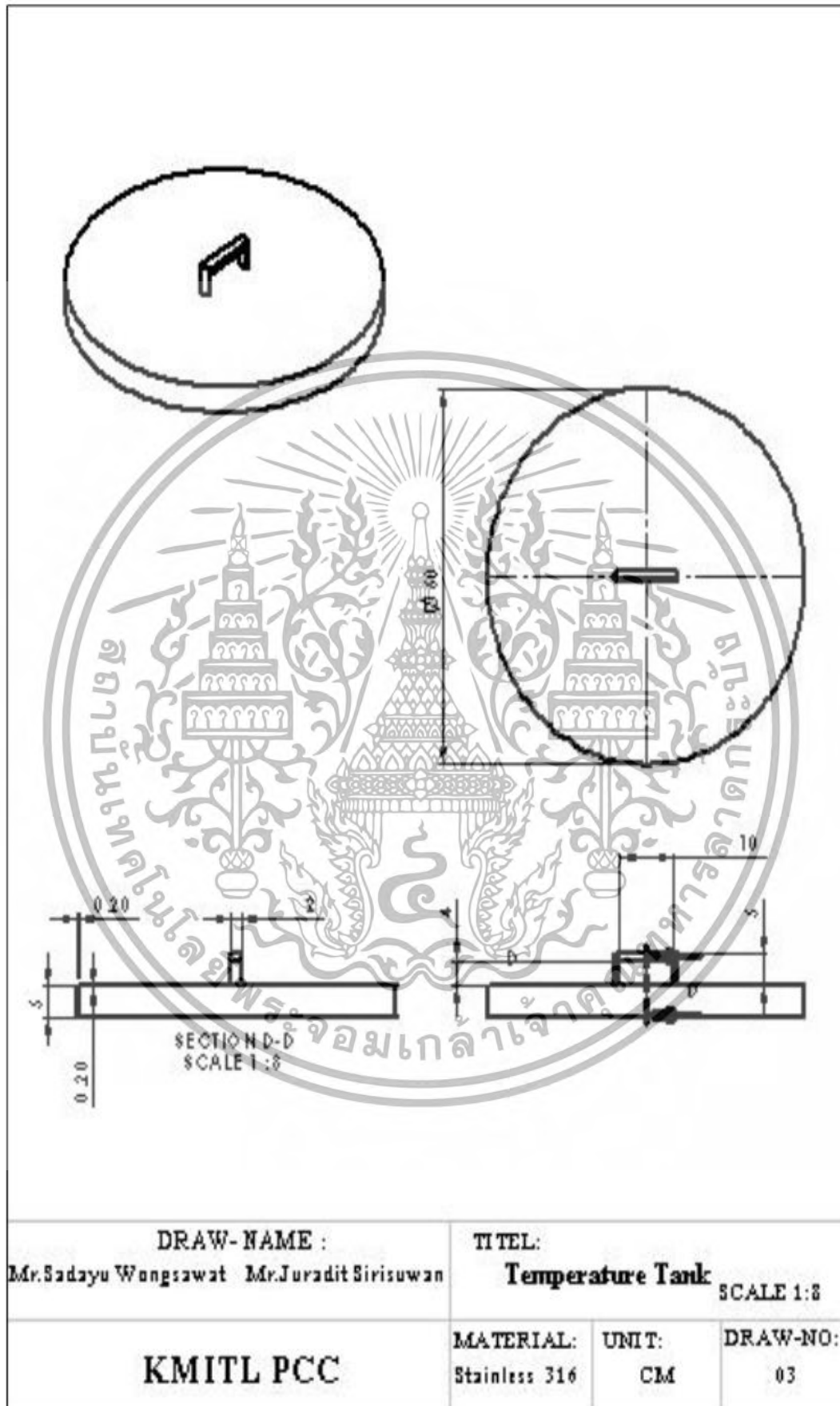
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



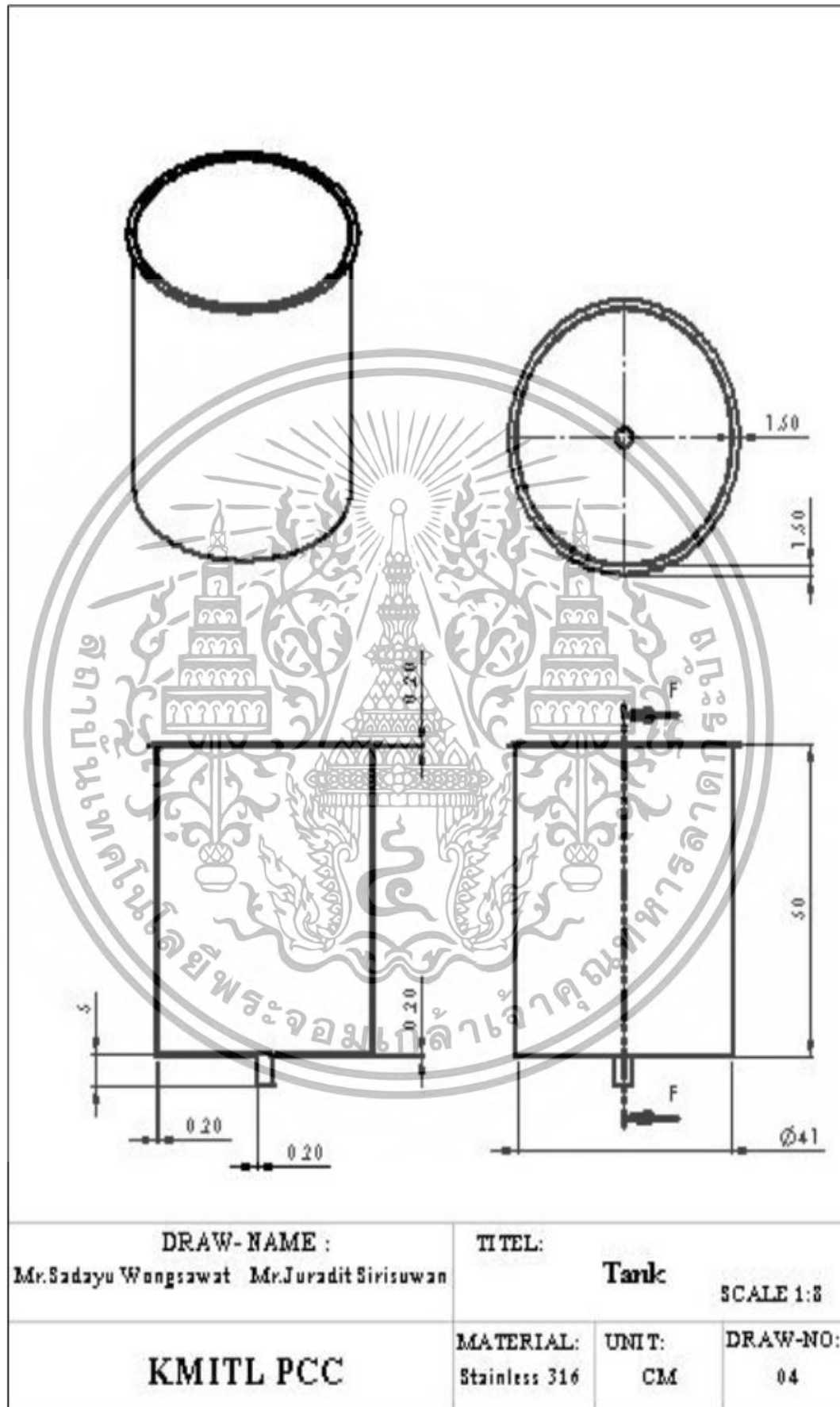
ภาพที่ ก 5 เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (ด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

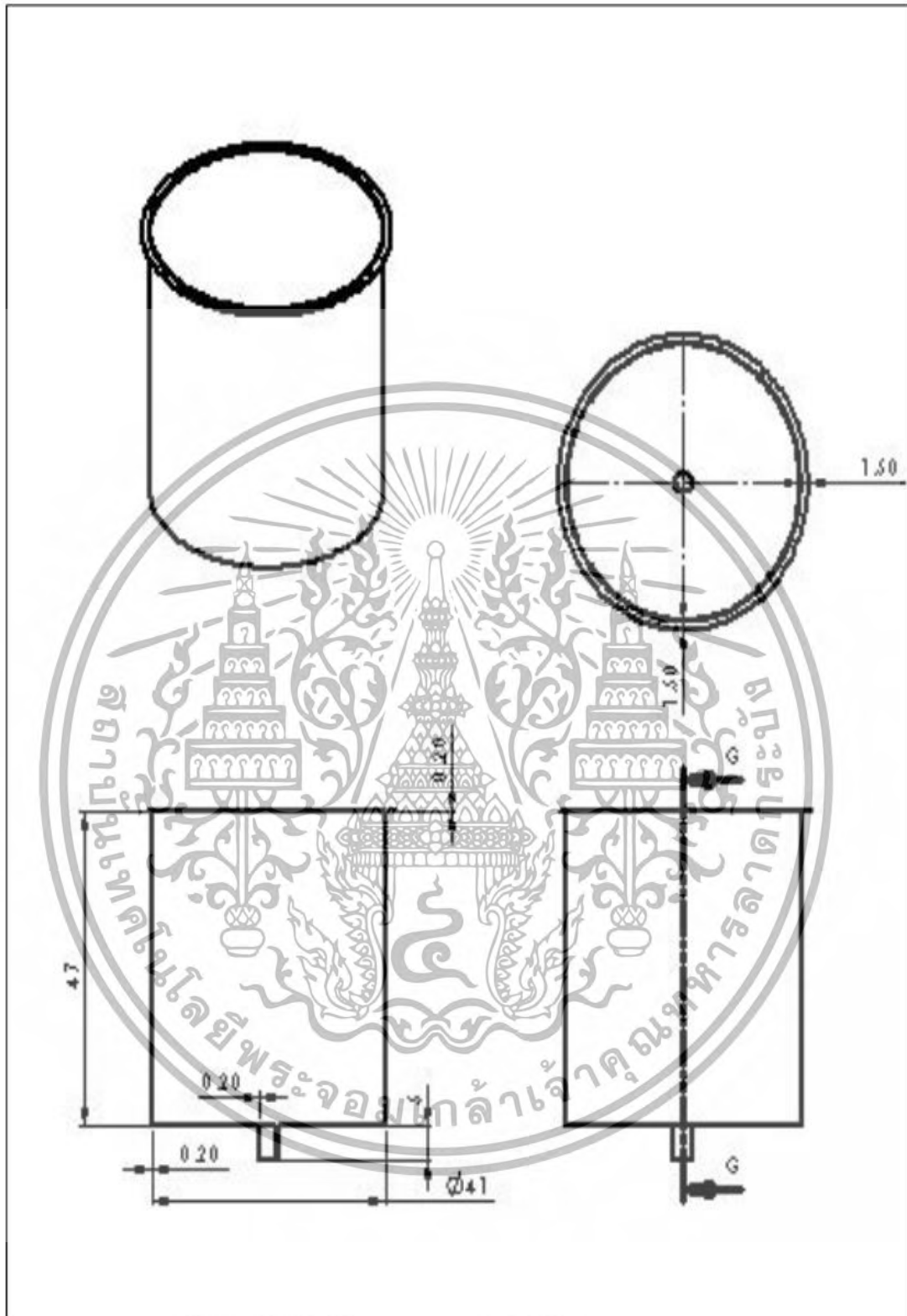




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



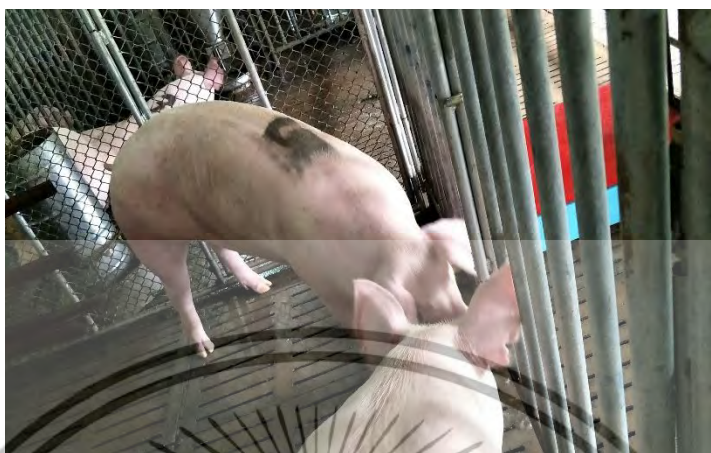
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DRAW- NAME :		TITEL:	
Mr.Sadyu Wongsawat Mr.Juradit Sirisuwan		Tank	
		SCALE 1:8	
KMITL PCC		MATERIAL:	UNIT:
		Stainless 316	CM
		DRAW-NO:	
		05	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

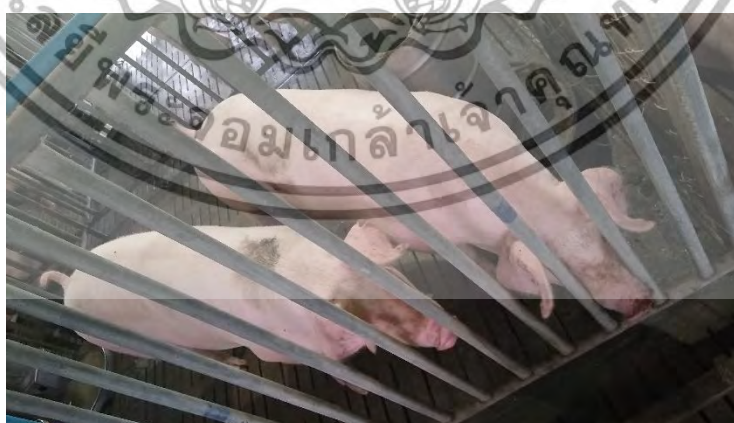
กิจกรรมย่อยที่ 10 : การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์



ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะการเลียขูดถูตลอดแต่ละคอก 1



ภาพผนวกที่ 2 ลักษณะการเลียขูดถูตลอดแต่ละคอก 2



ภาพผนวกที่ 3 ลักษณะการเลียขูดถูตลอดแต่ละคอก 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 4 ชั่งน้ำหนักสุกรก่อนฆ่า



ภาพผนวกที่ 5 ชั่งน้ำหนักหัวของสุกร

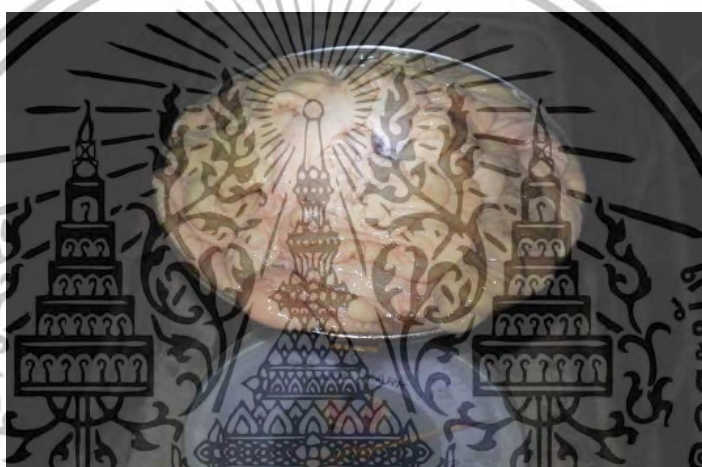


ภาพผนวกที่ 6 ชั่งน้ำหนักกระเพาะของสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 7 ชั่งน้ำหนักลำไส้เล็กของสุกร



ภาพผนวกที่ 8 ชั่งน้ำหนักลำไส้ใหญ่ของสุกร



ภาพผนวกที่ 9 ชั่งน้ำหนักปอดของสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 10 ชั่งน้ำหนักกระเพาะปัสสาวะของสุกร



ภาพผนวกที่ 11 ชั่งน้ำหนักขาล้างของสุกร

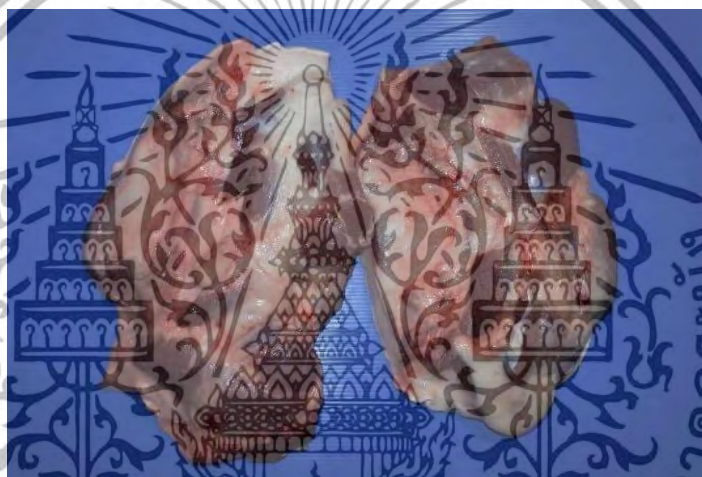


ภาพผนวกที่ 12 มักรวมหนังของสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 13 เนื้อสุกรส่วนสันใน



ภาพผนวกที่ 14 เนื้อสุกรส่วนคอหมู



ภาพผนวกที่ 15 เนื้อสุกรส่วนสันนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 16 เนื้อสุกรส่วนไหล่



ภาพผนวกที่ 17 เนื้อสุกรส่วนสะโพก



ภาพผนวกที่ 18 เนื้อสุกรส่วนสามชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 19 หางของสุกร



ภาพผนวกที่ 20 กระดูกซี่โครงของสุกร



ภาพผนวกที่ 21 การวัดค่า pH ในเนื้อสันนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 22 การวัดความยาวซากสุกร

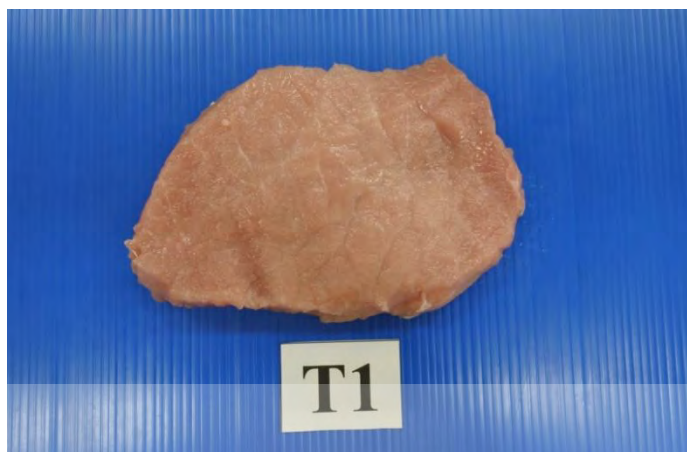


ภาพผนวกที่ 23 การวัดความหนาไขมันสันหลังของสุกร

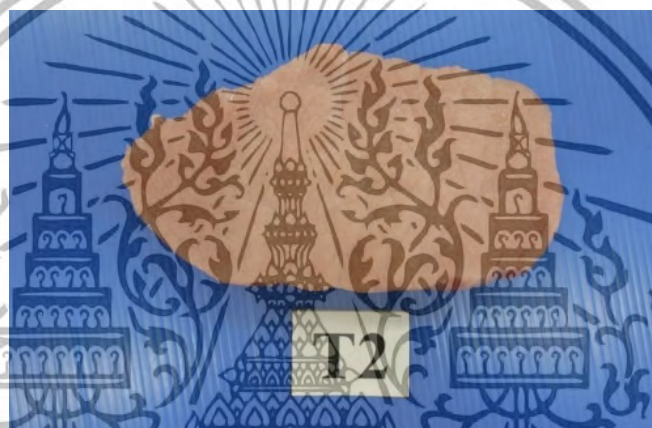


ภาพผนวกที่ 24 ลักษณะซากสุกรซีกขวา

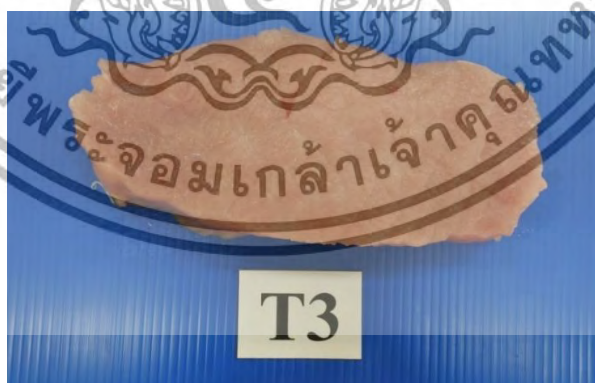
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 25 กล้ามเนื้อสุกรส่วนสันนอก (*Longissimus dorsi*) ของกลุ่มควบคุม

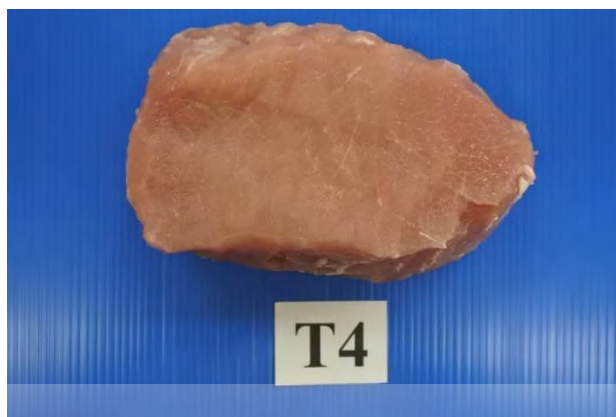


ภาพผนวกที่ 26 กล้ามเนื้อสุกรส่วนสันนอก (*Longissimus dorsi*) ในกลุ่มที่มีการใช้กากมะพร้าว 10% ในสูตรอาหารสุกร



ภาพผนวกที่ 27 กล้ามเนื้อสุกรส่วนสันนอก (*Longissimus dorsi*) ในกลุ่มที่มีการใช้กากมะพร้าว 20% ในสูตรอาหารสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 28 กล้ามเนื้อสุกรส่วนสันนอก (*Longissimus dorsi*) ในกลุ่มที่มีการใช้กากมะพร้าว 30% ในสูตรอาหารสุกร



ภาพผนวกที่ 29 กล้ามเนื้อสุกรส่วนสันนอก (*Longissimus dorsi*) ในกลุ่มที่มีการใช้กากมะพร้าว 40% ในสูตรอาหารสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 30 ลักษณะไขมันแทรกในเนื้อของกลุ่มที่ได้รับอาหารกากมะพร้าวที่ระดับ 0%, 10%, 20% และ 30 %

ภาพผนวกที่ 31 ลักษณะไขมันแทรกในเนื้อของกลุ่มที่ได้รับอาหารกากมะพร้าวที่ระดับ 40 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมย่อยที่ 11 : การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ



กระชังสำหรับเลี้ยงปลา



ปลานิลที่ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ



อาหารทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ.....2560.....

หน่วยงาน.....วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์.....จังหวัดชุมพร.....

 แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ)  1 แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การเพิ่มศักยภาพการผลิตและแปรรูปมะพร้าวตลอดห่วงโซ่อุปทาน

(ภาษาอังกฤษ) Potential Increasing of Coconuts Production throughout the Supply Chain

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุนต่อผู้วิจัย รศ.ดร. ร่วมจิตร นกเขา

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่.....1 ตุลาคม 2559.....ถึงวันที่.....30 กันยายน 2560.....

โครงการวิจัยนี้ 4 ปี ปีนี้เป็นปีที่ 1 (ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2559 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2560)

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

## 1. การเบิกจ่ายงบประมาณ

งวดที่ 1.....6431,610 บาท 85 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิก ว/ด/ป 23.ม.ค. 2560

งวดที่ 2 1,134,990 บาท 15 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิก ว/ด/ป 7.ก.ค. 2560

## 2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร :ค่าจ้างชั่วคราว			
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน			
ค่าใช้สอย	4,144,980	4,005,632.75	139,347.25
ค่าวัสดุ	2,699,620	2,805,041.48	— (105,421.48)
ค่าสาธารณูปโภค	22,000	711.00	21,289
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	700,000	594,866	105,134
รวม	7,566,600	7,406,251.23	160,348.77

(รองศาสตราจารย์.ดร. ร่วมจิตร. นกเขา)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค  
ผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 3

The 3<sup>rd</sup> National Conference on Informatics, Agriculture, Management,  
Business Administration, Engineering, Science and Technology



การศึกษาการขึ้นรูปกระถางจากวัสดุชีวภาพผสมจากทางมะพร้าว กาบมะพร้าว และ  
กะลามะพร้าว

Study of Forming the Bio-composite Pot Made of the Coconut Frond, Coir, and  
Coconut Shell Charcoal

สุภลักษณ์ สายน้ำ<sup>1\*</sup>, ชญาณิศำ บันบุรณ์<sup>1</sup>, อรุณรัชช์ เกษทองคำ<sup>1</sup>, จรัสชัย เย็นพยัคฆ์<sup>1</sup>  
และศิริศักดิ์ แสนสุขกะโต<sup>1</sup>

Supaluk Sainam<sup>1\*</sup>, Chayanisa Bunboon<sup>1</sup>, Aroonrat Katthongkam<sup>1</sup>,  
Charatchai Yenphayab<sup>1</sup> and Sirisak Seansukato<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

<sup>1</sup>King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus

\* Corresponding author: chayanisa14bun@gmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาขั้นตอนการอัดขึ้นรูปกระถางจากวัสดุผสมคือ กาบมะพร้าว ทางมะพร้าว ถ่านกะลามะพร้าว เริ่มต้นจากการลดขนาดของวัสดุด้วยเครื่องสับย่อยและเครื่องตีบเพื่อให้วัสดุมีขนาดเล็กและขนาดสม่ำเสมอ แล้วจึงผสมด้วยกาวที่ได้จากแป้งมันสำปะหลัง หลังจากการผสมวัสดุแล้ว จะเข้าสู่กระบวนการกดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดระบบไฮดรอลิกสําหรับการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยความดัน 10.34 MPa และกดด้วยความดันสูงสุดค้างไว้ 10 วินาที ทำการศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปกระถางโดย กำหนดสัดส่วนในการผสมวัสดุที่ใช้ศึกษาเป็น 6 แบบ ศึกษาขั้นตอนและกระบวนการอัดขึ้นรูป รวมทั้งนำกระถางที่ได้ไปทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติสมบัติเชิงกล จากการศึกษาและทดลองพบว่าสัดส่วนในการผสมที่เหมาะสมจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการอัดขึ้นรูปกระถาง และการคงสภาพของกระถางหลังจากการอัด ได้แก่ สูตรที่ 1 และ 2 โดยมีสัดส่วนดังต่อไปนี้ กาบมะพร้าว 0.6 กิโลกรัม ทางมะพร้าว 0.2 กิโลกรัม ถ่านกะลามะพร้าว 0.2 กิโลกรัม และกากมะพร้าว 0.4 กิโลกรัม ทางมะพร้าว 0.2 กิโลกรัม ถ่านกะลามะพร้าว 0.4 กิโลกรัม ต่อปริมาณกาวแป้งมันสำปะหลัง 1.5 กิโลกรัม ตามลำดับ จากนั้นจึงนำกระถางที่ได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพต่างๆ ได้แก่ ความชื้นเริ่มต้น ความชื้นสุดท้าย(หลังจากตากแห้ง) ค่าการพองตัว ค่าการดูดซึมน้ำ และการย่อยสลาย

**คำสำคัญ** กระถางจากวัสดุชีวภาพผสม, สัดส่วนการผสม, กาบมะพร้าว, ทางมะพร้าว, ถ่านกะลามะพร้าว

#### Abstract

This study aims to investigate how to form the bio-composite pot from materials such as coconut frond, coconut coir, and coconut shell charcoal. The three materials were reduced size by the chopper machine and the hammer mill then mixing them with cassava starch-based adhesive. After materials preparation, the materials were put into a mold and form with hydraulic ram at the pressure of 10.34 MPa and retaining the load for 10 seconds. The study compares and determines the optimal process to form the bio-composite pot from the six mixing ratios of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำเข้าไปใช้

การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 3

The 3<sup>rd</sup> National Conference on Informatics, Agriculture, Management,  
Business Administration, Engineering, Science and Technology



materials. Consequently, the pots were investigated the physical and mechanical properties. The experimental results showed that the optimal mixing ratio provides the feasible forming process and develop the stable shape pot. There are two optimal mixing ratios such as 1) the ratio of coir: frond: charcoal as 0.6 kilograms: 0.2 kilograms: 0.2 kilograms and 2) the ratio of coir: frond: charcoal as 0.4 kilograms: 0.2 kilograms: 0.4 kilograms. Finally, the pots were investigated the physical and mechanical properties include an initial moisture content of pot, the moisture content of dry pot, the swelling index, the water absorption, and the decomposition.

Keywords: Bio-composite pot, Mixing ratio, Coir, Coconut frond, Coconut shell charcoal



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการระดับชาติ

ด้านสารสนเทศ การเกษตร การจัดการ บริหารธุรกิจ  
วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2

The 2<sup>nd</sup> National Conference on Informatics, Agriculture,  
Management, Business Administration, Engineering,  
Sciences and Technology (IAMBEST 2017)

30 พฤษภาคม - 1 มิถุนายน 2560

จัดโดย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 2  
The 2<sup>nd</sup> National Conference on Informatics, Agriculture, Management,  
Business Administration, Engineering, Sciences and Technology



กลุ่ม E : Engineering (ด้านวิศวกรรมศาสตร์) ห้องประชุมดอกประดู่

Chairman ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ รัตนเดช สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ดร.กระวี ตรีอานรรค มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี			
ลำดับ	เวลานำเสนอ	รหัส	เรื่อง
1	13.00 น. – 13.15 น.	EO-16	สมรรถนะการผลิตน้ำร้อนของตัวรับรังสีดวงอาทิตย์แบบวาง พาราโบลา คนธรัส ดินสูงเนิน กฤษดา สายแสง ศักรินทร์ ปาปะเก เพชร ว่องไพศาลกิจ กระวี ตรีอานรรค และเทวรัตน์ ตรีอานรรค
2	13.15 น. – 13.30 น.	EO-17	การศึกษาประสิทธิภาพการสะท้อนแสงแบบย้อนกลับของสีเคลือบ พลาสติกบนพื้นผิวจราจรคอนกรีต พลภพ จันทร์วงศ์
3	13.30 น. – 13.45 น.	EO-18	การศึกษาประสิทธิภาพของสีเคลือบพลาสติกบนผิวจราจรแบบ คอนกรีต (Anti-Skid Resistance) เอกภพร ชาณุณรงค์
4	13.45 น. – 14.00 น.	EO-19	รถสุตรนักศึกษา สจล. วิทยาเขตชุมพรฯ TERMINAL V ปัญหา แดงวิไลลักษณ์ เกียรติภูมิ นวลแก้ว อธิพงศ์ ผลเจริญพันธ์ ศุภนิลา ทองเอียด และอภิวัฒน์ มาคเมษ
5	14.00 น. – 14.15 น.	EO-20	การศึกษาล้างทำความสะอาดแผงตั้งเพื่อออบผลปาล์ม จนสาร สีกัดประขาลักษณ์ ธนวัฒน์ ทรัพย์มี บพโชค จาวาสี และปัญญา แดงวิไลลักษณ์
6	14.15 น. – 14.30 น.	EO-21	การศึกษาระบบการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดจากแกนกลางลำต้น น้ำมันสำหรับกลุ่มเกษตรกร ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ นพตล กองขมิ้น ธีรพล ดีด้วน และสนธยา จันทร์แดง
14.30 น. – 15.00 น. รับประทานอาหารว่าง			
7	15.00 น. – 15.15 น.	EO-22	การศึกษาระบบการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าว พันธุ์ชุมพรลูกผสม 60 ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ จุลดิศ ตรีสุวรรณ ยศวรณ จ้อยต่าย และสตาญ วงสว่าง
8	15.15 – 15.30 น.	EO-23	รถเข็นเคลื่อนที่อัตโนมัติ พิศากร สิทธิจิรณี สักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์ เกษมสุข เสพศิริสุข ธีรวัฒน์ คงศิลา และศรายุทธ เหล็กดี

X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การศึกษากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวพันธุ์ชุมพรลูกผสม 60 Study on Production Process of Virgin Coconut Oil from Coconut Chumphon Hybrids 60

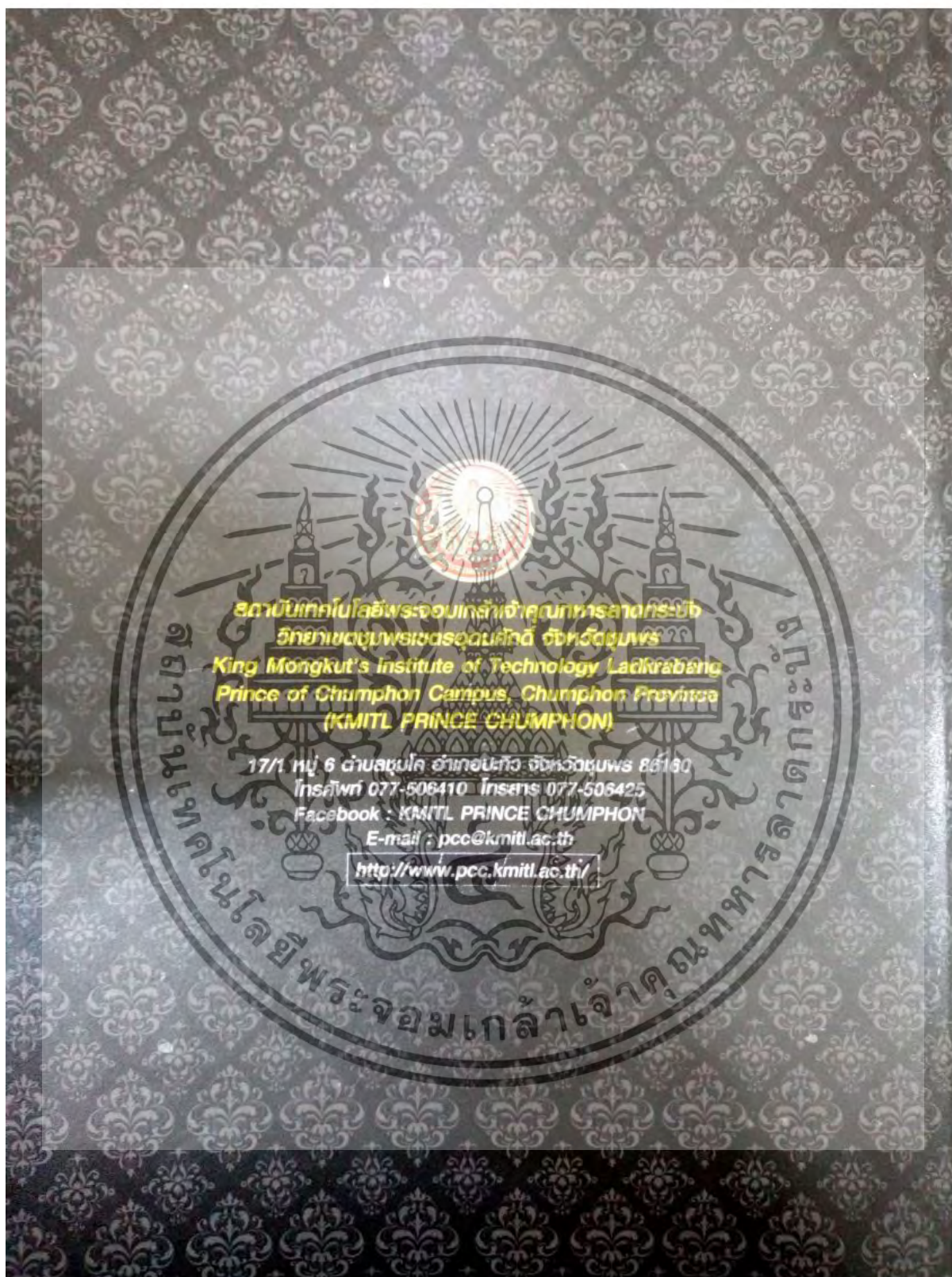
ปัญญา แดงวิลัยกุล<sup>1</sup>, จุลติศ ศิริสุวรรณ<sup>1</sup>, ยศวรรณ จุ้ยต่าย<sup>1</sup> และ สดาขุ วงสวาท<sup>1</sup>  
Panya Deangwilailux, Junladit Sirisuwan, Yosawan Juitai and Sadayu Wongsawat

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ของมะพร้าวสองชนิด คือ มะพร้าวแกงกับมะพร้าวกะทิ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณและกักรแยกชั้นของน้ำมันมะพร้าว ในมะพร้าวทั้งสองชนิด ขั้นตอนการทดลองนำมะพร้าวแกงไปขูดแล้วทำการหีบให้น้ำกะทิ แล้วนำไปเหยี่ยวที่เครื่องเหยี่ยวหนีศูนย์กลาง ยี่ห้อ Alfa-lava รุ่น MOPX-205 ที่มีความเร็วรอบที่ 7,250 รอบต่อนาที จะได้ครีมกะทิ กับน้ำหางกะทิจากนั้นทดลองอุ่นครีมกะทิที่อุณหภูมิ 40 50 60 70 องศาเซลเซียสและแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบโดยการอุ่น พบว่า เนื้อมะพร้าว 40 กิโลกรัม ได้ครีมกะทิ 8.126 กิโลกรัม คิดเป็น 20.33 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 40 50 60 70 -20 องศาเซลเซียส ได้น้ำมันมะพร้าว 50.06%, 71.01%, 61.53%, 56.92% และ 33.35% ตามลำดับ มีปริมาณของกรดลอริก ในน้ำมันมะพร้าวที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 40 50 60 70 และ -20 องศาเซลเซียส มีปริมาณครเท่ากับ 48.47 48.48 48.54 48.48 และ 48.56 กรัม/100กรัม ตามลำดับ อุณหภูมิที่สกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้ปริมาณมากที่สุดคือ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: น้ำมันมะพร้าว, เหยี่ยวหนีศูนย์กลาง, กรดลอริก

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์  
จังหวัดชุมพร ชุมพร 86160 ประเทศไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 28 ประจำปี 2561

# งานวิจัยและนวัตกรรม เพื่อสังคมที่มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน Research and Innovation for Social Stability, Prosperity and Sustainability

วันที่ 8-9 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมบีพี สมิหลา บีช อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา



**จัดทำโดย**

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ

ISBN 978-974-474-060-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การใช้กากมะพร้าวสกัดน้ำมันในสูตรอาหารปลาไนล Using of Copra Meal in Diet on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

ธนากร เหมะสถล<sup>1\*</sup> และดวงใจ พิสุทธิธราชัย<sup>2</sup>  
Tanakorn Haemasaton<sup>1\*</sup> and Duangjai Pisuttharachai<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

การใช้กากมะพร้าวสกัดน้ำมันในสูตรอาหารปลาไนล มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลผลิตที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวสร้างสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลองๆ ละ 4 ซ้ำ ประกอบด้วยอาหารที่ผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน 4 ระดับคือ 0 (ชุดควบคุม), 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเลี้ยงปลาไนลน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 4.20 – 4.23 กรัม จำนวน 40 ตัวต่อกระชัง ระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน ผลการทดลอง พบว่า ปลาไนลมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ แตกต่างกันอย่างสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยปลาไนลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากมะพร้าวที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 276.88 กรัม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุดในที่เลี้ยง 1.52 อัตราการรอดตาย พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) พบว่าปลาไนลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ระดับ 5, 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 89, 89 และ 88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: กากมะพร้าว อาหาร ปลาไนล

### Abstract

Using of copra meal in diet on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). The purpose was studied to the yield of copra meal for the production of aquatic animal feed. The experiment was divided into 4 treatments and 4 replications. Copra meal was supplemented into the diets at 0 (control), 5, 10 and 15 %. Fish (4.20 – 4.23 g body weight) were cultured in cage (40 fish per cages) for 120 days. Result, fish showed significant differences in average body weight and feed conversion ratio ( $P < 0.05$ ). Fish fed with experimental diets contained copra meal at 10% showed the highest of average body weight (276.88 g.) and the greatest of FCR (1.52). Furthermore, there were no significant differences in survival rate ( $P > 0.05$ ). Nile tilapia fed with 10% copra meal had the highest average survival rate of 90 %. Fish fed with 5, 0 and 15 % copra meal diets of average survival rate was 89, 89 and 88 %, respectively.

Keywords: Copra Meal, Diet, Nile tilapia

<sup>1</sup>อ.สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ชุมพร 86160

<sup>2</sup>อ.ดร.,สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ชุมพร 86160

<sup>1</sup>Lecturer, Fishery Science and Aquatic Resources, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon 86160

<sup>2</sup>Lecturer, Dr., Fishery Science and Aquatic Resources, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon 86160

\*Corresponding author: Tel 0894226022. E-mail address: tanakorn.ha@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทนำ

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเกษตรกรนิยมบริโภคมากที่สุด ส่งผลให้การผลิตไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ ซึ่งในปี 2557 ประเทศไทยมีการผลิตปลานิลรวม 204,787 ตัน จากพื้นที่การเลี้ยง 270,497 ไร่ แต่ปัญหาที่พบในการเลี้ยงปลานิล คือต้นทุนการผลิตสูง การแข่งขันในตลาดโลกต่ำ [1] และมีการส่งไปยังสหภาพยุโรปไม่ถึง 30 เพอร์เซ็นต์ ต่อการผลิตทั้งหมด แนวโน้มตลาดปลานิลพบว่า ประชากรโลกต้องการบริโภคอีกมาก ดังนั้นการแข่งขันด้านการผลิตให้ได้คุณภาพ และมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยพบว่าต้นทุนการผลิต มากกว่า 50 เพอร์เซ็นต์ เป็นค่าอาหารปลา ซึ่งเป็นต้นทุนหลักในการผลิตปลานิล [2] มะพร้าว เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย การผลิตมะพร้าวในปัจจุบัน มีการสร้างมูลค่ามากขึ้น ในแง่การผลิตในรูปแบบอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการผลิตในการสกัดน้ำมันมะพร้าว เป็นการสร้างมูลค่าที่สูง และนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแพร่หลาย การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าว เช่น การใช้กากมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลผลิตของปลานิล โดยการสร้างสูตรอาหารที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าว คือ การใช้กากมะพร้าวสกัดน้ำมันเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นแนวทางการใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น มาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นโอกาสในการสร้างอาชีพให้แก่เกษตรกรในการเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อเป็นรายได้แก่ครอบครัวอันนำมาซึ่งความมั่นคงทางเศรษฐกิจในภาพรวมอีกทางหนึ่งด้วย

## วิธีการศึกษา

### การวางแผนการทดลอง

โดยทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design ;CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุด การทดลองๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้คือ

- ชุดการทดลองที่ 1 อาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน 0 เพอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม)
- ชุดการทดลองที่ 2 อาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน 5 เพอร์เซ็นต์
- ชุดการทดลองที่ 3 อาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน 10 เพอร์เซ็นต์
- ชุดการทดลองที่ 4 อาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน 15 เพอร์เซ็นต์

หมายเหตุ อาหารทดลองมีระดับโปรตีน 25 เพอร์เซ็นต์

### ขั้นตอนการเตรียมอาหารและสัตว์ทดลอง

นำอาหารทดลองที่จัดเตรียมขึ้น ซึ่งวัตถุดิบ ได้แก่ ปลาป่น, กากถั่วเหลือง, ข้าวโพด, ปลาขี้ขาว, รำละเอียด, น้ำมันพืช, แร่ธาตุวิตามิน นำไปผสมกับกากมะพร้าวสกัดน้ำมันในอัตรา 0 , 5 , 10 และ 15 เพอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตามชุดการทดลอง) มีโปรตีนอยู่ระหว่าง 25.03 - 25.92 เพอร์เซ็นต์ และมีค่าพลังงาน (gross energy) ในอาหารอยู่ที่ 259.68 – 263.12 Kcal/100 g (ตารางที่ 1) เลี้ยงปลานิลแปลงเพศ (เพศผู้) น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 4.22 – 4.23 กรัม ในกระชัง ขนาด 2 x 2 x 1.5 เมตร จำนวน 16 กระชัง อัตราการปล่อย 40 ตัวต่อกระชัง โดยทำการวางกระชังในบ่อดินระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในเวลา 08.00 น. และ 16.00 น. ทำการให้อาหาร 5 เพอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำทุกวัน ได้แก่ อุณหภูมิ, ปริมาณออกซิเจน, ความเป็นกรดเป็นด่าง และ ตรวจสอบปริมาณแอมโมเนีย , ไนโตรท์ , ความเป็นด่าง และ ความกระด้างของน้ำ ทุก 15 วัน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ชั่งน้ำหนัก และนับจำนวนปลาชนิด ทุกๆ 15 วัน การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

### 1. การเจริญเติบโตของปลานิล

ปลานิลมีน้ำหนักเริ่มต้น (initial weight) อยู่ระหว่าง 4.20 - 4.23 กรัมต่อตัว ( $P > 0.05$ ) เลี้ยงเป็นระยะเวลา 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักดีที่สุด คือ มีน้ำหนักสุดท้าย (final weight) เท่ากับ 276.88 กรัม รองลงมาได้แก่ ปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ระดับ 5, 0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสุดท้ายเท่ากับ 275.86, 275.05 และ 273.12 กรัม ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระดับของอาหารทดลองผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) , (ตารางที่ 2)

การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Average daily gain) ปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันดีที่สุด เท่ากับ 2.30 กรัม รองลงมาได้แก่ ปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ 5, 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 2.29, 2.28 และ 2.27 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระดับของกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ผสมในอาหาร มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันของปลานิล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) กับปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรผสมกากมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ 0, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเพิ่มต่อวัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ธนาภรณ์ [3] รายงานว่า สัตว์น้ำต้องการสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโต ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ องค์ประกอบของอาหารถือเป็นปัจจัยสำคัญ เพราะผู้ผลิตอาหารสามารถเลือกวัตถุดิบประกอบสูตรอาหาร เพื่อใช้เลี้ยงให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาให้สูงขึ้นได้ และ Moorthy and Viswanathan [4] รายงานว่ากากมะพร้าว มี โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ เป็นองค์ประกอบของสารอาหารครบตามความต้องการของสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับ Adu et al [5] ทำการเลี้ยงปลานิลด้วยสูตรอาหารที่ผสมกากมะพร้าวที่ 0 (ชุดควบคุม), ชุดการทดลองที่ 2 (680 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม) และ ชุดการทดลองที่ 3 (680 กรัม และ กากงา 80 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม) โดยเลี้ยงปลานิลน้ำหนักรวมเริ่มต้นของแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า การเจริญเติบโตของปลาแต่ละชุดการทดลอง มีน้ำหนักรวม เท่ากับ  $1.75 \pm 0.06$ ,  $1.73 \pm 0.06$  และ  $1.76 \pm 0.04$  กิโลกรัม ตามลำดับ และพบว่า การใช้กากมะพร้าวสามารถทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารได้ 27 เปอร์เซ็นต์ และ 38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)** ปลาไนลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันระดับ 10 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด เท่ากับ 1.52 รองลงมา คือ ปลาที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน ที่ระดับ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เท่ากับ 1.54 และ 1.56 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าระดับของอาหารทดลองผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาไนล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แสดงให้เห็นว่าการผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน ที่ระดับ 5-10 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมทำให้ปลาไนลสามารถย่อย และการนำสารอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ช่วงอายุสัตว์น้ำ, วัตถุดิบประกอบอาหาร เช่นเดียวกับ ธนาภรณ์ [3] รายงานว่า ปลาแม่น้ำย่อยแ่งได้ปริมาณจำกัด หากมีแ่งมากเกินความสามารถของน้ำย่อย ส่งผลให้ประสิทธิภาพการย่อยแ่งลดลง และทำให้ปลาย่อยโปรตีนได้น้อยลงอีกด้วย เนื่องจากแ่งที่ไม่ถูกย่อย สามารถเคลื่อนที่ผ่านทางเดินอาหารได้อย่างรวดเร็ว พร้อมกับนำไปโปรตีนบางส่วนออกตามไปด้วย ซึ่งกากมะพร้าวจากโรงงานสกัดน้ำมัน มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 43-45 เปอร์เซ็นต์ [6]

**อัตราการรอดตาย (survival rate)** พบว่าปลาไนลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันที่ระดับ 5, 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย เท่ากับ 89, 89 และ 88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าระดับของอาหารทดลองผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน มีผลต่ออัตราการรอดตายของปลาไนล ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) จากรายงานของ Olude et al [7] พบว่ากากมะพร้าวสกัดน้ำมัน สามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารที่ 15 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในควมเลี้ยงปลาไนล น้ำหนักปลาเริ่มต้น 7.17- 7.59 กรัม เป็นระยะเวลา 70 วัน โดยไม่ส่งผลในทางลบแก่ปลา และปลามีการใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีส่งผลให้ปลาไนล มีอัตราการรอดตายที่ดีอยู่ที่ 86.7 เปอร์เซ็นต์ และ 83.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**ตาราง 1** องค์ประกอบทางโภชนาของอาหารทดลองที่ผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมันในสูตรอาหารปลาไนล

องค์ประกอบทางโภชนา (%)	กากมะพร้าวสกัดน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)			
	0	5	10	15
โปรตีน	25.03	25.92	25.43	25.26
ไขมัน	8.62	8.73	8.78	8.96
เยื่อใย	6.42	5.89	6.27	6.18
ถั่ว	8.05	8.32	8.46	8.74
NFE	45.30	44.80	44.38	44.03
GE (Kcal/100g)	259.68	263.12	260.72	260.78

หมายเหตุ NFE คือ Nitrogen Free Extract , (% NFE = 100 - % ถั่ว - % โปรตีน - % ไขมัน - % เยื่อใย)

GE คือ (Gross energy) มีหน่วยเป็น กิโลแคลอรี (Kcal)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

10 การประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
ครั้งที่ 28 ประจำปี 2561

**ตาราง 2** การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน  
ระยะเวลา 120 วัน

พารามิเตอร์	อัตราส่วนของกากมะพร้าวสกัดน้ำมัน (%) <sup>1/</sup>				P-value
	0	5	10	15	
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	4.22± 0.02 <sup>a</sup>	4.22± 0.02 <sup>a</sup>	4.22± 0.02 <sup>a</sup>	4.23± 0.02 <sup>a</sup>	0.7695
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	275.05± 1.32 <sup>ab</sup>	275.86± 1.71 <sup>a</sup>	276.88± 1.67 <sup>a</sup>	273.12± 0.76 <sup>b</sup>	0.0173
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	270.82± 1.33 <sup>ab</sup>	271.64± 1.71 <sup>a</sup>	272.65± 1.67 <sup>a</sup>	268.88± 0.76 <sup>b</sup>	0.0173
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม/วัน)	2.28± 1.32 <sup>ab</sup>	2.29± 1.32 <sup>a</sup>	2.30± 1.32 <sup>a</sup>	2.27± 1.32 <sup>b</sup>	0.0305
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)	1.54± 0.02 <sup>ab</sup>	1.52± 0.01 <sup>a</sup>	1.52± 0.01 <sup>a</sup>	1.56± 0.02 <sup>b</sup>	0.0322
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	89.25± 2.21 <sup>a</sup>	89.25± 0.95 <sup>a</sup>	89.75± 0.95 <sup>a</sup>	88.50± 2.38 <sup>a</sup>	0.7953

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ยที่ a b ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ (P < 0.05).

## 2. คุณสมบัติของน้ำ

อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 26.4–28.3 องศาเซลเซียส ,ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 4.61- 6.82 มิลลิกรัมต่อลิตร, ความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 7.35 –7.81, ความเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 158.02-163.25 มิลลิกรัมต่อลิตร, ความกระด้างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 130.25-144.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ,แอมโมเนีย (NH<sub>3</sub>) ของน้ำมีค่า 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์ (NO<sub>2</sub>) ของน้ำมีค่า 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่าคุณสมบัติของน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมในการเลี้ยงสัตว์น้ำ สอดคล้องกับ อูธร [8] รายงานว่าคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27.9-29.1 องศาเซลเซียส , ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.5-9.0 , ค่าความเป็นด่าง 120-400 มิลลิกรัมต่อลิตร, ความกระด้างของน้ำอยู่ระหว่าง 100-200 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าแอมโมเนียอยู่ระหว่าง 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าไนไตรท์ ที่เหมาะสมต่อการเติบโตของสัตว์น้ำมีค่าน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่นเดียวกับ Bhatnagar and Devi [9] รายงานว่าคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ คือมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.0-8.5 , ค่าความเป็นด่าง 75-200 มิลลิกรัมต่อลิตร, ความกระด้างของน้ำอยู่ระหว่าง 75-150 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าแอมโมเนีย น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าไนไตรท์ ที่เหมาะสมต่อการเติบโตของสัตว์น้ำ คือ มีค่าน้อยกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

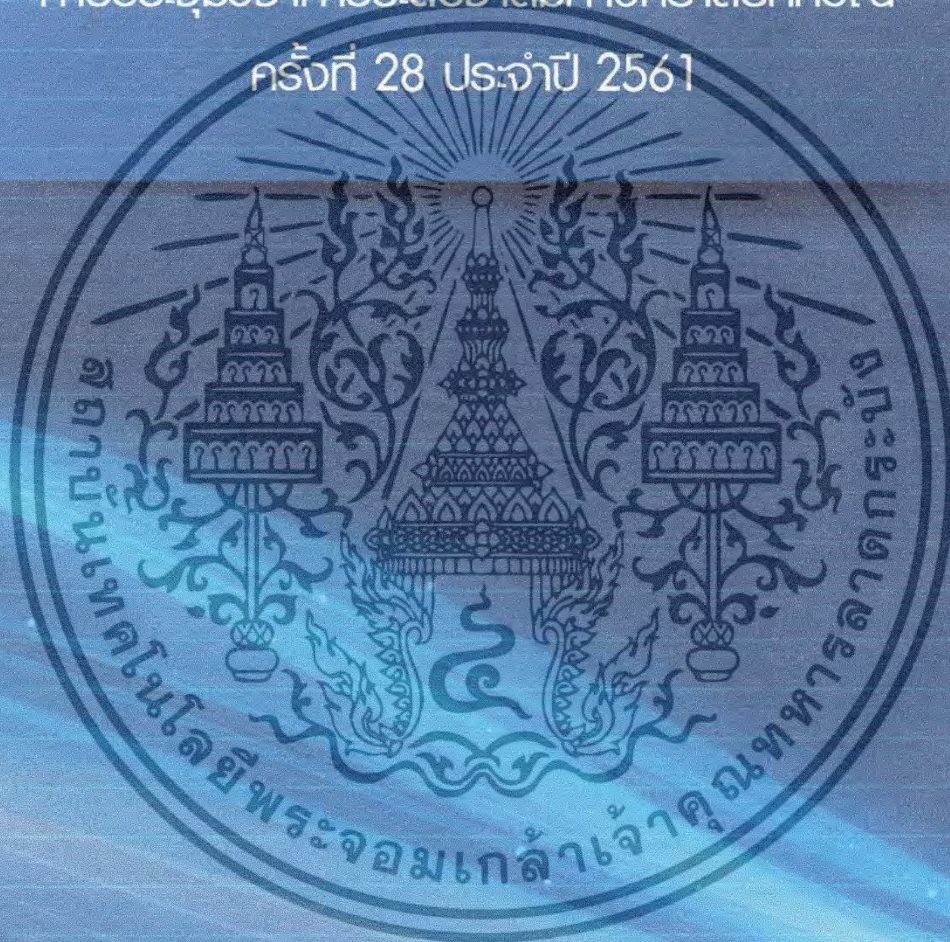
## สรุปผลการวิจัย

การใช้กากมะพร้าวสกัดน้ำมันในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล ระดับที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมมากที่สุดในการของการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และประสิทธิภาพของอาหาร

## เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมประมง. (2559). **คู่มือการเพิ่มประสิทธิภาพและการลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิล**. กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กรมประมง เลขที่ 50 เกษตรกลาง แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 30.
- [2] พิเชต พลายนเพชร. (2559). **การจัดการทางโภชนาการสำหรับการเลี้ยงปลานิล**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 24:12-39.
- [3] ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์. (2557). **การสร้างสูตรอาหารสัตว์น้ำและสูตรอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ**. กรมประมง, 55.
- [4] Moorthy, M., and K. ,Viswanathan. (2010). **Digestibility and feeding value of coconut meal for white Leghorn layers**. J. Vet.Anim.Sci. 5:196-203.
- [5] Adu,k.O. , A. Sephen., and S.P. Vilhelm. (2016). **Growth performance, feed utilization and sensory characteristics of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* fed diets with high inclusion levels of copra meal**. J. Anim.Res. 4:1-7.
- [6] นฤมล สมคุณา, จรัส สว่างทัฬ,เอกสิทธิ์สมคุณา, นิตยา พุ่มอำภา, นิพรรชา อินทร์แสงและยุภาพร นนเสนา. (2556). **การเพิ่มระดับโปรตีนของกากมะพร้าวและมันสำปะหลังโดยกระบวนการหมักยีสต์และยูเรีย**. ว. วิทย์. กษ. 44 (พิเศษ) :267-270.
- [7] Olude, O.O., W.O.A.,Alegbeleye.,and S. O.Obasa. (2008). **The use of soaked copra meal as a partial substitute for soybean meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings**. Department of Aquaculture and Fisheries Management,University of Agriculture, P. M. B. 2240, Abeokuta, Ogun State, Nigeria 1-9.
- [8] อุตระ ฤทธิสิริ. (2553). **การจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเขตร้อน**. สำนักพิมพ์ไอเอสพรีนติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพฯ.
- [9] Bhatnagar, A., and P. Devi. (2013). **Water quality guidelines for the management of pond fish culture**. Int. J. Environ.Sci. 3:1980-2009.

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ  
ครั้งที่ 28 ประจำปี 2561



สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ  
222 หมู่ที่ 2 ตำบลบ้านพร้าว อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210  
<http://www2.tsu.ac.th/org/rdi/>, E-mail address: [conference2018.tsu@gmail.com](mailto:conference2018.tsu@gmail.com)  
จัดพิมพ์โดย : อารตวีรค เอนคัมภีร์ โทร. 0899258455



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัตินักวิจัย

## ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) รศ.ดร.ร่วมจิตร์ นกขยา  
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Assoc. Dr. Raumjit Nokkoul
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 8605 00137 126
- ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์
- หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรศัพท์มือถือ โทรสาร และ E-mail  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ. ชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต. ชุมโค อ. ปะทิว จ. ชุมพร 8616  
โทรศัพท์ 094-4870848  
Email-address knraumjit@gmail.com

## 5. ประวัติการศึกษาต่อระดับสถาบันการศึกษา สาขาวิชาและปีที่จบการศึกษา

ที่	ปีที่สำเร็จการศึกษา	คุณวุฒิ (สาขา)	สถาบันการศึกษา
1	2532	วท.บ. พืชศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คณะเกษตรศาสตร์ นครศรีธรรมราช
2	2543	วท.ม. พืชสวน (ปรับปรุงพันธุ์พืช)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3	2550	ปร.ด. พืชศาสตร์ (เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

## 6. สาขาวิชาการศึกษาที่มีความชำนาญพิเศษ การผลิตพืชและเมล็ดพันธุ์พืช ข้าวไร่

## 7. ประวัติการทำงานร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ได้รับเงินอุดหนุนโครงการวิจัยและนวัตกรรมฯ จำนวน 11 เรื่อง หัวหน้าโครงการ 10 เรื่อง และผู้ร่วมโครงการ 1 เรื่อง ประกอบด้วย

- 1 การอนุรักษ์และการสร้างพันธุ์บริสุทธิ์พันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ท้องถิ่นของตำบลหินแก้ว จังหวัดชุมพร ปีงบประมาณ. 2550
- 2 การพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ ปีงบประมาณ 2554
3. นวัตกรรมเพิ่มมูลค่าสารสำคัญในข้าวไร่ชุมพรเพื่อใช้เป็นอาหารกลุ่มฟังก์ชันนอล (ผู้ร่วมโครงการ) ระยะเวลาการทำวิจัย: ๓ ปี ปีงบประมาณ 2559
4. การคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ที่ทนทานรุ่มเงาในโรงเรือนตาข่ายพรางแสง ปีงบประมาณ 2560
5. การสำรวจ รวบรวมพันธุ์กาแฟในพื้นที่จังหวัดชุมพร ปีงบประมาณ 2560
6. การใช้สารเหนียวนำการออกดอกและติดผลของกาแฟ ปีงบประมาณ 2560
7. การเพิ่มศักยภาพการผลิตและแปรรูปมะพร้าวตลอดห่วงโซ่อุปทาน 12 โครงการ (9 โครงการเป็นของอาจารย์ท่านอื่น ๆ) ปีงบประมาณ 2560
8. การพัฒนาและการสุกแก่ของผลมะพร้าว ปีงบประมาณ 2560
9. การเพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในสวนมะพร้าวในรูปแบบเศรษฐกิจ 3 ชั้น ปีงบประมาณ 2560
10. สำรวจข้อมูลด้านการผลิต และการตลาดของมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน ปีงบประมาณ 2560

## นางานวิจัยถ่ายทอดสู่ชุมชน

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาที่ได้รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. การปลูกและการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่เพื่อความมั่นคงด้านอาหารของชุมชน ปีงบประมาณ 2560
8. ผลงานวิจัย/ผลงานวิชาการ
- ร่วมจิตร นกเขา วิทยา บัวเจริญ มยุรา สุนย์วีระ. 2544. ผลของการใช้สารซีโอไลท์ สารป้องกันกำจัดแมลง สารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองฝักสด. การประชุมวิชาการมมส ครั้งที่ 1 ณ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างวันที่ 8-9 มิถุนายน 2545, หน้า 6.
- วิทยา บัวเจริญ ร่วมจิตร นกเขา และสุจิตรา ชูชีพ. 2544. ลักษณะทางพันธุกรรมและความดีเด่นของถั่วเหลืองฝักสดลูกผสมชั่วที่ 1 ว. พระจอมเกล้าลาดกระบัง 9 (3) : 32-38.
- ร่วมจิตร นกเขา. 2545. การทดสอบขั้นต้นพันธุ์ข้าวโพดหวานที่เหมาะสมสำหรับภาคใต้ตอนบน: จังหวัดชุมพร. การประชุมพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 2 ณ โรงแรมเจริญธานี ปรีณเซส จังหวัดขอนแก่น ระหว่างวันที่ 28-30 พฤษภาคม 2545.
- ร่วมจิตร นกเขา ขวัญจิตร สันติประชา และวัลลภ สันติประชา. 2549. ผลของน้ำหมักชีวภาพที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาว. งานเมล็ดพันธุ์แห่งชาติ ปี 2549 “ธุรกิจเมล็ดพันธุ์เพื่ออนาคต” ณ อาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี ระหว่างวันที่ 16-17 กุมภาพันธ์ 2549.
- ร่วมจิตร นกเขา วิทยา บัวเจริญ ธีรยุทธ์ วิจิตรภาพ และสุมลรัตน์ จินตนาสิรินุรักษ์. 2549. การคัดเลือกพันธุ์กล้วยเล็บมือนางเพื่อการบริโภคสดและการแปรรูปกล้วยอบ. การประชุมวิชาการนเรศวร ครั้งที่ 2 ณ อาคารสิรินธร จังหวัดพิษณุโลก ระหว่างวันที่ 28-29 กรกฎาคม 2549.
- ธีรยุทธ์ วิจิตรภาพ และร่วมจิตร นกเขา. 2549. การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดหวานฝักสดสำหรับภาคใต้ตอนบน. การประชุมวิชาการนเรศวร ครั้งที่ 2 ณ อาคารสิรินธร จังหวัดพิษณุโลก ระหว่างวันที่ 28-29 กรกฎาคม 2549.
- ร่วมจิตร นกเขา วิทยาบัวเจริญ ธีรยุทธ์ วิจิตรภาพ และนพดล จุลนวล. 2549. การพัฒนาพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด: การทดสอบผลผลิตขั้นต้นและการทดสอบในท้องถิ่นจังหวัดชุมพร. การประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 1 ณ โรงแรมริมกกรีสอร์ท จังหวัดเชียงราย ระหว่างวันที่ 28-30 สิงหาคม 2549, หน้า 6.
- ร่วมจิตร นกเขา ธีรยุทธ์ วิจิตรภาพ อภิชาติ ครุฑสุวรรณ และ สุวัฒน์ ไกรมาก. 2550. การอนุรักษ์และพัฒนาพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ดีพันธุ์ท้องถิ่นเพื่อการผลิตที่พอเพียงและยั่งยืน ประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 45 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และงานวันเกษตรแห่งชาติประจำปี 2550 ระหว่างวันที่ 27 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2550. (Poster)
- ร่วมจิตร นกเขา ขวัญจิตร สันติประชา และวัลลภ สันติประชา. 2550. ผลของน้ำหมักจากผักบุง และยิปซั่มที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาว ว. สงขลานครินทร์ (วทท.), 29 (3): 637-645.
- ร่วมจิตร นกเขา ธีรยุทธ์ วิจิตรภาพ อภิชาติ ครุฑสุวรรณ จุฑารัตน์ สุจิตระการ และ นาราอร สว่างวงศ์. 2551. การอนุรักษ์และการสร้างพันธุ์บริสุทธิ์พันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ท้องถิ่นของตำบลหินแก้วจังหวัดชุมพร. การประชุมวิชาการเครือข่ายการวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ “เทคโนโลยีสู่ชุมชนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน” ณ. โรงแรมโซฟิเทล ราชาออดิด จังหวัดขอนแก่น ระหว่างวันที่ 17-19 มกราคม 2551.
- ร่วมจิตร นกเขา ขวัญจิตร สันติประชา และวัลลภ สันติประชา. 2551. วิธีกรใช้น้ำหมักชีวภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาวภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์. ว. ธรรมศาสตร์ (วทท.) 16 (2) (พ.ค.-ส.ค.)
- ร่วมจิตร นกเขา ขวัญจิตร สันติประชา และวัลลภ สันติประชา. 2552. การผลิตฝักสดถั่วฝักยาวจากเมล็ดพันธุ์อินทรีย์. ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วทท. 17 (1): 87-95.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ร่วมจิตร นกเขา และถิรายุทธิ์ วิจิตรภาพ. 2552. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร. รายงานการประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 6 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นและโรงแรมพลูแมน ขอนแก่น ราชอาณาจักร อ. เมือง จ. ขอนแก่น ระหว่างวันที่ 13-15 พฤษภาคม 2552.
- ร่วมจิตร นกเขา ถิรายุทธิ์ วิจิตรภาพ และสตาจค์ หัสนันท์ 2553. การคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่นาอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41 (3/1) (พิเศษ): 57-60.
- ร่วมจิตร นกเขา. 2554. ผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่นาอินทรีย์. การประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ระหว่างวันที่ 17-20 พฤษภาคม 2554 ณ โรงแรมสุนีย์ แกรนด์ แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จังหวัดอุบลราชธานี หน้า 109-121.
- ร่วมจิตร นกเขา ถิรายุทธิ์ วิจิตรภาพ และกรองแก้ว พิมพ์ศรี 2554. ผลของสภาวะเลี้ยงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่นาอินทรีย์. การประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ระหว่างวันที่ 17-20 พฤษภาคม 2554 ณ โรงแรมสุนีย์ แกรนด์ แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จังหวัดอุบลราชธานี หน้า 49-58.
- ร่วมจิตร นกเขา 2554. ผลของอุณหภูมิสูงต่อการเป็นหมันและการพัฒนาของเมล็ดข้าว. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 29(3) 108-114.
- ร่วมจิตร นกเขา 2554. การผลิตเมล็ดพันธุ์อินทรีย์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 29(3)
- ร่วมจิตร นกเขา 2555. การปลูกข้าวไร่ของภาคใต้ตอนบน : กรณีศึกษาในจังหวัดชุมพร. การประชุมวิชาการข้าวประจำปี 2555 ระหว่างวันที่ 3-4 กรกฎาคม 2555 ณ โรงแรมทวินโลดส์ อ.เมือง จ. นครศรีธรรมราช(บรรยายพิเศษ) หน้า1-7.
- ร่วมจิตร นกเขา ถิรายุทธิ์ วิจิตรภาพ และอภิชาติ ครุฑสุวรรณ. 2556. คุณภาพเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผลิตภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์. รายงานการประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 10 วันที่ 20-24 พฤษภาคม 2556 ณ โรงแรมทรรษา เจบี จังหวัดสงขลา.
- Withya Buajarern Raumjit Nokkoul Teerayut Wijitparp and Sumonrat Jintanasirinuruk. 2001. Selection for Banana c.v. Leb Mue Nang for Direct Consumption and for Dried Banana Processing. Thammasat International Journal Science and Technologies. Vol.6 No.1, January-April 2001.
- Raumjit Nokkoul and Teerayut Wichiparp. 2009. Quality of local upland rice seed produced by organic farming system. The International Symposium Organic 2009, The approach of organic agriculture: new markets, food security and a clean environment Pullman Bangkok king power hotel Bangkok, Thailand during 19-21 August 2009.
- Raumjit Nokkoul and Teerayut Wichiparp. 2013. Quality of upland rice seed production during the rainy season in southern Thailand. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences. 3(3): 181-184..
- Raumjit Nokkoul and Teerayut Wichiparp. 2013. Effects of rainfall on yield and seed quality of three local upland rice varieties produced under organic farming system. Research Journal of Environmental and Earth Sciences 5(8): 462-465.
- Raumjit Nokkoul and Teerayut Wichiparp. 2014. Effect of drought condition on growth, yield and grain quality of upland rice. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 9 (3): 439-444.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Raumjit Nokkoul. 2014. Organic upland rice seed production. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 6(12) 1313-1317.
- Raumjit Nokkoul and Teerayut Wichiparp. 2014. Effects of Zeolite on Seed Quality of Organic Upland Rice. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. Status:Accepted to Publish in: 8(17) October 2014
- Duangkamol Ruen-Ngam, Chitti Thawai, Raumjit Nokkoul, and Sujitra Sukonthamut. 2014. Gamma-Oryzanol Extraction from Upland Rice Bran. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*. 4 (4) 252-255
- Raumjit Nokkoul and Teerayut Wichitparp. 2015. Effects of Zeolite Application on Seed Yield and Yield Component of Organic Upland Rice. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 11(8): 879-884.
- Nathaporn Suwanpayak, Thirayut Wijitpap, and Raumjit Nokkoul. 2015. Some Physical Properties of Organic Upland Rice Seed. 5th International Conference on Engineering and Applied Science July 20-22, 2015 Hokkaido, Japan
- Nathaporn Suwanpayak, Thirayut Wijitpap, Patipat Srisongkram and Raumjit Nokkoul. 2016. Some Physical and Mechanical Properties of Upland Rice Seed (Maephung Variety). 4th International Conference on Agricultural, Environmental and Civil Engineering (AECE-2016) August 8-9, 2016 Pattaya (Thailand)
- Pheakdey Yun, Porjai Thamakorn, Ruamjit Nokkoul, and Kittiphong Huangrak. 2016. Maltodextrin concentration effect on the characteristics of freeze dried powder from Thai upland rice grass juice. *The International Conference on Food and Applied Bioscience*.

#### กิจกรรมย่อยที่ 4

##### หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นางสาวนารี พันธุ์จันทารรณ  
(ภาษาอังกฤษ) Miss Naree Phanchindawan

2. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ ระดับชำนาญการ

3. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

งานบริการห้องปฏิบัติการ ส่วนวิทยบริการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

โทรศัพท์ : 077-506410, 087-0442626 โทรสาร : 077-506425 Email: kpnaree@kmitl.ac.th

#### 4. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา (ตรี โท เอก) และประกาศนียบัตร	อักษรย่อปริญญา และชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2541	ตรี	วท.บ วิทยาศาสตร์ บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	ปฐพีวิทยา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2548	โท	วท.ม วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)	ปฐพีวิทยา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย

#### 5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- การวิเคราะห์ดินและพืช เพื่อเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ย
- ธาตุอาหารพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 6.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อเรื่อง ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการวิจัย

	ปีที่พิมพ์	สถานภาพในการทำวิจัย (แหล่งทุน)
- การศึกษาความอุดมสมบูรณ์และความเหมาะสมของดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังในเขตจังหวัดระยอง	2541	หัวหน้าโครงการ
- สมบัติและความอุดมสมบูรณ์ของดินบริเวณขอบแอ่งโคราชด้านตะวันออก	2547	ผู้ร่วมโครงการ (เงินงบประมาณ)
- อิทธิพลของปุ๋ยคลอไรด์และซัลเฟตที่มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินและความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบทุเรียน	2548	หัวหน้าโครงการ
- การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดอาการเนื้อแก้วและยางไหลในมังคุด	2552	ผู้ร่วมโครงการ (สกว.)
<u>ชื่อเรื่อง</u>	<u>ปีที่พิมพ์</u>	<u>สถานภาพในการทำวิจัย (แหล่งทุน)</u>
- ปริมาณธาตุอาหารในดิน ไบและผลผลิตมะม่วงจากแหล่งปลูกต่างๆในประเทศไทย	2552	ผู้ร่วมโครงการ (เงินงบประมาณ)
- การใช้ปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนในการปรับปรุงคุณภาพสละ	2552	ผู้ร่วมโครงการ (เงินงบประมาณ)
- การศึกษาสถานะของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในพื้นที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่ง และอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตหน่อไม้ฝรั่งในภาคตะวันตกของประเทศไทย	2553	ผู้ร่วมโครงการ (เงินงบประมาณ)
- การจัดการแคลเซียมและโบรอนเพื่อลดอาการเนื้อแก้วและยางไหลในมังคุด และความสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนในผนังเซลล์กับอาการผิดปกติของผลมังคุด	2553	ผู้ร่วมโครงการ (เงินรายได้คณะฯ)
- อิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตหน่อไม้ฝรั่งในภาคตะวันตกของประเทศไทย	2554	ผู้ร่วมโครงการ (เงินงบประมาณ)
- อิทธิพลของปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนต่อคุณภาพผล การเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหารในผลสละ	2554	ผู้ร่วมโครงการ (เงินงบประมาณ)
- การใช้ปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนในการปรับปรุงคุณภาพมะม่วง	2556	ผู้ร่วมโครงการ (เงินงบประมาณ)
<u>ชื่อเรื่อง</u>	<u>ปีที่พิมพ์</u>	<u>สถานภาพในการทำวิจัย (แหล่งทุน)</u>
- สมบัติดินและการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารไนโบปาล์มน้ำมันในจังหวัดสระบุรี	2556	หัวหน้าโครงการ (เงินงบประมาณ)
- ความสัมพันธ์ของ Ca และ B กับ pectin บนผนังเซลล์ในหน่อไม้ฝรั่ง	2557	ผู้ร่วมโครงการ (เงินรายได้คณะฯ 2555)
- การวิเคราะห์ดินและพืช เพื่อเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ย	2547-2557	ผู้ร่วมโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หมายเหตุ ผลงานวิชาการที่พิมพ์เผยแพร่ ได้แก่

1. นารี พันธุ์จันทวารรณ และจิราภา เพียรรำลึก. 2541. การศึกษาความอุดมสมบูรณ์และความเหมาะสมของดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังในเขตจังหวัดระยอง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขา ปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
2. นารี พันธุ์จันทวารรณ และสุมิตรา ภู่วโรดม. 2546. อิทธิพลของปุ๋ยคลอไรด์และซัลเฟตต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินปลูกทุเรียน. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร. 34: 1-3 (พิเศษ): 145-148.
3. นารี พันธุ์จันทวารรณ. 2548. อิทธิพลของปุ๋ยคลอไรด์และซัลเฟตที่มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินและความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
4. นารี พันธุ์จันทวารรณ วรณิศา พลัดบุญทอง และสุมิตรา ภู่วโรดม. 2549. อิทธิพลของแคลเซียมและโบรอนต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร. 37: 6 (พิเศษ): 643-646.
5. นารี พันธุ์จันทวารรณ วรณิศา พลัดบุญทอง พรทิวา กัญยวงศา และสุมิตรา ภู่วโรดม. 2554. การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในผลสะละ. น. 44-45. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 2 เรื่องการจัดการดินและปุ๋ยในสภาวะโลกร้อน. 11-13 พฤษภาคม 2554. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. (บรรยาย).
6. นารี พันธุ์จันทวารรณ นุจรี บุญแปลง และวรณิศา พลัดบุญทอง. 2556. ผลของแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณธาตุอาหารและคุณภาพของผลมะม่วงน้ำดอกไม้. น. 14. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 3 เรื่องวิกฤตของดินและการเกษตรในโลกที่เปลี่ยนแปลง. 25-27 เมษายน 2556. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (โปสเตอร์).
7. นารี พันธุ์จันทวารรณ วรณิศา พลัดบุญทอง และนุจรี บุญแปลง. 2556. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินและใบ และปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันที่ปลูกในชุดดินรังสิต. น. 28. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 3 เรื่องวิกฤตของดินและการเกษตรในโลกที่เปลี่ยนแปลง. 25-27 เมษายน 2556. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (โปสเตอร์).
8. นุจรี บุญแปลง นารี พันธุ์จันทวารรณ และสุมิตรา ภู่วโรดม. 2548. ปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนของเกษตรกรในภาคตะวันออกของประเทศไทย. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร. 36: 5-6 (พิเศษ): 421-424.
9. นุจรี บุญแปลง นารี พันธุ์จันทวารรณ และพรทิวา กัญยวงศา. 2552. ปริมาณธาตุอาหารในดินและใบมะม่วงจากแหล่งปลูกต่างๆของประเทศไทย. น. 166-173. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่องดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. 23-24 เมษายน 2552. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน, นครปฐม. (บรรยาย).
10. นุจรี บุญแปลง นารี พันธุ์จันทวารรณ และพรทิวา กัญยวงศา. 2554. ธาตุอาหารในใบและผลมะม่วงจากแหล่งปลูกต่างๆของประเทศไทย. น. 46-47. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 2 เรื่องการจัดการดินและปุ๋ยในสภาวะโลกร้อน. 11-13 พฤษภาคม 2554. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. (บรรยาย).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. พรทิวา กัญยวงศ์หา และนารี พันธุ์จินดาวรรณ. 2546. สมบัติและความอุดมสมบูรณ์ของดินบริเวณขอบแอ่งโคราชด้านตะวันออก. น. 40-41. ใน บทคัดย่อผลงานวิจัยพระจอมเกล้าลาดกระบังครั้งที่ 1. วันที่ 25 สิงหาคม 2546. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
12. พรทิวา กัญยวงศ์หา และนารี พันธุ์จินดาวรรณ. 2552. องค์ประกอบของแร่ดินเหนียวในดินบริเวณภูเขาล้อมรอบของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. น. 554-563. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่องดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. 23-24 เมษายน 2552. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน, นครปฐม. (โปสเตอร์).
13. วรณิศา พลัดบุญทอง นารี พันธุ์จินดาวรรณ และสุมิตรา ภู่วโรดม. 2548. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร. 36: 5-6 (พิเศษ): 425-428.
14. สุกัญญา แยมประชา นุจรี บุญแปลง และนารี พันธุ์จินดาวรรณ. 2554. อิทธิพลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตหน่อไม้ฝรั่ง และการเคลื่อนย้ายอนินทรีย์ไนโตรเจนในหน้าตัดดิน. น. 144-145. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 2 เรื่องการจัดการดินและปุ๋ยในสภาวะโลกร้อน. 11-13 พฤษภาคม 2554. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. (โปสเตอร์).
15. สุมิตรา ภู่วโรดม และนารี พันธุ์จินดาวรรณ. 2548. อิทธิพลของปุ๋ยคลอไรด์และซัลเฟตที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีดิน และความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร. 36: 5-6 (พิเศษ): 44-47.
16. สุมิตรา ภู่วโรดม วรณิศา พลัดบุญทอง และนารี พันธุ์จินดาวรรณ. 2552. ปริมาณธาตุอาหารในผลมะม่วงดิบและสุกพันธุ์น้ำดอกไม้ น. 174-179. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่องดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. 23-24 เมษายน 2552. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน, นครปฐม. (บรรยาย)
17. Phanchindawan, N. and P. Kanyawongha. 2012. Effects of calcium and boron application on Salak quality and nutrient composition. *Acta Horticulturae*. 984: 379-384.
18. Poovarodom, S. and N. Phanchindawan. 2006. Effects of chloride and sulfate in various N and K fertilizers on soil chemical properties and nutrient concentrations in durian leaf and fruit. *Acta Horticulturae*. 721: 191-197.
19. Poovarodom, S. and N. Phanchindawan. 2012. Pectin and calcium distribution in cell wall fractions of physiological disorder-affected mangosteen fruits. *Acta Horticulturae*. 984: 365-370.
20. Pornthiwa Kanyawongha and Naree Phanchindawan. 2007. Evaluation of Cassava-growing Soils Fertility in Rayong Province. Proc. of The International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development (ICIST) "Biological Diversity, Food and Agricultural Technology", Bangkok, Thailand. 26-27 April 2007. 388-392.
21. Sumitra Poovarodom and Naree Phanchindawan. 2004. Effect of Chloride and Sulfate in Various N and K Fertilizers on Nutrients Concentration in Durian Leaf and Fruit. Proc. of The 1<sup>st</sup> KMITL International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand. 25-26 August 2004. Vol.2: 129-131. (Oral)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. Yampracha, S., N. Boonplang and N. Phanchindawan. 2010. Nutrient Status of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) Leave and Soils in Western Thailand. In Proceeding of the 16<sup>th</sup> Asian Agricultural Symposium and 1<sup>st</sup> International Symposium Agricultural Technology, 25-27 August 2010, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand. (Poster)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**กิจกรรมย่อยที่ 5****ประวัติส่วนตัว**

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายศิริศักดิ์ แสนสุขกะโต  
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Sirisak Seansukato

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

**หน่วยงานที่รับผิดชอบ**

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์  
จังหวัดชุมพร 17/1 หมู่ที่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160 โทร. 0-7750-6411 และโทรสาร 0-  
7750-1445 มือถือ 089-7275320 E-mail : [seansukato@gmail.com](mailto:seansukato@gmail.com)

**ประวัติการศึกษา**

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	สาขาวิชา	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
-	ปริญญาเอก	-	-	-
2546	ปริญญาโท	วัสดุศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย
2542	ปริญญาตรี	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่	ไทย

**สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ**

ฟิสิกส์, วัสดุศาสตร์, กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

**ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ****1. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว**

-

**2. งานวิจัยที่กำลังทำ**

2.1. หัวหน้าโครงการ: เรื่อง เรื่องการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของการนำทาง กาบ และกะลามะพร้าว มาทำเป็นวัสดุปลูกสำเร็จรูป สำหรับต้นหน้าวัว (Study of Physicals and Mechanicals Properties of Using of Coconut Frond, Coconut Coir and Coconuts Shell Charcoal for an Ready-Made Media for Anthurium plant.)

แหล่งทุน เงินงบประมาณแผ่นดิน (วช.) ดำเนินการการวิจัยคล่องแล้ว ประมาณร้อยละ 100

2.2. ผู้ร่วมโครงการ: พัฒนาระบบการปลูกกาแฟอินทรีย์ (Development of Organic Coffee Planting System)

แหล่งทุน เงินงบประมาณแผ่นดิน (วช.) ดำเนินการการวิจัยคล่องแล้ว ประมาณร้อยละ 100

**3. ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่ และ/หรือนำเสนอในการประชุมทางวิชาการ****3.1 ประชุมวิชาการในระดับชาติ**

ปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ.2016)

3.1.1. **Seansukato, S.**, Sirijintananurak, S. The Study an Effect of Zinc Oxide-Nanoparticle on Physical and Mechanical Properties of Para Rubber Sheet. The 26<sup>th</sup> National Conference Thaksin University Integrating Research into the Society; 2016 May 26-29; Thailand. Songkhla. Hatyai. Buri Sriphu Boutique Hotel; 2016. P. 184-190.

3.1.2 Sirijintananurak, S., **Seansukato, S.**, Rattanapan, W. Effect of Growing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Media on the Growth of *Davallia solida* (Forst.) Sw. The 26<sup>th</sup> National Conference Thaksin University Integrating Research into the Society; 2016 May 26-29; Thailand. Songkhla. Hatyai. Buri Sriphu Boutique Hotel; 2016. P. 1029-1032.

3.1.3 Putthamrong, C., Seansukato, S., Tekapakvisit, C. Smart Classroom. The 1<sup>st</sup> Multi National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Science and Technology (IAMBEST 2016); 2016 May 19-21; Thailand. Chumphon; 2016. P.46.

3.1.4 Tongchai, J., Klinchan, C., Tekapakvisit, C., Seansukato, S., Tawilwisarn, S. Automatic Walker for Patient. The 1<sup>st</sup> Multi National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Science and Technology (IAMBEST 2016); 2016 May 19-21; Thailand. Chumphon; 2016. P.45.

ปี พ.ศ. 2560 (ค.ศ.2017)

3.1.5 ศิริศักดิ์ แสนสุขกะโต และสมลรัตน์ จินตนาสิรินุรักษ์ “อิทธิพลของนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการปลูกต้นหน้าวัว” การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 27 ประจำปี 2560; 3-4 พฤษภาคม 2560

ปี พ.ศ. 2561 (ค.ศ.2018)

3.1.6 สมลรัตน์ จินตนาสิรินุรักษ์ ศิริศักดิ์ แสนสุขกะโต วชิรินทร์ รัตนพันธ์ จักริณี ภูมิภาควิศิษฐ์ “วัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเฟินหลังสวน”วารสารแก่นเกษตร ฉบับพิเศษปีที่ 46 ฉบับพิเศษ 1 มหาวิทยาลัยขอนแก่น; มกราคม 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 6

## หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) : รองศาสตราจารย์ ดร. ปุณยวีร์ จามจริกุลกาญจน์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) : Assoc. Prof. Dr. Punyawee Jamjareegulgarn

## หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อดีสะดวก

หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ฯ

17/1 หมู่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160

โทรศัพท์มือถือ: 086-541-0424

โทรสาร: 0-7750-6426

E-mail: kjpunyaw@kmitl.ac.th

## ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	ภาควิชา/คณะ	ชื่อสถาบันการศึกษา
2538	ตรี	วศ.บ.	ภาควิชาวิศวกรรม โทรคมนาคม / คณะวิศวกรรมศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2541	โท	วศ.ม.	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (แขนงวิชาการระบบ โทรคมนาคม) / คณะ วิศวกรรมศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2560	เอก	วศ.ด.	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า / คณะวิศวกรรมศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ประสบการณ์วิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การสังเกตการณ์ชั้นไอโอโนสเฟียร์ แบบรูปความหนาอิเล็กทรอนิกส์ และสภาพอวกาศ
2. การออกแบบและสร้างระบบอัตโนมัติและระบบควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
3. การวิเคราะห์และประเมินสมรรถนะเครือข่ายสื่อสารแบบใช้สายและแบบไร้สาย
4. การประยุกต์ใช้งานวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทางด้านอาหาร เกษตรและพลังงานทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 7

### หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) : รองศาสตราจารย์ ดร. ปุณยวีร์ จามจริกุลกาญจน์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) : Assoc. Prof. Dr. Punyawee Jamjaregulgarn

### หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อดีสะดวก

หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ฯ

17/1 หมู่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160

โทรศัพท์มือถือ: 086-541-0424

โทรสาร: 0-7750-6426

E-mail: kjpunyaw@kmitl.ac.th

### ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	ภาควิชา/คณะ	ชื่อสถาบันการศึกษา
2538	ตรี	วศ.บ.	ภาควิชาวิศวกรรม โทรคมนาคม / คณะวิศวกรรมศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2541	โท	วศ.ม.	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (แขนงวิชาการระบบ โทรคมนาคม) / คณะ วิศวกรรมศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2560	เอก	วศ.ด.	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า / คณะวิศวกรรมศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ประสบการณ์วิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การสังเกตการณ์ชิ้นไอโอโนสเฟียร์ แบบรูปความหนาอิเล็กทรอนิกส์ และสภาพอวกาศ
2. การออกแบบและสร้างระบบอัตโนมัติและระบบควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
3. การวิเคราะห์และประเมินสมรรถนะเครือข่ายสื่อสารแบบใช้สายและแบบไร้สาย
4. การประยุกต์ใช้งานวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทางด้านอาหาร เกษตรและพลังงานทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**กิจกรรมย่อยที่ 8 :** การสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤตเปรียบเทียบกับ การสกัดด้วยการเหวี่ยงแยกรอบต่ำแบบควบคุมอุณหภูมิ

**1. นางสาวณกัญภัทร (ชื่อเดิม จันทนา) จินดา**

Miss Nakanyapatthara (Jantana) Jinda

2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 4 1020 00015 94 0

3. ตำแหน่งวิชาการปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์รับผิดชอบหลักสูตร วท.บ.เทคโนโลยีชีวภาพ

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาพื้นฐานทั่วไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ.ชุมพร

**ประสบการณ์การทำงาน**

พ.ศ. 2536-2539 ผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการควบคุมคุณภาพน้ำโรงงานอุตสาหกรรม บริษัทพี เอส เอนวิเทค จำกัด กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2551-2556 อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2547-2551 อาจารย์ประจำโครงการจัดตั้งภาควิชาเทคโนโลยีทางกระบวนการเคมีและฟิสิกส์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2547-2556 อาจารย์บัณฑิตศึกษา คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2547-ปัจจุบัน อาจารย์บัณฑิตศึกษา คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2545-2549 อาจารย์พิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

พ.ศ. 2547-2551 อาจารย์พิเศษ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

พ.ศ. 2551-2555 วิทยากร Thai Qualifications Framework for Higher Education (TQF:HEd) สำนักมาตรฐานและ ประเมินผลอุดมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

พ.ศ. 2548 – 2556 วิทยากรประจำโครงการอบรมทางวิชาชีพ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail**

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาพื้นฐานทั่วไป สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร โทร. 077-506-410 มือถือ 0-81564-4280  
E-mail: [nakanyapattharaj@gmail.com](mailto:nakanyapattharaj@gmail.com); [kjnakany@kmitl.ac.th](mailto:kjnakany@kmitl.ac.th)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2530-2534 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
- พ.ศ. 2534-2537 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พ.ศ. 2541-2547 วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต(เทคโนโลยีชีวภาพ) นานาชาติ  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.(สนับสนุนทุนการศึกษาโดยทุนพัฒนา  
อาจารย์ ทบวงมหาวิทยาลัย)  
ประกาศนียบัตร Certificate of Biodegradation and  
Bioremediation, USEPA, Washington, DC.  
Grant supported by USAID: 1999.

## 6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

เทคโนโลยีน้ำมันพืชและการตัดแปรน้ำมันพืชสำหรับอุตสาหกรรมที่มีใช้อาหารด้วยเอนไซม์ไลเปส การสกัดและประยุกต์ใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชสำหรับผลิตภัณฑ์เวชสำอาง และผลิตภัณฑ์อาหาร เทคโนโลยีเอนไซม์

## 7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

## 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย:

7.1.1 การพัฒนาสมบัติด้านการควบคุมวัชพืชและสัตว์รบกวนของฟิล์มคลุมดินจากยางพาราและพอลิ

แลคติกแอซิด (งบประมาณ 2555 แหล่งทุน วช.)

## 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย:

7.2.1 การคัดเลือกและศึกษาแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์ไลเปสจากผลปาล์มน้ำมันเสีย (พ.ศ.2542) แหล่งทุน โครงการส่งเสริมการวิจัยเพื่อพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาเอกชน ทบวงมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย)

7.2.2 การผลิตไบโอดีเซลจากผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันพืชเศรษฐกิจแบบต่อเนื่อง ด้วยวิธีทางชีวภาพ (2548-2549 แหล่งทุน: วช. ผ่าน สวพ. มก.)

7.2.3 การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากดาวเรืองด้วยเอนไซม์เซลลูเลส (2548-2549 แหล่งทุน: คณะอุตสาหกรรมเกษตร.มก.)

7.2.4 การสกัดสารออกฤทธิ์จากดาวเรืองด้วยเอนไซม์และการใช้ประโยชน์ (2549-2550 แหล่งทุน: วช. ผ่าน สวพ.มก.)

7.2.5 การเพิ่มปริมาณไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันสบู่ดำดิบด้วยเอนไซม์ไลเปสสำหรับไบโอดีเซล (2548 แหล่งทุน: กระทรวงพลังงาน ผ่าน KU Biodiesel )

7.2.6 การสกัดสารออกฤทธิ์จากสบู่ดำและการใช้ประโยชน์ (2550 แหล่งทุน: กระทรวงพลังงาน ผ่าน KU Biodiesel )

7.2.7 การผลิตครีมขนาดผสมสมุนไพรยับยั้งแบคทีเรียสาเหตุโรคเต้านมอักเสบในโคนม (2550-2551) แหล่งทุน: บริษัทเอกชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.8 Prevention from fungi on wood chip by chemical and natural preservatives (2007 แหล่งทุน: บริษัทเอกชน)

7.2.9 การใช้สารสกัดสบู่ดำยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคแบบฉวยโอกาสในคน (2551 แหล่งทุน: วช. ผ่าน KU Biodiesel งบประมาณของ สวพ.มก.)

7.2.10 การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากรำข้าวสังข์หยดและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง (2551 แหล่งทุน ศูนย์วิทยบริการ มก. กระจปี)

7.2.11 การสกัดสารหอมและการใช้ประโยชน์สารหอมจากดอกทุเรียน (2008 แหล่งทุน IRPUS, สกว.)

7.2.12 สารสกัดและทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพจากผักเหมียงและการใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ เครื่องสำอาง (2551 แหล่งทุน: วช. ผ่าน สวพ.มก.)

7.2.13 การทำสารต้านอนุมูลอิสระจากน้ำมันปาล์มให้บริสุทธิ์และการใช้ประโยชน์ (2552-2553 แหล่งทุน: วช. ผ่าน สวพ.มก.)

7.2.14 การสกัดและทำบริสุทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระจากน้ำมันปาล์มดิบสำหรับเครื่องสำอาง (2552-2554 แหล่งทุน ศูนย์วิทยบริการ มก. กระจปี)

7.2.15 ผลของการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระต่อสมบัติทางเคมีของน้ำมันปาล์มเพื่อผลิตไบโอดีเซล (2552 แหล่งทุน: วช. ผ่าน สวพ.มก.)

7.2.16 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดได้จากน้ำมันปาล์มดิบต่อสมบัติความคงทนต่อความร้อนของไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม (2552-2553 แหล่งทุน ศูนย์วิทยบริการ มก. กระจปี)

7.2.17 การพัฒนาการสกัดคาโรทีนอยด์จากดาวเรืองด้วยเอนไซม์ตรึงบนขี้เถ้าแกลบ (2552 แหล่งทุน: วช. ผ่าน สวพ.มก.)

7.2.18 การสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านเอนไซม์ไทโรซิเนสจากใบดาหลา (2553 แหล่งทุนเอกชน)

7.2.19 การแยกและคัดเลือกแบคทีเรียผลิตพอลิเมอร์ชีวภาพ พอลิอัลคาโนเอต (PHAs) จากของเสีย โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม (2553แหล่งทุน เอกชน)

7.2.20 การแยกและคัดเลือกแบคทีเรียผลิตเอนไซม์ไลเปส จากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม (2553 แหล่งทุน เอกชน)

7.2.21 ผลของการใช้สารสกัดใบสบู่ดำต่อการต้านกิจกรรมของยุงลาย (2553 แหล่งทุน: วช. ผ่าน KU Biodiesel )

7.2.22 การผลิตเพคตินจากเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (2011 แหล่งทุน: เอกชน)

7.2.23 การเก็บ รักษากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะรุมด้วยการห่อหุ้มด้วยอัลจิเนตร่วมกับ ไคโตแซน (2011 แหล่งทุน: เอกชน)

7.2.24 ผลของเส้นใยขัดฟันจากพอลิแลคติกแอซิดเคลือบสารสกัดจากใบฝรั่งต่อ *Streptococcus mutans* และ *Streptococcus sanguinis* (2011 แหล่งทุน: เอกชน)

7.2.25 การพัฒนาเม็ดสีธรรมชาติจากเปลือกเงาะและเปลือกแก้วมังกรสำหรับพลาสติกชีวภาพ (2556 แหล่งทุน: วช. ผ่าน สวพ.มก.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.26 การใช้สารสกัดฆ่าในพลาสติกย่อยสลายได้จากพอลิแลคติกเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแช่แข็ง (2012 แหล่งทุน: เอกชน และงบประมาณเงินรายได้ปี

2558 จาก สจล วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ.ชุมพร)

7.2.27 การสกัดแทนนินจากเปลือกเงาะและการประยุกต์ใช้ในถุงพลาสติกชีวภาพจากพอลิแลคติก (2012 แหล่งทุน: เอกชน)

7.2.28 การผลิตพอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอท (PHAs) โดยการหมักกากปาล์มน้ำมันด้วยแบคทีเรียที่คัดเลือกได้จากน้ำเสียและดินในบริเวณบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม (2558 แหล่งทุน งบประมาณแผ่นดิน ปี 2558 )

7.2.29 การผลิตข้าวยาแก้งสำเร็จรูป (แหล่งทุน สกอ ปี 2558)

7.2.30 การห่อหุ้มซีแซนทีนจากดอกดาวเรืองด้วยอนุภาคชีวภาพไคโตซาน และพอลิแลคติกแอซิด (แหล่งทุน:งบประมาณแผ่นดิน ปี 2559)

### 7.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย

7.3.1 องค์ประกอบทางเคมีและสารออกฤทธิ์ต้านจุลชีพจากสารสกัดสบู่ดำ (2548-2550 แหล่งทุน:สกว. ผ่านคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

7.3.2 การจัดการพืชพลังงานแบบครบวงจรในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน (2552-2554 แหล่งทุน: สวพ. มก)

7.3.3 การจัดการลำต้นปาล์มน้ำมันแบบไร้ของเสีย (2554 แหล่งทุน: สวพ. มก)

7.3.4 การศึกษาการตกแต่งผ้าไหมด้วยสมุนไพรไทยโดยสารประกอบเชิงซ้อนเบต้าไซโคลเดกซ์ทริน (2554 แหล่งทุน: สวพ. มก)

## 8. ผลงานวิจัย

### Special problem and Dissertations

1. ปัญหาพิเศษ ระดับปริญญาตรี เรื่อง การหมักเทมเป้ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ผสมในถาด
2. วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท เรื่อง การหมักโกโก้ด้วยจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้
3. Ph.D. Dissertation: Characterization and immobilization of lipase from *Pseudomonas* sp. KLB1; modification of crude palm oil by acidolysis reaction

### Publications (ย้อนหลัง 5 ปี)

1. Jinda, N. and T. Paniticharoenwong. 2016. The isolation and screening of polyhydroxyalkanoates producing bacteria from waste water and soil from palm oil manufacturing plant. **Journal of Biotechnology**. 4(1A): 547-555.
2. T. Vimwipa, S. Pathummad, and N. Jinda. 2016. Anti-oxidant and Anti-tyrosinase Activity of *Gnetum gnemon* Linn. Extract. In Proceeding of the international conference “The 6th International Conference on Natural Products for Health and Beauty (NATPRO6), January 21-23, 2016” Khon Khan University: 258-261.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Jinda, N. 2016. Anti-oxidation capacity and Nutrition Value of Rice and Vegetable Salad (Koa Yum Pak Tai). *In* Proceeding of the international conference “The 6th International Conference on Natural Products for Health and Beauty (NATPRO6), January 21-23, 2016”. Khon Khan University”. 262-265.

#### Presentation (ย้อนหลัง 5 ปี)

- กมลภัทร ตียวณางค์กุล และ ฅกัญภัทร จินดา. 2556. กิจกรรมด้านการเจริญของแบคทีเรีย ก่อให้เกิดคราบพลัคของสารสกัดจากใบฝรั่งกิมจู. น. 3 ใน รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- Watcharaporn Sriporn and Nakanyapatthara Jinda. 2013. Antibacterial activity of *Alpinia galangal* essential oil on food-borne bacteria from frozen seafood.  
Poster presentation In The Interconference : The 15<sup>th</sup> Food Innovation Asia Conference, 13<sup>th</sup>-14<sup>th</sup> June 2013, BITEC Bangna, Bangkok, Thailand.
- Charinton Molee and Nakanyapatthara Jinda. 2013. Rambutan tannin Extraction for biopolymer dye. Poster presentation In The Interconference : The 15th Food Innovation Asia Conference, 13th-14th June 2013, BITEC Bangna, Bangkok, Thailand.
- Nakanyapatthara Jinda, Araya Ananpongsuka, and Thanida Mulika. 2014. The effect of the extract from *Jatropha curcus* leaf on chikungunya and larvae of *Aedes aegypti*. Poster presentation In TSB International Forum 2014, September 16-19, 2014. BITEC, Bangkok, Thailand.
- Nakanyapatthara Jinda and Naiyana Rattanapiboon. 2014. Antioxidants in oil from sangyod rice bran and its application in cream-gel. Poster presentation (P35) In The 2014 Oils and Fats International Congress (OFIC) “Global Oils & Fats :Addressing Major Challenges” , 5th-7th November, 2014. Kualalumpur Convention Center, Malaysia.
- Nakanyapatthara Jinda, Jiraporn Khongkapan and Phattharamat Katcharone 2015. Effect of some grilled foods on the antioxidant activity of papaya salad (Som Tum). Poster presentation In The 25th Taksin University National Conference “Thai research: A vision of futurity”. 10th -12th June, 2015. Taksin University, Songkla, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Nakanyapatthara Jinda and Watcharapron Sripor. 2015. Antioxidant activity of Alpinia galangal oil on the lipid containing food and its antibacterial activity on food-borne bacteria. Poster presentation In the International conference “The 7th Biennial Meeting of Society for Free Radical Research-Asia (SFRR-Asia2015). 29<sup>th</sup> November-2<sup>th</sup> December, 2015, Empress Hotel, ChiangMai, Thailand.
8. ณกัญภัทร จินดา. 2559. ผักพื้นบ้านและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในข้าวย่าน้ำบูดู. นำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ ใน การประชุมระดับชาติ “การประชุมใหญ่โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา ครั้งที่ 4 (HERP CONGRESS IV), 8 – 10 กุมภาพันธ์ 2559, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, จังหวัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมย่อยที่ 9 : การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวกะทิใช้สำหรับ  
กลุ่มเกษตรกร

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล.....นายปัญญา แดงวิไลลักษณ์

เพศ  ชาย  หญิง วันเดือนปีเกิด.....5.เม.ย. 2517.....อายุ  
.....44.....ปี

สถานภาพ  โสด  สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	วิชาเอก	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
2560	เอก	วศ.ด.	วิศวกรรมเครื่องกล	Thermo fluids	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2542	โท	วศ.ม.	วิศวกรรมเครื่องกล	Thermo fluids	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2539	ตรี	วศ.บ.เกียรติ นิยมอันดับ 2	วิศวกรรมเครื่องกล	-	มหาวิทยาลัยสยาม	ไทย

สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ(แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)ระดับสาขาวิชาการ

- 1.การออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตร เทคโนโลยีปาล์มน้ำมันและพืชน้ำมัน เทคโนโลยียาง เทคโนโลยีไม้พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีการอบแห้ง
2. Graphic Design, CAD CAM CAE

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยระดับชาติ และระดับนานาชาติ

1 ประชุมวิชาการในระดับชาติ

1. ศิระ สายศร, วสันต์ ดั่งคำจันทร์, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ “ การศึกษากลไกการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดโดยใช้ เทคนิคไมโครเวฟร่วมกับฟลูอิดไดซ์เบด ” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18, หน้าที่ 860-863. ตุลาคม 2547, จ.ขอนแก่น
2. ศิระ สายศร ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ “ การเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวโพดโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบดร่วมกับไมโครเวฟและเครื่องอบแห้งแบบหมุนวนร่วมกับไมโครเวฟ ”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19, หน้าที่ 1079-1084. ตุลาคม 2548, จ.ภูเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** จำลอง ปราบแก้ว. “เครื่องบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กสำหรับกลุ่มเกษตรกร”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19, หน้าที่ 360-365. ตุลาคม 2548, จ.ภูเก็ต
4. ดิษฐพร ตุงโสธานนท์, **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์**, พงษ์เจต พรหมวงศ์ และ วชร กาลาสี. 2549. “ความต้องการพลังงานภาคการผลิตของประเทศไทยในแต่ละช่วงของเศรษฐกิจ: ส่วนที่ 1 ช่วงปี 1987-2004”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
5. วชร กาลาสี, **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์**, ดิษฐพร ตุงโสธานนท์ และ พงษ์เจต พรหมวงศ์. 2549. แนวโน้มความต้องการพลังงานในภาคการผลิตของไทย: ส่วนที่ 2 (2005-2020)”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
6. **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์**, ศิระ สายศร “เครื่องบีบน้ำมันปาล์มแบบสายพานกรองอัดขนาดเล็กสำหรับกลุ่มเกษตรกร” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 2018-20 ตุลาคม 2549 จังหวัดนครราชสีมา
7. กฤษ สมนึก **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** วชร กาลาสี “พัฒนาการอบปาล์มน้ำมันด้วยไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่อง” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
8. **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** จำลอง ปราบแก้ว “เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะเลลายแบบลากจูง” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
9. **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** และ กฤษ สมนึก “เครื่องเคลื่อนไปผลส้มโอ” การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 10 ประจำปี 2552, 1 – 3 เมษายน 2552 ณ สุรสัมมนาการ ม. เทคโนโลยีสุรนารี
10. **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์**, วชร กาลาสี “การพัฒนาเครื่องไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่องในการอบผลหมาก” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, 4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่
11. **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** “การทำความเย็นแบบแอร์ฟอล์ยคลุ้สำหรับกล้วยเล็บมือนางบรรจุกล่อง” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24, 20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี
12. **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** และ จำลอง ปราบแก้ว “การพัฒนาเครื่องแยกเนื้อและเมล็ดปาล์มกึ่งอัตโนมัติสำหรับกลุ่มเกษตรกร” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24, 20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี
13. พุทธิพงษ์ เลชะชัยวรกุล, **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์**, ญัฐภูมิ ประภากุล, ทัดเทพ ไกยสิทธิ์, ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล, สุวโรจน์ จันท์ศรี “การศึกษาการอบไม้บางจากไม้ปาล์มน้ำมันด้วยลมร้อน/ไมโครเวฟ : จลนพลศาสตร์และการทดสอบแรงดึง” การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 1 The 1st National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology 201

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. **ปัญญา ขแดงวิไลลักษณ์** เกียรติภูมิ นวลแก้ว ธิติพงษ์ ผลเจริญนนท์ ศุภนิสา ทองเอียด และ อภิวัฒน์ มาศเมฆ “รถสูตรนํ้าคํ้า สจล. วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ TERMINAL V” การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 2 The 2nd National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology 2017
15. **ธนสาร ลี้เกตุประชาลักษณ์ ธนวัฒน์ ทรัพย์มี นพโชค จามวาสี และปัญญา ขแดงวิไลลักษณ์** “การศึกษาถ่วงอบความดันแนวตั้งเพื่ออบผลปาล์ม” การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 2 The 2nd National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology 2017
16. **ปัญญา ขแดงวิไลลักษณ์** นพดล กองขมิ้น พีรพล ถิ่นแก้ว และสนธยา จันทร์แดง “การศึกษากระบวนการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดจากแกนกลางลำต้นปาล์มนํ้ามันสำหรับกลุ่มเกษตรกร” การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 2 The 2nd National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology 2017
17. **ปัญญา ขแดงวิไลลักษณ์ จุลดิศ ศิริสุวรรณ ยศวรรณ จุ้ยต่าย และสดาญ วงสวาท** “การศึกษากระบวนการผลิตนํ้ามันมะพร้าวบริสุทธิ์จากมะพร้าวพันธุ์ชุมพรลูกผสม 60” การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 2 The 2nd National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology 2017

#### ประชุมวิชาการในระดับนานาชาติ

1. **Patara Suppatkul, Panya Daungvilailux and Chamlong Prabkeao.** “Development of Palm Oil Pressing Machine Without Sterilization Process” International Workshop Strengthening the Application of Agricultural Engineering and Post harvest Technology for Effective and Sustainable Development in Agricultural Production, pp 129, Dec 2005, Hanoi, Vietnam
2. **Panya Daungvilailux** “Para rubber seed cracking and separating machine” International Workshop Strengthening the Application of Agricultural Engineering and Post harvest Technology for Effective and Sustainable Development in Agricultural Production, pp 129, Dec 2005, Hanoi, Vietnam
3. **Panya Daungvilailux, Charuwat Chareonsuk.** “Development Of Cashew Kernel (Anacardium Occidentale Of Fumigato) With Microwave By Using A Continuous Belt, The Second TSME International Conference on Mechanical Engineering 19-21 October, 2011, Krabi
4. **Panya Daungvilailux,** The study of separate machine crude palm oil with hot water and centrifugation from mesocarp palm for farmer usage, The International

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

conference of the Thai Society of Agricultural Engineering 2012, April 4 – 5, 2012, Chiangmai, Thailand

5. **Panya Daungvilailux**, Jarruwat Charoensuk, Evaluation of oil palm wood drying process using Microwave by using a Continuous Belt., The 3<sup>rd</sup> TSME International Conference on Mechanical Engineering 24-27 October 2012, Chiang Rai

6. **Panya Daungvilailux**, The study of drying oil palm fruit with hot air using cylindrical tank. , The 4<sup>th</sup> TSME International Conference on Mechanical Engineering 16-18 October 2013, Pattaya, Chonburi

7. **Panya Dangvilailux**, Warunee Limmun, The Palm Nut Cracking Machine with Rotor type., The 5th TSME International Conference on Mechanical Engineering 17-19th December 2014, Chiang Mai

8. Naruebodee srisang, Chairat phetkeri, **Panya daungvilailux**, Germinated Cereals Drying Using Hot Air Fluidization Technique Combined with Halogen Lamp. proceedings of 40th the ires international conference, zurich, switzerland, 10th june 2016.

9. **Panya Dangvilailux**, Jarruwat Charoensuk, The study of microwave and hot air drying on mechanical properties of oil palm timbers., The 9th Thai Society of Agricultural Engineering Internatinal Conference, 8-10 September 2016

10. **Panya Dangviluilux**, Dithaporn Thungsotanon and Chompoonud Kulketwong. The Study machine separate of nut and kernel palm by Hydro-cyclone. The 9th Thai Society of Agricultural Engineering Internatinal Conference, 8-10 September 2016

11. Puttipong Lekachaiworakul, **Panya Dangvilailux** and Chaiwat Rattanamechaikul. The effects of hot air and microwave drying on kinetic rate and mechanical property of oil palm veneer. Energy Procedia(2017) 2017 International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economies, 25-26 May 2017

12. **Panya Dangvilailux**, and Jarruwat Charoensuk, The Study of Halogen Lamps and Microwave Drying on Mechanical Properties of Oil Palm Timbers. The 10th TSAE International Conference, 7-9 September 2017

13. **Panya Dangvilailux**, and Jarruwat Charoensuk, Effects of Convection and Microwave Drying Schemes on the Characteristics and Sound Absorption of Acoustic Oil Palm Boards. BioResources, Vol 13, No 2 2018, 929-944.

#### ผลงานทางวิชาการในลักษณะอื่นๆ

สิ่งประดิษฐ์ “ เครื่องแยกผลปาล์มจากทะลาย ชนิดดั่งกลมและฐานหมุน ” จำลอง ปราบแก้ว , จารุวัตร เจริญสุข และ ปัญญาแดง วิไลลักษณ์ “ ผลงานดีเด่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจัยแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ.2545ได้รับอนุสิทธิบัตร เลขที่ 1339 เมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม 2546. และได้เผยแพร่ใน วารสารสมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ปีที่ 2 เล่มที่ 3 ประจำเดือนกุมภาพันธ์- มีนาคม 2546 , วารสาร UP DATE, ปีที่ 18 ฉบับที่ 185 ประจำเดือน มกราคม 2546. และจดหมายข่าว ปาล์มน้ำมัน ปีที่ 3 ฉบับที่ 4 เดือน ธันวาคม – กุมภาพันธ์ 2545

### ประสบการณ์ด้านที่ปรึกษา

- 1.ที่ปรึกษาพัฒนาอุตสาหกรรมของศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาค 10 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม บริษัทเข้าร่วมโครงการ บริษัท สมอทองน้ำมันปาล์ม จำกัด ปี 2556-2557
- 2.ที่ปรึกษา บริษัท ศรีสุขปาล์ม จำกัด ปี 2555-2560
- 3.ที่ปรึกษา ตำแหน่งวิศวกรเครื่องกล “โครงการปรับปรุงและพัฒนาระหัดวิดน้ำ” ของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ปี 2557-2558
4. ที่ปรึกษา ตำแหน่งวิศวกรเครื่องกล “โครงการศึกษาการสูบน้ำด้วยกังหันลมในพื้นที่การเกษตร”ของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ปี 2558-2559
- 5.ที่ปรึกษา ตำแหน่งวิศวกรเครื่องกล “การบูรณาการจัดทาแผนรองรับยุทธศาสตร์สินค้าเกษตรเป็นรายพืชเศรษฐกิจ 4 สินค้า เพื่อผลิตพลังงานทดแทน”ของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ปี 2560
- 6.ที่ปรึกษา ตำแหน่งหัวหน้าโครงการ “กิจกรรมพัฒนาการรวมกลุ่มและเชื่อมโยงอุตสาหกรรม (Industrial Cluster Development) กลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปีที่ 2 ภายใต้โครงการสร้างและพัฒนาเครือข่าย และการรวมกลุ่มอุตสาหกรรมในรูปแบบคลัสเตอร์”ของ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 10 กระทรวงอุตสาหกรรม ปี 2560
- 7.ที่ปรึกษา ตำแหน่งหัวหน้าโครงการ “ศึกษาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบพื้นกันลื่นยางกับเส้นใยทะเลลายปาล์ม” ของกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จ.ชุมพร และ กลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำยางพารา จ.นครศรีธรรมราช ร่วมกับกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่10 กระทรวงอุตสาหกรรม ปี 2560
- 8.ที่ปรึกษา ตำแหน่ง วิศวกรเครื่องกล “การศึกษาโอกาสในการใช้ชีวมวลในหม้อไอน้ำของโรงพยาบาล” ของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ปี 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิจกรรมย่อยที่ 10 : การศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อเป็นอาหารสัตว์

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวธนรรชมลวรรณ พลมัน  
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Thanatsamonwan Phonmun
- หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน : 3-3612-00601-515
- หน่วยงาน และสถานที่ติดต่อ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร  
17/1 หมู่ที่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160  
หมายเลขโทรศัพท์ 077-506-410 ต่อ 4574 ; มือถือ 081-723-3547  
โทรสาร 077-591-446  
E-mail : [khthanat@kmitl.ac.th](mailto:khthanat@kmitl.ac.th); [nangnaka\\_99@hotmail.com](mailto:nangnaka_99@hotmail.com)
- ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2542	ตรี	วท.บ. (วิทยาศาสตร์บัณฑิต)	เทคโนโลยีการเกษตร	เทคโนโลยีการผลิตสัตว์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ไทย
2545	โท	วท.ม. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต)	เกษตรศาสตร์	สัตวศาสตร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ไทย
2555	เอก	วท.ด. (วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต)	เทคโนโลยีการเกษตร	เทคโนโลยีการผลิตสัตว์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ไทย

### 5. สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ

โภชนศาสตร์สัตว์ การผลิตสัตว์แพะแกะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. ประสพการณ์เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

### ผลงานวิจัยที่เป็นชื่อแรก

ศิริลักษณ์ พลมัน. 2545. ผลของการเสริมวิตามินอีต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตลักษณะซากและการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสุกร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 127 น.

ธนรรษมลวรรณ พลมัน. 2555. ผลของการตอน และการเสริมกวาวเครือขาวต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และกรดไขมันในเนื้อแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 143 น.

ธนรรษมลวรรณ พลมัน, ถาวรณ สุบรรณรัตน์, วีรวัฒน์ ฉายา, อภิชาติ ครุฑสุวรรณ และ ทรงศักดิ์ จำปาหวีดี. (2549). การประเมินค่าทางโภชนาของผลพลอยได้จากการเกษตร อุตสาหกรรม และพืชอาหารสัตว์ในโคนม. ทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2549. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร. 61 หน้า.

ธนรรษมลวรรณ พลมัน และถาวรณ สุบรรณรัตน์. 2550. ผลของการใช้เปลือกเสาวรสในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตไก่ไข่. งานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2550. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร. 59 หน้า.

ธนรรษมลวรรณ พลมัน และถาวรณ สุบรรณรัตน์. 2557. การศึกษาการย่อยได้ของเศษวัสดุคุดิบเหลือใช้ทางอุตสาหกรรมเกษตรในจังหวัดชุมพรเพื่อเป็นแหล่งอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย. 1 (ฉบับพิเศษ) : 233-236.

ธนรรษมลวรรณ พลมัน และถาวรณ สุบรรณรัตน์ และทรงศักดิ์ จำปาหวีดี. 2558. การประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และการย่อยได้ของเศษเหลือจากอุตสาหกรรมการเกษตรเพื่อเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. วารสารแก่นเกษตร. ปีที่ 43 (ฉบับพิเศษ1) : 491-498.

ธนรรษมลวรรณ พลมัน ปราโมทย์ แพงคำ และ J.B. Liang. 2558. ผลของคอนเดนส์แทนนินจากเปลือกมังคุดต่อประสิทธิภาพการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย. ปีที่ 2 (ฉบับพิเศษ) : 443-446.

ธนรรษมลวรรณ พลมัน ถาวรณ สุบรรณรัตน์ และ สุภาวดี ฉิมทอง. 2559. ผลของระดับน้ำตาลต่อคุณภาพของแบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำหมักจากทางใบปาล์มน้ำมัน. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 44 (ฉบับพิเศษที่1) :511-516.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนรรชมลวรรณ พลมัน และวันวิสา ฉายแก้ว. 2560. ผลของคอนเดนส์แทนนินจากใบกระถินบ้านต่อการกำจัดพยาธิตัวกลมในแพะเนื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 48 (ฉบับพิเศษที่ 2): 588-594.

### กิจกรรมย่อยที่ 11 : การใช้ประโยชน์จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำ หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นายชนากร เหมะสกล  
Mr. Tanakorn Haemasaton
2. เลขบัตรประจำตัว 3860100951730
3. ตำแหน่ง อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ตำบลชุมโค  
อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160 โทรศัพท์ 0-7750-6411  
โทรสาร 0-7759-1445, 0-7759-1446 e-mail: tanakorn.ha@kmitl.ac.th

#### 5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	วิชาเอก	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
2549	โท	วท.ม.	การประมง	การประมง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ไทย
2538	ตรี	วท.บ.	เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	ไทย

#### 6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ , อาหารสัตว์น้ำ

#### 7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

##### 1. งานวิจัยที่เผยแพร่

ชนากร เหมะสกล และดวงใจ พิสุทธิธाराชัย.๒๕๕๙. การใช้กล้วยหอมทองสุกในสูตรอาหารเลี้ยงปลาชนิด. วารสารแก่นเกษตร. ๔๔ (๔) : ๖๘๗-๖๙๒.

ชนากร เหมะสกล และดวงใจ พิสุทธิธाराชัย.๒๕๖๐. แนวทางการเพิ่มผลผลิตปูทะเลในกระชังบ่อดินโดยใช้วัสดุหลบซ่อนต่างกัน.วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ (ฉบับพิเศษ).๒๐ (๓) : ๑-๗.

ชนากร เหมะสกล และดวงใจ พิสุทธิธाराชัย.๒๕๕๙. ผลของนมหมักกรดผสมสารเสริมอาหารสัตว์ในสูตรอาหารเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม.ในการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ ๒๖ ประจำปี ๒๕๕๙, ๗๓๐-๗๓๔. วันที่ ๒๖-๒๙พฤษภาคม๒๕๕๙ณ โรงแรมบุรีศรีภูบูติก อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดวงใจ พิสุทธิ์ธาราชัย และ ธนากร เหมะสถล.๒๕๖๐. ผลของแคดเมียมและคอปเปอร์ต่อการแสดงออกของยีน Metallothionein ในปลาไนล.วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ (ฉบับพิเศษ)๒๐ (๓) : ๓๔-๔๒.  
 วรพงษ์ นลินานนท์ สายชล เลิศสุวรรณ และ ธนากร เหมะสถล.๒๕๖๐. การเปรียบเทียบการเลี้ยงปลาไนลในกระชังระบบผลักดันมวลน้ำและเติมอากาศกับกระชังทั่วไป. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 36 (4) : 486-491

## กิจกรรมย่อยที่ 12 : การใช้ทางใบมะพร้าวปรับปรุงคุณภาพต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม

### ประวัติคณะผู้วิจัย

- ชื่อ นายสุธีร์วัฒน์ พันธุ์มัลย์  
Mr.Suteerawat Punmalai
- หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 3301 01573 628
- ตำแหน่ง อาจารย์  
เวลาที่ใช้ทำวิจัย 18 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์
- หน่วยงานที่สังกัด  
หลักสูตรสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร  
หมู่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160  
โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0-8626-06210 โทรศัพท์ที่ทำงาน 0-7750-6414  
โทรสาร 0-7759-1446  
Email : superkokay1@yahoo.com, kpsuteer@kmitl.ac.th

๕. ประวัติการศึกษาต้องระบุสถาบันการศึกษา สาขาวิชาและปีที่จบการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2539	ตรี	วท.บ. (วิทยาศาสตร์บัณฑิต)	เกษตรศาสตร์	สัตวศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก	ไทย
2545	โท	วท.ม. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต)	เทคโนโลยีการเกษตร	สัตวศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย

- สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง สัตว์เคี้ยวเอื้อง พืชอาหารสัตว์วิทยาศาสตร์น้ำนม และเทคโนโลยีสารสนเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๗. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ (โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือ ผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย)

๗.๑ หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.1.1 โปรแกรมจัดการฟาร์มแพะเนื้อ LCMG (Ladkrabang Chumphon Meat Goat Farm). สุธีร์วัฒน์ พันธุ์มาลัย (หัวหน้าโครงการ). งบประมาณกองทุนพัฒนางานวิจัยประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปี 2560. ดำเนินการ 100 %.

๗.๒ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำเสร็จแล้ว : (ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุนย้อนหลังไม่เกิน ๕ ปี)

7.2.1 สุธีร์วัฒน์ พันธุ์มาลัย. 2561. การประเมินค่าการย่อยได้แบบ *in vitro* ของใบกล้วยหมักในโคนม. (การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย). การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 28 ประจำปี 2561. วันที่ 8-9 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมบีพี สมิหลา บีช อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา. น. 70-78.

หมายเหตุ งานวิจัย ได้รับรางวัลผลงานวิจัย ดีมาก ภาคบรรยาย สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพและเกษตรศาสตร์ เรื่อง การประเมินค่าการย่อยได้แบบ *in vitro* ของใบกล้วยหมักในโคนม. ในการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 28 ประจำปี 2561. วันที่ 8-9 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมบีพี สมิหลา บีช อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา.

7.2.2 นพดล ชัยวิสูตร, ดาวูด อูราม่า และ สุธีร์วัฒน์ พันธุ์มาลัย. 2561. การประเมินค่าการย่อยได้แบบ *in vitro* และ *in situ* ของใบยางพาราปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาในโคนม. (การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย) (บทคัดย่อ). ในการประชุมวิชาการการนำเสนอผลงานวิชาการ ระดับปริญญาบัณฑิต ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ครั้งที่ 5. วันที่ 22-23 มีนาคม 2561 ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. น. 22.

หมายเหตุ งานวิจัย ได้รับรางวัล ดีเด่น ภาคบรรยาย กลุ่มสัตวศาสตร์. ในการประชุมวิชาการการนำเสนอผลงานวิชาการ ระดับปริญญาบัณฑิต ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ครั้งที่ 5. วันที่ 22-23 มีนาคม 2561 ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

7.2.3 สุธีร์วัฒน์ พันธุ์มาลัย. 2560. การใช้โปรแกรมจัดการฟาร์มโคนม LCDF (Ladkrabang Chumphon Dairy Farm). (การนำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์). การประชุมวิชาการระดับชาติ วลัยลักษณ์วิจัยทางการจัดการครั้งที่ 6 (WMS Management Research National Conference # 6) ภายใต้แนวคิด Creativity 's Value and Innovation, วันที่ 19 พฤษภาคม 2560, ณ โรงแรมทวินโลดส์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. น. 1597-1606.

หมายเหตุ งานวิจัย ได้รับรางวัล Best Poster ในการนำเสนอผลงานทางวิชาการประเภทการนำเสนอแบบโปสเตอร์ สาขาจัดการฟาร์ม เรื่อง การใช้โปรแกรมจัดการฟาร์มโคนม LCDF (Ladkrabang Chumphon Dairy Farm). ในการประชุมวิชาการระดับชาติ วลัยลักษณ์วิจัยทางการจัดการครั้งที่ 6 (WMS Management Research National Conference # 6) ภายใต้แนวคิด Creativity 's Value and Innovation, วันที่ 19 พฤษภาคม 2560, ณ โรงแรม

ทวินโลดส์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.4 สุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย. 2560. การประเมินค่าการย่อยได้แบบ *in vitro* ของเปลือกกล้วยหมักในโคนม. (การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย, Session วิทยาศาสตร์ชีวภาพและเกษตรศาสตร์). การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 27 ประจำปี 2560 และการประชุมวิชาการระดับชาติด้านบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์ ครั้งที่ 3, ภายใต้แนวคิดประเทศไทย 4.0 วิจัยขับเคลื่อนสังคม (Thailand 4.0 Research to mobilize society), วันที่ 3-6 พฤษภาคม 2560, ณ โรงแรมบีพีสมิหลาบีช อำเภอเมืองฯ จังหวัดสงขลา. น. 35-41.

7.2.5 สุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย. 2560. โปรแกรมจัดการฟาร์มโคเนื้อ LCBF (Ladkrabang Chumphon Beef Farm) และความพึงพอใจในโปรแกรม LCBF ของเกษตรกรฟาร์มโคเนื้อในจังหวัดชุมพร. (การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย, Session วิทยาศาสตร์ชีวภาพและเกษตรศาสตร์). การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 27 ประจำปี 2560 และการประชุมวิชาการระดับชาติด้านบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์ ครั้งที่ 3, ภายใต้แนวคิดประเทศไทย 4.0 วิจัยขับเคลื่อนสังคม (Thailand 4.0 Research to mobilize society), วันที่ 3-6 พฤษภาคม 2560, ณ โรงแรมบีพีสมิหลาบีช อำเภอเมืองฯ จังหวัดสงขลา. น. 42-48.

7.2.6 Suteerawat Punmalai, Phongthorn Kongmun, Pornsri Chirattanayuth and Somjit Surapat. 2016. Supplements of *Saccharomyces cerevesiae* on Production Performance of Lactating Cows. *KMITL Science and Technology Journal*. July-December 2016. 16(2): 57-63.

7.2.7 กิตติสุข บุญปัด และสุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย. 2558. การประเมินค่าการย่อยได้แบบ *in vitro* และ *in situ* ของหญ้าคาปรับปรุงคุณภาพในโคนม (บทคัดย่อ). งานประชุมวิชาการนักศึกษาระหว่างมหาวิทยาลัยในเขตภาคใต้ (LUCA) วันที่ 26-27 มีนาคม 2558 ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร. น. 6

7.2.8 สุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย. 2558. โปรแกรมจัดการฟาร์มโคเนื้อ LCBF (Ladkrabang Chumphon Beef Farm). เลขจดลิขสิทธิ์ที่ ว.1. 5281 วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2558.

7.2.9 สุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย. 2558. โปรแกรมจัดการฟาร์มโคนม LCDF (Ladkrabang Chumphon Dairy Farm). เลขจดลิขสิทธิ์ที่ ว.1. 5282 วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2558.