



การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับการเสริมใบสักและคุณภาพน้ำนมในโคนม

Correlation of teak leaves and milk quality in dairy cows

นางสาวรุ่งนภา ทองศรี

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรสัตวศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปีการศึกษา 2563

วันที่...../...../.....

งานทะเบียนและประมวลผล

เรื่อง

การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับการเสริมใบสีกและคุณภาพน้ำนมในโคนม

Correlation of teak leaves and milk quality in dairy cows



ปัญหาพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ปัญหาพิเศษ

## เรื่อง

การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับการเสริมใบสักและคุณภาพน้ำนมในโคนม

Correlation of teak leaves and milk quality in dairy cows

โดย

นางสาวรุ่งนภา ทองศรี

เสนอ

หลักสูตรสัตวศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อ

การศึกษาระดับการเสริมใบสั๊กหมักในโคนมพันธุ์ Holstein Friesian ระยะให้นม โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ การเสริมใบสั๊กหมักหมักระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยวางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 Latin square โดยใช้โคนมจำนวน 6 ตัว พบว่า ปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ (DMIC) เท่ากับ 6.01, 6.38 และ 6.21 กิโลกรัม /ตัว/วัน ตามลำดับ ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้(DMIR) เท่ากับ 33.65, 36.30 และ 35.34 กิโลกรัม /ตัว/วัน ตามลำดับ และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ (DMIT) เท่ากับ 39.65, 42.69 และ 41.55 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ปริมาณน้ำนม (MILK) เท่ากับ 12.05, 13.31 และ 12.73 กิโลกรัม /ตัว/วัน ตามลำดับ ( $P < 0.01$ ) และ องค์ประกอบน้ำนม พบว่าปริมาณโปรตีนนม (PRO) เท่ากับ 2.66, 2.87 และ 2.89 เปอร์เซ็นต์ /ตัว/วัน ตามลำดับ ปริมาณไขมันนม (FAT) เท่ากับ 3.36, 3.97 และ 4.05 เปอร์เซ็นต์ /ตัว/วัน ตามลำดับ ปริมาณ น้ำตาลนม (LAC) เท่ากับ 4.61, 4.87 และ 4.72 เปอร์เซ็นต์ /ตัว/วัน ตามลำดับ ปริมาณของแข็งในน้ำนมทั้งหมด (TS) เท่ากับ 11.94, 12.24 และ 12.41 เปอร์เซ็นต์ /ตัว/วัน ตามลำดับ ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม (SNF) เท่ากับ 7.98, 8.29 และ 8.33 เปอร์เซ็นต์ /ตัว/วัน ตามลำดับ ( $P < 0.01$ ) ในส่วนคุณภาพน้ำนม มีปริมาณโซมาติกส์เซลล์ (SCC) เท่ากับ 103.75, 74.17 และ 50.46 ( $SCC \times 10^3$  เซลล์ /มิลลิลิตร/ตัว/วัน) ตามลำดับ และ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (APC) เท่ากับ 383,916.67, 328,791.67 และ 217,958.33  $APC \times 10^3$  เซลล์ /ตัว/วัน ตามลำดับ ( $P < 0.01$ )

ส่วนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ (DMIT) กับปริมาณน้ำนม (MILK) ) กับระดับการเสริมใบสั๊กหมัก (SUK) ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ (DMIR) ปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ (DMIC) และกำไร (INC) มีค่า  $r$  เท่ากับ 0.99, 0.54, 0.98, 0.79 และ 0.90 ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มไปในทิศทางเป็นบวก และมีปริมาณของโซมาติกเซลล์ (SCC) เท่ากับ 103.75, 74.17 และ 50.46 ( $SCC \times 10^3$  เซลล์/มิลลิลิตร/ตัว/วัน) ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) โดยปริมาณโซมาติกเซลล์ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าลดลง เมื่อมีการเสริมใบสั๊กหมักเพิ่มขึ้น และพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (APC) เท่ากับ 383,916.67, 328,791.67 และ 217,958.33  $APC \times 10^3$  เซลล์ /ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่า  $r$  ของปริมาณโซมาติกเซลล์ (SCC) สูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 0.96 และ -0.99 ตามลำดับ และค่า  $r$  ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (APC) สูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 0.96 และ -0.98 ตามลำดับ

## คำนิยม

ปัญหาพิเศษเรื่องนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์จาก ท่านอาจารย์ ดร.สุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งคอยให้คำปรึกษาที่ดีตลอดมา ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ที่อนุเคราะห์สถานที่ทำการทดลองและห้องปฏิบัติการทางโขนศาสตร์ ในการทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณ ศรีประเสริฐ ฟาร์ม ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการทำการทดลอง ตลอดจนคุณอรสา ชูละเอียด นักวิทยาศาสตร์ ที่คอยช่วยเหลือในการใช้ห้องปฏิบัติการ และให้คำแนะนำวิธีการใช้อุปกรณ์ต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่มอบโอกาสทางการศึกษาและคอยเป็นกำลังใจ และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนที่คอยช่วยเหลือ และให้คำแนะนำทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวรุ่งนภา ทองศรี

มิถุนายน 2564

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ก
คำนิยม	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	43
ผลการทดลอง	53
วิจารณ์ผลการทดลอง	64
สรุปผลการทดลอง	68
เอกสารอ้างอิง	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงคุณภาพน้ำนมดิบตามมาตรฐาน มกอช.	37
2. แสดงองค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้นและอาหารหยาบ	55
3. แสดงระดับการเสริมไบสัทหมักต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม	57
4. แสดงต้นทุนการผลิต การเสริมไบสัทหมัก ต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม	60
5. แสดงผลการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำนม องค์ประกอบ โชมาติกเซลล์ จุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณอาหารที่กิน และกำไร	61

## คำนำ

การเลี้ยงโคนมเป็นอีกหนึ่งอาชีพทางการเกษตรที่สำคัญอาชีพหนึ่ง ซึ่งมีประสบปัญหาเกี่ยวกับต้นทุนการผลิตสูง และอาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมมีคุณภาพต่ำ ยิ่งส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ และน้ำนมที่ได้นั้นมีคุณภาพต่ำ ทำให้เกษตรกรต้องลดต้นทุนในการผลิต โดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และอุตสาหกรรม ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องหาแหล่งวัตถุดิบอาหารหยาบใหม่ที่มีอยู่ในท้องถิ่น โดยการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร คือ ใบสั๊ก ซึ่งสามารถนำมาเสริมในอาหารโคนม เพื่อลดต้นทุนในการผลิตได้ ใบสั๊กที่ได้นั้นเป็นสิ่งเหลือใช้ที่ได้มาจากการตัดแต่งกิ่งต้นสั๊ก จึงสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ฉะนั้น การใช้ใบสั๊กปรับปรุงคุณภาพ จึงเป็นอีกแนวทางในการลดปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบ และสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมได้

## วัตถุประสงค์

1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ
2. ศึกษาระดับการเสริมไบสั๊กต่อคุณภาพน้ำนมในโค
3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการเสริมไบสั๊ก และคุณภาพน้ำนมในโค
4. ศึกษาต้นทุนการผลิตต่อระดับการเสริมไบสั๊กในโคนม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

สัก

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Tectona grandis* L.f.

ชื่อสามัญ : TEAK

ชื่อสามัญอื่นๆ : เคาะเยียโอ, ปายี่, เป๋อयी, เส้บายี่

อันดับ (Order) : Lamiales

วงศ์ (Family) : Verbenaceae

สกุล (Genus) : *Tectona*

ชนิด (Specie) : *T. grandis*

### ประวัติต้นสัก

ไม้สักทองเป็นไม้ที่มีชื่อเสียงรู้จักกันแพร่หลายทั่วโลก อันเนื่องมาจากเนื้อไม้มีคุณภาพสูง เป็นไม้ที่มีสีส้มและลวดลายธรรมชาติที่งดงาม ไม้สักชนิดหนึ่งสีของเนื้อไม้จะเป็นสีน้ำตาลทอง และมีลวดลายสีดำ เนื้อไม้ของไม้สักค่อนข้างที่จะละเอียด มีเส้นตรง น้ำหนักเบา ทำให้ง่ายต่อการเลื่อย ไส และตกแต่ง แต่ก็มีความแข็งแรงพอสมควร

ไม้สักสามารถที่จะนำมาใช้งานได้แทบทุกอย่างเท่าที่ไม้เนื้อแข็งชนิดอื่นๆ จะทำได้ เช่น นำมาใช้ในงานก่อสร้าง และโครงสร้างของที่อยู่อาศัย ใช้ทำดาตไฟฟ้าเรือ ใช้ทำเครื่องเรือน เฟอร์นิเจอร์ และใช้ในการแกะสลักได้อย่างยอดเยี่ยม ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ไม้สักยังมีความต้านต่อปลวก เชื้อรา เห็ดต่างๆ ทนต่อกรด ไม่ทำให้เหล็กเป็นสนิม ตลอดทั้งทนทานต่อลมฟ้าอากาศที่จะทำลายเนื้อไม้ ดังจะเห็นได้จากสภาพของโบสถ์ วิหารที่มีอายุหลายร้อยปีที่สร้างขึ้นด้วยไม้สักในจังหวัดต่างๆ ในภาคเหนือของไทย

ไม้สักในประเทศไทยได้รับการยอมรับว่าดีที่สุดในโลกและเป็นที่ต้องการของตลาดโลกอย่างมาก สมัยก่อนไม้สักค่อนข้างจะหายากและราคาไม่แพง ประชาชนสามารถสร้างบ้านหลังโดยใช้ไม้สักล้วนๆ ได้ แต่ในปัจจุบันไม้สักในป่าธรรมชาติกำลังจะหมดไป เพราะความต้องการใช้สูง รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาปลูกไม้สักเพื่อใช้เองหรือเพื่อการค้าได้ และเนื่องจากความต้องการใช้ไม้มีมาก และนับวันจะ

สูงชันเรื่อยๆ จึงไม่ต้องห่วงเรื่องราคาและการตลาดสำหรับไม้ชนิดนี้ในอนาคต ไม่ว่าจะเป็นไม้ขนาดเล็กที่ได้จากการตัดสายขยายระยะ หรือไม้ซุง เมื่อมีการตัดมาใช้ประโยชน์ครั้งสุดท้ายก็ตาม (สรุขชัย และคณะ, 2552)

### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

**ลำต้น** สักเป็นไม้ยืนต้นผลัดใบขนาดใหญ่ ที่มีความสูงของต้นตั้งแต่ 20 เมตรขึ้นไป และอาจสูงได้ถึง 30 เมตร มีลำต้นปลายตรง เรือนยอดเป็นทรงพุ่มกลมค่อนข้างทึบ เปลือกต้นหนาเป็นเทา หรือสีน้ำตาลอ่อนแกมเทา เปลือกต้นเรียบหรือแตกเป็นร่องเล็กๆ ตามความยาวของลำต้น พอดันแก่โคนต้นจะเป็นร่องและมีพูพอนขึ้นบ้างเล็กน้อย ตามกิ่งอ่อนเป็นรูปเหลี่ยมและยอดอ่อนมีขนสีเหลือง (นิจศิริ และคณะ, 2557)

**เปลือก** เปลือกลำต้นแตกเป็นร่องตื้นๆ ตามความยาวของลำต้น และหลุดออกเป็นแผ่นบางๆ เปลือกภายนอกหนาเฉลี่ย 1 ซม. เปลือกในมีสีน้ำตาลและเขียวอ่อน กระพี้ขาวและหนา เนื้อไม้มีสีน้ำตาลทอง หรือเหลืองทองด้าน ถึงสีน้ำตาลแก่ มีลายเป็นเส้นสีน้ำตาลแทรก เห็นเส้นวงปีชัดเจนบ่งบอกถึงอายุของต้น เนื้อไม้เป็นเส้นตรง (นิจศิริ และคณะ, 2557)

**ลักษณะเนื้อไม้** ส่วนลักษณะของเนื้อไม้จะเป็นสีน้ำตาลทอง (เรียกว่า "สักทอง") ถึงสีน้ำตาลแก่ และมักมีเส้นสีน้ำตาลแก่แทรกอยู่ (เรียกว่า "สักทองลายดำ") เนื้อไม้สักเป็นเส้นตรง เนื้อหยาบ มีความแข็งปานกลาง เลื่อยไสกบตกแต่งได้ง่าย และไม่ค่อยยืดหดหรือบิดงอง่ายเหมือนไม้ชนิดอื่น

**ใบ** ใบสักจะแตกออกตามกิ่งก้าน หรือตามลำต้นเล็กๆ ของกล้าไม้ หรือไม้รุ่นๆ เป็นคู่ตรงกันข้ามกัน (opposite) เมื่อสักยังเล็กจะมีใบขนาดใหญ่มากอาจกว้างถึง 40 ซม. และยาวถึง 80 ซม. เมื่อสักอายุมากขึ้นใบจะลดขนาดลง รูปใบเป็นรูปไข่ (ovate) ท้องใบสาก หลังใบมีสีเขียวแกมเทา มีขนสั้นๆ สากๆ ใบที่เพิ่งแตกออกมา มีสีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อคล้ายกำมะหยี่อ่อนนุ่ม ใบสักเมื่อเริ่มโตจะขยายตัวอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับแสง และจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวในเวลาไม่นาน เมื่อขี้ดู่จะมีสีแดงคล้ายเลือดเนื่องจากมีสารประกอบประเภทฟีนอลแทรกภายใน ใบสักจะเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองและแดงในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม และในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคมใบจะร่วงหมดต้นคล้ายต้นไม้ตายซาก แต่ในช่วงฤดูแล้งตาสักจะถูกบ่มเพาะจนอวบอ้วนมองคล้ายเมื่อดอกข้าวสารโปนออกมา เมื่อเริ่มมีฝนในช่วงปลายฤดูร้อนต่อต้นฤดูฝน ตาเหล่านี้จะผลิใบอ่อนออกมา ใบอ่อนที่ผลินี้จะมีสีเขียวเติบโตอย่างรวดเร็วและโตเต็มที่ราวเดือนกรกฎาคม (นิจศิริ และคณะ, 2557)

**ดอก** ออกดอกเป็นช่อขนาดใหญ่ โดยจะออกตามซอกใบและปลายยอด ดอกเป็นดอกแบบสมบูรณ์เพศที่มีทั้งเกสรเพศผู้และเกสรเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ดอกย่อยมีขนาดเล็ก กลีบดอกเป็นสีเขียวฉนวน มีกลีบดอก 6 กลีบ โคนกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอดและมีขนทั้งด้านนอกและด้านใน ดอกมีเกสรเพศผู้ 5-6 อัน ยื่นยาวพ้นออกจากดอก ส่วนเกสรเพศเมียจะยาวเท่ากับเกสรเพศผู้และมี 1 อัน ที่รังไข่มีขนอยู่หนาแน่น ต้นสักจะออก

ดอกช่อดอกช่อแรกที่ปลายยอดสุดของแกนลำต้นก่อนกิ่งอื่นๆ แล้วจึงจะเกิดดอกที่ปลายยอดของกิ่ง และดอกจะบานเพียง 1 วัน หลังจากนั้นดอกที่ได้รับการผสมจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลต่อไปในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม (นิจศิริ และคณะ, 2557)

**ผล** ลักษณะของผลเป็นรูปทรงกลมแบน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-2 เซนติเมตร ผลจะมีชั้นของกลีบเลี้ยงหุ้มอยู่ มีลักษณะพองลมและบาง เป็นสีเขียว ในผลหนึ่งผลจะมีเมล็ดอยู่ประมาณ 1-4 เมล็ด (โดยทั่วไปเรียกผลสักว่า "เมล็ดสัก") และเมื่อผลแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (ผลจะเริ่มแก่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม) เมล็ดจะอยู่ในช่อง ช่องละ 1 เมล็ด ลักษณะของเมล็ดเป็นรูปทรงไข่ มีขนาดกว้างประมาณ 0.4 เซนติเมตร และยาวประมาณ 0.6 เซนติเมตร ซึ่งเมล็ดจะเรียงไปตามแนวตั้งของผลสัก ในแต่ละเมล็ดจะถูกห่อหุ้มไปด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดที่มีลักษณะต่างๆ (นิจศิริ และคณะ, 2557)

### ประเภทของไม้สัก

ไม้สัก มี 5 ชนิด มีชื่อทางพฤกษศาสตร์เดียวกันว่า *Tectona grandis* Linn. f. แต่เรียกชื่อแตกต่างกันไปตามประเภทของเนื้อไม้ ไม้สักทองจะเกิดขึ้นอยู่กับแหล่งพื้นที่ปลูก สถานที่ ดินฟ้าอากาศ และสายพันธุ์เป็นสำคัญ สำหรับการแบ่งประเภทของเนื้อไม้สัก โดยทั่วไปจะพิจารณาจากลักษณะของสีผิว การตกแต่ง ความแข็ง และความเหนียว เข้ามาประกอบ พวกกลีบรอบตัดโคนไม้สักจะเชี่ยวชาญในการแยกลักษณะของไม้สักเป็นพิเศษ โดยสังเกตจากต้น เรือนยอด สุขภาพของต้น และการแตกของเปลือก (สะอาด, 2552)

**1. สักทอง** เนื้อไม้จะมีสีเหลืองทอง ส่วนใหญ่พบในป่าโปร่งขึ้น ดินค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ การแตกของเปลือกเช่นเดียวกับสักหยวก อยู่ในที่ที่แห้งขึ้น เรือนยอดสมบูรณ์ ใบมีขนาดกลาง เนื้อไม้จะเป็นเส้นตรง ผ่าง่าย มีความแข็งแรงกว่าสักหยวก สีเข้ม เป็นสีน้ำตาลเหลือง หรือที่เรียกกันว่าสีทอง ในบรรดาไม้สักทั้ง 5 ชนิด ไม้สักทองได้รับฉายาว่าเป็น "ราชินีแห่งไม้" หรือ "Queen of Timbers" ซึ่งเป็นไม้ที่มีคุณภาพดีที่สุดในโลก

**2. สักหยวก** เนื้อไม้จะมีสีขาว พบในป่าโปร่งขึ้น และริมห้วย ต้นตรง เปลือกแตกเป็นร่องตื้นแต่เรือนยอดสมบูรณ์ ใบมีขนาดกลาง ไม้สักหยวก และไม้สักทองจะอยู่ในทำเลที่คล้ายกัน และมีลักษณะภายนอกคล้ายกัน แต่ก็สามารถสังเกตได้จากร่องของเปลือกไม้สักหยวกจะกว้างกว่าไม้สักทอง แต่แตกเป็นร่องตรงเหมือนกัน

**3. สักไข** เนื้อไม้จะมีสีอ่อนและลักษณะเป็นมัน พบในป่าโปร่งแล้งเป็นส่วนมาก เจริญเติบโตช้า ร่องของเปลือกเล็กและตัวเปลือกเป็นสันกว้างระหว่างร่อง ลำต้นตรง แต่มีลักษณะแกร็งๆ พุ่มของเรือนยอดบอบ

บาง แต่ก็มีใบเต็ม จะทราบได้ว่าเป็นสักไซค์ต่อเมื่อถึงมือช่างไม้ เพราะเนื้อไม้จะมีไขมัน ยากแก่การขัด และทาแล็กเกอร์ สีของไม้สักไซค์จะมีสีน้ำตาลเข้มปนเหลือง

**4. สักหิน** พบในป่าโปร่งแล้งในระดับสูง การแตกของเปลือกเป็นร่องลึกและเรื้อนยอดดูไม่ค่อยแข็งแรง ใบเล็กกว่าปกติ จะทราบได้แน่นอนเมื่อมีการโค่นล้ม และช่างไม้ เพราะเนื้อไม้จะแข็งกว่าไม้สักทั่วไป และเพราะ สีของเนื้อไม้จะมีสีน้ำตาลเข้ม

**5. สักซี้ควาย** เนื้อไม้จะออกสีคล้ำ ไม้สักพวกนี้จะเกิดอยู่ในที่ค่อนข้างแล้งในป่าผสมผลัดใบต่างๆ และมักจะพบอยู่ในบริเวณรอยต่อ (Transition zone) ของป่าโปร่งผลัดใบต่างๆ และป่าแพะลักษณะของเรื้อนยอดมักจะไม่สมบูรณ์ ลำต้นจะตายบ้าง กิ่งหรือเรื้อนยอดแห้งตายไปบ้างกิ่งสองกิ่ง ลักษณะของเปลือกแตกเป็นร่องไม่ทึบเพราะเนื้อไม้จะมีสีเขียวปนน้ำตาลแก่ หรือ น้ำตาลอ่อน

### การใช้ประโยชน์ของไม้สัก

ไม้สักเป็นไม้ที่ฝังให้แห้งในอากาศได้ง่าย แข็งแรงและอยู่ตัวดีและยังมีความทนทานตามธรรมชาติสูงมาก ส่วนความสามารถในการอาบน้ำยาไม้นั้น ไม้สักเป็นไม้ที่ค่อนข้างอาบน้ำยาก ปริมาณน้ำยาที่เข้าไปในเนื้อไม้ 41-80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร การเลื่อย การไส การเจาะ และการกลึงอยู่ในระดับค่อนข้างง่าย การยึดเหนี่ยวตะปูอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนการขัดเงาอยู่ในระดับง่าย (สุชาติ และคณะ, 2547)

ดังนั้น ไม้สักจึงถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง โดยประโยชน์ทางตรงของไม้สักนั้น ใช้เนื้อไม้ ในการก่อสร้างบ้านเรือน เรือ รถ เสา เครื่องมือสิกรรม เครื่องแกะสลัก และการก่อสร้างต่างๆ โดยเฉพาะ ทำไม้พื้น ฝา กรอบประตูหน้าต่าง ส่วนประกอบต่างๆ ของอาคารบ้านเรือน เนื่องจากเป็นไม้ที่มีความสวยงาม ไส กบ ตกแต่งได้ง่าย จึงนิยมนำมาทำเครื่องเรือน ตลอดจนการแกะสลักต่างๆ พานท้ายปืน หีบใส่ของ หีบศพ เครื่องดนตรีไทยหลายอย่าง ตลอดจนของเด็กเล่น ไม้บาง ไม้อัด และสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ

ประโยชน์ทางอ้อมของไม้สัก มีอยู่หลากหลายประการ เช่น เนื้อไม้และใบเป็นสมุนไพรช่วยแก้ลมลดเบาหวาน ขับลมในลำไส้ แก้ไตพิการ เปลือกเป็นยาคุมธาตุ ใบอ่อนให้สีแดง ส่วนใบแก่ให้สีน้ำตาลทอง ทำสี ย้อมใช้ย้อมกระดาษ ย้อมผ้าได้เช่นกัน

ปัจจุบันไม้สักที่ตัดมาใช้ประโยชน์ในประเทศไทยเป็นไม้สักจากสวนป่าปลูกทั้งสิ้น ซึ่งมีอายุน้อย เมื่อแปรรูปจะได้ไม้ที่ติดกระพี้จำนวนมาก ไม้สัก ไม้ตามาก ไม่สวยเหมือนไม้ตามธรรมชาติ จึงไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค การใช้ประโยชน์ไม้สักสวนป่าจะใช้เนื้อไม้เป็นหลักประมาณ ร้อยละ 30 โดยใช้ในการสร้างบ้านเรือน ทำเครื่องเรือน และสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ

ส่วนเนื้อไม้ที่เหลืออีกร้อยละ 70 จะสูญเสียไประหว่างขั้นตอนขบวนการตัดฟัน การผลิต และการแปรรูป เช่น เศษไม้ ปลายไม้ซึ่งเลื่อยซึบที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีก นอกจากการทำเป็นเชื้อเพลิงจึงได้มีการวิจัยและพัฒนาวิธีการนำไม้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเช่น การนำเศษไม้ ปลายไม้ ที่เหลือทิ้งจากการตัดขยายระยะ มาทำแผ่นไม้ประกอบประเภทต่างๆ เช่น แผ่นขึ้นไม้อัด แผ่นใยไม้อัด และแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ซึ่งพบว่า คุณสมบัติของแผ่นไม้สักที่ได้ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด และไม่แตกต่างจากการใช้ไม้โตเร็วชนิดอื่นๆ ในการผลิต นอกจากนี้ซึ่งเลื่อยซึบที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต สามารถนำมาเพิ่มมูลค่าโดยการนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ด (Wood pellet) ซึ่งค่าความร้อนที่ได้ไม่แตกต่างจากค่าความร้อนของไม้ท่อน (สมาคมการป่าไม้แห่งประเทศไทย, 2513)

### วิธีการปลูกต้นสัก

#### 1. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกและการลงทุน

**ลักษณะของพื้นที่** สักสามารถเติบโตได้ดีในที่ที่มี แสงมาก ดินร่วนปนทราย ดินมีความลึก สามารถระบายน้ำได้ดี พื้นที่ค่อนข้างเป็นด่าง สำหรับพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกสักได้ คือ ที่น้ำ หรือที่น้ำท่วมขัง และดินลูกรัง โดยทั่วไปสักมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติในท้องที่ภาคเหนือ และ ภาคกลาง สำหรับภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางพื้นที่ สัก สามารถเติบโตได้ดีในดินที่ สลายตัวจากวัตถุดิบกำเนิดจากพวกหินปูน ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เนื้อดินร่วน มีการระบายน้ำดี (บุญวงศ์ และคณะ, 2535)

**ขนาดของพื้นที่** ขนาดของพื้นที่เป็นปัจจัยสำคัญ เนื่องจากมีพื้นที่จำกัด ส่วนใหญ่ที่มีการปลูกอยู่ในปัจจุบันคือมีพื้นที่ว่างเปล่าไม่ได้ใช้ประโยชน์ หรือมีพื้นที่มากเพียงพอต่อการทำการเกษตร และปลูกสักรูปแบบการปลูก และการจัดการให้เหมาะสมกับขนาดของพื้นที่ โดยพื้นที่ขนาดใหญ่อาจปลูกเป็นแถวเป็นแนวเพื่อสะดวกในการบริหารจัดการ สำหรับพื้นที่น้อยกว่า 20 ไร่ ควรพิจารณารูปแบบการปลูก ดังนี้

- 1) การใช้ระบบวนเกษตร การปลูกผสมผสาน และการปลูกไม้หลายชั้น
- 2) การกำหนดสัดส่วนการใช้พื้นที่ให้เหมาะสมระหว่างสักกับพืชเกษตร
- 3) ควรมีการรวมกลุ่มผู้ปลูกสักในพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อให้มีวัตถุประสงค์เพียงพอต่ออุตสาหกรรม รวมกันในการบริหารจัดการ การบำรุงดูแลรักษา การแปรรูป

**การปลูกและการจัดการ** มีผลต่อผลผลิตของไม้สัก และค่าใช้จ่าย ในการลงทุน หากมีการปลูกและจัดการที่ดีจะส่งผลต่อการเติบโต และให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน การปลูกและการจัดการ หมายถึง ตั้งแต่การวางแผนการปลูกและการจัดการ รูปแบบการปลูก ระบบวนวัฒนวิธี การกำหนดระยะห่างระหว่างต้น การลิดกิ่ง การตัดขยายระยะการบำรุงดูแลรักษา การป้องกันไฟ กำจัดวัชพืช การกำหนดระบบหมุนเวียน และการตัดฟัน

**ค่าใช้จ่ายในการลงทุน** การปลูกสักให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าการลงทุน ต้องให้ต้นทุนหรือค่าใช้จ่าย น้อยที่สุด สำหรับค่าใช้จ่ายลงทุนปลูกสัก ส่วนมากจะอยู่ใน ช่วง 1-3 ปีแรก หลังจากต้นสักอายุ 3 ปี ต้นสักจะ สูงพ้นวัชพืช ทำให้ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาน้อยลง สามารถปล่อยให้สักเติบโตตามธรรมชาติ อายุในช่วง 7-10 ปี ต้องทำการตัดขยายระยะ ถึงแม้ไม่มีขนาดเล็ก และมีราคาต่ำ จำเป็น ต้องตัดออก เพื่อให้เกิดช่องว่าง ให้ไม้ที่เหลือสามารถเติบโตได้ดีและมีขนาด ใหญ่ขึ้น สามารถขายได้ราคา คุ้มค่าการลงทุน โดยจำแนก ค่าใช้จ่ายหลักๆ ใน การปลูกสักได้ดังนี้

- 1) ปีที่ 1 เป็นค่าใช้จ่ายสำหรับการปลูก ได้แก่ ค่ากล้าไม้ การเตรียมพื้นที่ ขุดหลุม กำจัดวัชพืช อาจใส่ ปุ๋ยถ้าดินขาดความอุดมสมบูรณ์
- 2) ปีที่ 2-3 กำจัดวัชพืช ป้องกันไฟ ลิดกิ่งบ้าง ถ้ามีกิ่งด้านข้างแตกออกมา
- 3) ปีที่ 4-5 ลิดกิ่ง การปลูกสักให้ได้ผลตอบแทนคุ้มค่าการลงทุน จำเป็นต้องลดต้นทุนการผลิต หรือ ให้มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนน้อยที่สุด ควรกำหนดกิจกรรมเกี่ยวกับการปลูกและบำรุงเท่าที่จำเป็น การคัดเลือก พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเติบโตของสัก จะทำให้ได้ผลผลิตคุ้มค่าการลงทุน และลดต้นทุนการบำรุงดูแล การ ปลูกสวนป่า ต้องใช้เวลานานหลายปีในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ความยาวรอบตัดฟันประมาณ 25-30 ปี การปลูก เต็มพื้นที่ในระยะแรกต้องใช้งบลงทุนจำนวนมาก ควรวางแผน ค่าใช้จ่ายให้เพียงพอที่จะสามารถรอดต้นไม้ เติบโตถึงอายุที่ตัดฟันได้ ซึ่งผู้ปลูกควรทำการปลูกสักโดยเริ่มจากพื้นที่ขนาดเล็ก แล้วค่อยๆเพิ่มพื้นที่ปลูก เพื่อให้สามารถใช้พื้นที่ทำการเกษตรไปด้วย จะช่วยให้มีรายได้ในระหว่างรอดต้นไม้โต เมื่อสักอายุประมาณ 7-10 ปี ต้องทำการตัดขยายระยะครั้งแรก เพื่อให้ไม้ที่เหลือมีขนาดใหญ่ขึ้น สำหรับรายได้ที่จะได้คืน คือการ ตัดขยายระยะครั้งที่สอง และครั้งสุดท้าย โดยไม้ที่เป็นที่ต้องการของตลาด คือสักที่อายุ 15 ปี ขึ้นไป หรือ ขนาด ความโต หรือเส้นรอบวงมากกว่า 65 เซนติเมตร

## 2. รูปแบบการปลูกไม้สัก

การปลูกสักของเกษตรกรที่ผ่านมา มีการปลูกและจัดการที่แตกต่างกัน อาจเนื่องจากการเป็นการปลูกรุ่นแรก หรือแหล่งรับรู้ข้อมูลแตกต่างกัน การปลูกสักผู้ปลูกต้องพิจารณารูปแบบการปลูกที่เหมาะสมกับปัจจัยด้านทรัพยากรของตนเอง เช่น ขนาดพื้นที่ เงินทุน และการใช้พื้นที่ร่วมกับพืชเกษตรประเภทอื่น แนวทางหรือรูปแบบการปลูกสัก มีดังนี้

**1. การปลูกแบบเป็นแถวเป็นแนว** เป็นการปลูกสักให้เรียงเป็นแถว มีระยะห่างที่สม่ำเสมอ ทำให้จัดการง่าย สะดวกในการบำรุงดูแลรักษา และสามารถใช้เครื่องจักรกล หรือรถ เข้าไปดำเนินการได้สะดวก วิธีการนี้เหมาะกับพื้นที่ขนาดใหญ่ และขนาดกลาง

**2. การปลูกแบบไม่เป็นแถวเป็นแนว** หรือการปลูกกระจายทั่วพื้นที่ การปลูกแบบไม่เป็นแถวเป็นแนวหรือปลูกแบบกระจายทั่วไป ทำให้มีไม้หลายชั้นอายุ หรือเรือนยอด มีลักษณะใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ อาจเริ่มจากการปลูกทีละน้อย หรือปลูกแทรกลงในช่องที่ว่าง ปลอ่ยให้มีการสืบพันธุ์ และเจริญเติบโตตามธรรมชาติหรือปลูกเสริมในช่องว่าง การตัดไม้ใช้วิธีเลือกตัด โดยมีการเหลือแม่ไม้ที่มีลักษณะดีไว้สำหรับให้เมล็ด การปลูกแบบนี้เหมาะ สำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก งบประมาณจำกัด ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่ได้มากขึ้น มีไม้หลายชั้นอายุ และเรือนยอด

**3. การปลูกแบบระบบวนเกษตร** หรือการปลูกผสมผสาน การปลูกสักร่วมกับพืชเกษตร เป็นระบบที่เอื้อให้มีการใช้ประโยชน์ พื้นที่ได้มากขึ้น ซึ่งเกษตรกรหรือผู้ปลูกจะมีรายได้จากพืชเกษตรในระหว่างการรอสักโต ลักษณะการปลูกควรให้ช่องว่างระหว่างแถวต้นสักอยู่ในแนวทิศตะวันออก - ทิศตะวันตก เพื่อให้มีแสงแดดส่องพืชเกษตรที่ปลูกแทรกได้ เมื่อสักอายุมากขึ้น และเรือนยอดชิดกัน อาจเปลี่ยนพืชเกษตรเป็นประเภทที่ทนร่มมากขึ้น หรือลิดกิ่ง ให้โปร่งมากขึ้น สักเป็นพันธุ์ไม้ที่มีการผลัดใบในช่วงฤดูแล้ง ทำให้มีแสงส่อง เข้ามาในพื้นที่ได้มาก ที่ผ่านมากเกษตรกรได้มีการปลูกสักร่วมกับพืชเกษตรหลายชนิด และประสบผลสำเร็จ ชนิดพืชที่ปลูกร่วมกับสักได้แก่ กล้าย กระจ่าง มั่นสำปะหลัง พืชสมุนไพร ข้าวโพด และไม้ผลต่างๆ เป็นต้น โดยแนวทางการใช้ปลูกสักกับ พืชเกษตรสามารถสรุปได้ 3 แนวทาง คือ

**1.) การปลูกสักและพืชเกษตรพร้อมกัน** จะช่วยให้มีการแข่งขันของสักในการเติบโตทาง ความสูง แต่การปลูกพร้อมกันต้องระมัดระวัง พืชเกษตรที่ทำการปลูกแทรก ควรเป็นพืชเกษตรที่มีการเติบโตทาง ความสูงไม่มาก ไม่เติบโตเร็วจนบดบังแสงแดด ทำให้สักชะลอการเติบโต หรือตายได้ ระบบรากต้น อาจเป็น

พืชเกษตรที่เก็บเกี่ยวระยะเวลาสั้น ที่ผ่านมามีการปลูกสลับกับไม้พร้อมกัน สักเต็บโตช้า เนื่องจากไม้ เต็บโตเร็วกว่า และรากขยายไปเร็ว ดังนั้นถ้าจะปลูกร่วมควรปลูกสักก่อน แทรกไม้ภายหลังสักเต็บโตตั้งตัวได้แล้ว

2.) การปลูกพืชเกษตรแทรกภายหลัง เป็นการปลูกพืชเกษตรแทรกลงในแปลงสัก เมื่อสักเต็บโตได้ระยะเวลาหนึ่ง หรือมีความสูงประมาณ 1 ถึง 3 เมตร ทั้งนี้เพื่อให้สักเต็บโต และสามารถตั้งตัวได้ก่อน เนื่องจากสักเป็นพันธุ์ไม้ที่ต้องการแสงมาก หากปลูกพร้อมกันพืชเกษตรที่เต็บโตเร็ว อาจเป็นการบดบังแสง และแย่งธาตุอาหารจากต้นสัก จะทำให้สักตายหรือเต็บโตไม่เต็ม

3.) การปลูกพืชเกษตรก่อนปลูกสักแทรกภายหลัง โดยปลูกสักแทรกไปในพืชเกษตรที่ปลูกอยู่ก่อน ทำให้สักเต็บโตทางความสูงได้ดี แต่เมื่อสักเต็บโตมากขึ้น จะบดบังแสงต่อพืชเกษตรได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างต้นสักและพืชเกษตร สำหรับเกษตรกรที่ต้องการเปลี่ยนพื้นที่การเกษตรไปเป็นสวนสัก สามารถปลูกสักแทรกและทำการเกษตรไปด้วย เมื่อต้นสักมีขนาดใหญ่ขึ้น จึงเปลี่ยนพื้นที่เป็นสวนสักอย่างเดียว เช่น การทำสวนผลไม้ ที่ผลผลิตเริ่มลดลง และต้องการตัดต้นทิ้งในเวลา 2-3 ปีข้างหน้า เกษตรกรสามารถปลูกสักแทรกลงไปได้ (สมาคมการป่าไม้แห่งประเทศไทย, 2513)

### 3. การปลูก

การปลูกต้นไม้ควรดำเนินการปลูกในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม ซึ่งมีปริมาณน้ำฝน หรือความชื้นเพียงพอให้ต้นไม้สามารถตั้งตัวและเต็บโต มีโอกาสรอดตายสูง ระยะปลูกที่เหมาะสมประมาณ 3 x 3 เมตร ขุดหลุมกว้างและลึกประมาณ 30 x 30 หรือ 50 x 50 เซนติเมตร รองกันหลุมด้วยปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก แต่ต้องระวังไม่ให้ปุ๋ยสัมผัสรากโดยตรง ต้นสักอาจตายได้ การกรีดถุงพลาสติกออก ระวังอย่าให้ดินแตกกระจาย กระบะกระเทือนระบบราก นำกล้าวางลงปลูกให้ระดับโคนต้นต่ำกว่าผิวดินเล็กน้อย

การเตรียมพื้นที่ปลูก การเตรียมพื้นที่เพื่อกำจัดต้นไม้อายุหรือวัชพืชที่ไม่ต้องการออก ผู้ปลูกบางรายมีการไถพรวนพื้นที่ก่อนปลูก บางรายไม่มีการไถพรวน ทำการขุดหลุมปลูกได้เลย ซึ่งจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

การวางแผนปลูกหลัก การวางแผนปลูกหลัก เพื่อกำหนดระยะห่างระหว่างต้นไม้มให้เป็นระเบียบง่ายต่อการตรวจสอบการรอดตาย เพื่อทำการปลูกซ่อม ดูแลรักษาสะดวก และเป็นที่ยึดเกาะของกล้าไม้ การวางแผนการปลูกสำหรับที่ราบ นิยมวางแผนตามทิศตะวันออก-ตะวันตก โดยเฉพาะการปลูกพืชในระบบวนเกษตร จะช่วยทำให้พืชเกษตรได้รับแสงเต็มที่ตลอดทั้งวัน สำหรับพื้นที่ลาดชัน ควรปลูกให้แถวของต้นไม้ขวาง

ทิศทางด้านลาด ลดการกัดเซาะและพังทลายของดิน การวางแนวปักหลักช่วยในการปลูกเป็นแถวเป็นแนวให้ตรง และมีระยะห่างสม่ำเสมอ (อำนาจ, 2535)

**การเตรียมกล้าไม้** สิ่งสำคัญคือต้องใช้กล้าไม้ที่ผลิตจากเมล็ดที่เก็บจากแม่ไม้ที่มีการเติบโตดี มีลักษณะเปลาตรง เติบโตดี การปลูกสักโดยทั่วไปมีการใช้ 2 วิธี คือ การปลูกโดยใช้เหง้า และใช้กล้าไม้ เหง้าเหมาะกับพื้นที่ขนาดใหญ่ เพราะมีน้ำหนักเบา ง่ายต่อการขนส่ง สำหรับกล้าไม้อาจได้จากการนำเหง้ามาลงถุงหรือการเพาะเมล็ด การปลูกโดยใช้กล้าไม้ที่เพาะเมล็ดน่าจะให้การเติบโตที่ดีกว่า เนื่องจากระบบรากจากเมล็ดจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตในระยะยาว ยกตัวอย่าง การปลูกยูคาลิปตัสของเกษตรกรบางราย พบว่าการใช้กล้าจากที่เพาะจากเมล็ดให้ผลผลิต ในระยะยาวดีกว่ากล้าปักชำโดยสามารถตัดฟันจากการแตกหน่อได้ถึง 4-5 ครั้ง ส่วนกล้าจากการปักชำ ตัดไม้จากการแตกหน่อได้ประมาณ 2-3 ครั้ง (อภิชาติ และกมลวัฒน์, 2523)

สักจะเริ่มเก็บเมล็ดได้ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยเมล็ดที่สมบูรณ์มีขนาดใหญ่จะงอกได้ดี และได้กล้าที่แข็งแรง ระยะเวลาที่เมล็ดสักใช้ในการงอกนั้นแตกต่างกัน ในแปลงเพาะเมล็ดสักอาจจะเริ่มงอกภายในเวลา 10 วัน หรืออาจใช้เวลานานถึง 30 วัน การเพาะเมล็ดสัก จะมีการเตรียมเมล็ดเพื่อช่วยให้เมล็ดสามารถงอกได้ง่ายขึ้น ได้แก่ การแช่น้ำ การใช้น้ำร้อน การใช้สารเคมี สำหรับการเพาะเมล็ดมีหลายวิธี ได้แก่ การหว่าน เมล็ดสักที่ระดับผิวดิน และกดให้จมเสมอฟิวหน้าดิน กลบด้วยวัสดุที่โปร่งเบา เช่น แกลบ หรือ ขี้เถ้าที่ผ่านสภาพสุสลายตัว เมล็ดจะได้รับออกซิเจน แสงสว่าง และความชื้น เพื่อใช้ในกระบวนการงอก

สำหรับศูนย์ส่งเสริมการเพาะชำกล้าไม้ ได้ทำการเพาะกล้าสัก โดยนำเมล็ดสักคลุกขี้เถ้าแกลบ และคลุมด้วยเฝือกพร้าว ให้มีความชื้นทิ้งไว้ คอยเปิดดู และเลือกเมล็ดที่งอกออกมาชำใส่ถุง แล้วคลุมไว้ปล่อยให้เมล็ดที่เหลือ งอกต่อไป เนื่องจากเมล็ดสักมีระยะเวลางอกแตกต่างกัน

#### 4. การบำรุงดูแลรักษา

ในช่วงแรก สักอายุระหว่าง 1-3 ปีแรก สิ่งสำคัญคือ การกำจัดวัชพืช ป้องกันไฟ การลิดกิ่ง หากมีกิ่งแตกออกด้านล่าง ควรทำการลิดกิ่งออก เพื่อให้ลำต้นเปลาตรง ต่อมาเมื่อสักอายุประมาณ 6-10 ปี สักเติบโตหนาแน่นมากขึ้น สักจะ มีการเติบโตคงที่ไม่เพิ่มมากขึ้น ต้องทำการตัดขยายระยะ โดยเลือกตัดต้นสักที่มีลักษณะไม่ดี หรือมีขนาดเล็กออก หรือทำการตัดแถวเว้นแถว หรือต้นเว้นต้น

4.1) การกำจัดวัชพืช เพื่อให้สักสามารถตั้งตัวได้ ไม่ถูกบดบังแสง หรือ ถูกแก่งแย่งอาหารจากวัชพืช โดยปีแรกอาจต้องกำจัดวัชพืช 2-4 ครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของวัชพืช การกำจัดวัชพืชในปีที่ 2 ถึง 3 จะลดน้อยลง เนื่องจากสักเติบโตสูงขึ้น

4.2) การป้องกันไฟ ไฟเป็นปัญหาที่สำคัญของการปลูกสักของภาคเอกชนที่ผ่านมา โดยเฉพาะเมื่อสักอายุระหว่าง 1-3 ปี หากมีไฟเข้าไป จะทำให้สักตายหรือเติบโตช้าลง ไฟส่วนมากเกิดในช่วงฤดูแล้ง ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายน สักจะผลัดใบ ใบสักจะแห้งร่วงหล่นเป็นเชื้อเพลิงที่ติดไฟง่าย ส่วนมากสาเหตุเกิดจากการจุดไฟ หรือการเตรียมพื้นที่การเกษตรของพื้นที่ใกล้เคียง

การป้องกันไฟ ทำได้โดยทำแนวกันไฟรอบสวนสัก หรือบริเวณด้านที่ไฟสามารถเข้ามาได้ง่าย โดยการไถ หรือถางเป็นแนวกว้างประมาณ 3-4 เมตร ผู้ปลูกยังสามารถทำแนวกันไฟแบบธรรมชาติ โดยการปลูกต้นไม้หรือพืชเกษตร ที่มีความชื้นสูง ได้แก่ กล้วย รอบพื้นที่หรือแทรกในแปลงสัก หมั่นตรวจพื้นที่ให้บ่อยขึ้นในช่วงหน้าแล้ง และกำจัดเศษไม้ ใบไม้แห้ง ที่เป็นเชื้อเพลิงไฟ เพื่อลด ความรุนแรงของไฟ

4.3) การปลูกซ่อม คือการปลูกทดแทนต้นที่ตายไป โดยการสำรวจหลัง ปลูกประมาณ 1 - 2 เดือน ให้รีบปลูกซ่อมโดยเร็ว ไม่ควรทำช้ากว่ากลางฤดูฝน หากปล่อยไว้นานต้นสักที่ปลูกซ่อมจะเติบโตไม่ทัน ถูกบดบังแสงแดด

4.4) การใส่ปุ๋ย ผู้ปลูกอาจใส่ปุ๋ยให้สักระหว่างอายุ 1-3 ปีแรก แต่เมื่อสักเติบโตมากขึ้นระบบรากลึก การใส่ปุ๋ยอาจส่งผลต่อการเติบโตไม่มากนัก จะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการลงทุน เกษตรกรบางรายพบว่า การใส่ปุ๋ยโดยเฉพาะ ในช่วงแรกของการเติบโต ต้นจะสูงเร็ว แต่ลำต้นไม่แข็งแรง ใบเยอะมากและหนัก เมื่อมีลมแรงอาจพัดต้นสักหักได้ง่าย การปลูกสักของภาคเอกชน บางรายรองกันหลุมด้วยร็อคฟอสเฟต ใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-10 ซึ่งจะให้ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนสูง ถ้าหากในท้องถิ่นมีปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักควรใช้ร่วมกับปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการเพิ่มธาตุอาหารและปรับสภาพทางกายภาพของดินด้วย

## 5. ระยะห่างระหว่างต้น

สำหรับการปลูกสักของภาคเอกชนที่ผ่านมา มีระยะปลูกแตกต่างกัน ได้แก่  $2 \times 2$ ,  $2 \times 3$ ,  $3 \times 3$  และ  $2 \times 4$  เมตร แต่ส่วนมากแนะนำระยะปลูกหรือ ระยะห่างระหว่างต้นที่ดีและเหมาะสมกับสัก คือระยะปลูกห่าง  $3 \times 3$  เมตร หรือ  $3.5 \times 3.5$  เมตร สำหรับองค์การอุตสาหกรรม ป่าไม้ ใช้ระยะปลูก  $4 \times 4$  เมตร เพื่อให้สะดวกต่อการใช้รถ หรือเครื่องจักรเข้าไปประหวางแปลงได้ สำหรับระยะ  $2 \times 4$  เมตร พบว่ามีการตกกิ่งมากในช่องที่ห่าง 4 เมตร สำหรับต้นไม้ที่ปลูกด้วยระยะห่างมากจะต้นเดี่ยว และมีกิ่งก้านมาก ส่วนการปลูก

ด้วยระยะห่าง  $2 \times 2$  เมตร จะใช้กล้าจำนวนมากถึง 400 ต้นต่อไร่ จะเป็นการลงทุนสูง และต้นสักจะเติบโตหนาแน่นเร็วในเวลาประมาณ 4-6 ปี หากตัด ขยายระยะก็จะได้ไม้ขนาดเล็ก ซึ่งใช้ประโยชน์ได้น้อย ราคาต่ำ แต่ถ้าไม่ตัดออก ต้นไม้ในแปลงจะมีขนาดเล็ก ไม่เจริญเติบโต ทำให้สูญเสียเงินในการลงทุน สำหรับไม้บางชนิดที่โตเร็ว เรือนยอดแคบ เช่น ยูคาลิปตัส สามารถปลูกด้วย ระยะที่ชิดได้ เช่น  $1.5 \times 1.5$  หรือ  $2 \times 2$  เมตร เป็นต้น

## 6. การลิดกิ่ง

การลิดกิ่งเพื่อเอากิ่งด้านล่างออก ให้ได้ไม้ที่มีคุณภาพ เปล่าตรง เติบโตทางความสูงได้ดี ต้นไม้บางชนิดมีการลิดกิ่งตามธรรมชาติ โดยกิ่งจะค่อยๆ ตาย และแห้งร่วงหล่นไปเอง สำหรับสักต้องช่วยลิดกิ่ง หากไม่ลิดกิ่ง ปล่อยให้จะมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ได้รูปทรงไม่ดี การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางช้าลง หรือ หากกิ่งด้านล่างที่ไม่ถูกแสง จะแห้ง และเกิดตำหนิในเนื้อไม้

สักเมื่อเติบโตจะเริ่มแตกกิ่งก้านออกด้านข้าง ขึ้นอยู่กับระยะห่างที่ปลูก หรือลักษณะการเติบโตของสักต้นนั้น หากมีการแตกกิ่งก้านมาก ต้องช่วยลิดกิ่ง การลิดกิ่งควรตัดกิ่งให้เสมอกับผิวของลำต้น แล้วใช้ปูนขาวทา เพื่อป้องกัน โรคและแมลงทำลาย โดยทั่วไปผู้ปลูกทำการลิดกิ่งจนถึงระดับที่มีมือสามารถเอื้อมถึงได้ บางรายอาจใช้บันไดไม้ไผ่ช่วยในการลิดกิ่ง การลิดกิ่งอาจเริ่มทำตั้งแต่ปีแรก หากสักมีการแตกกิ่งก้านมาก แต่บางพื้นที่สักสามารถเติบโตทางความสูงดี เปล่าตรง การลิดกิ่งก็น้อยลงไป

## 7. การตัดขยายระยะ

การตัดขยายระยะเป็นการปฏิบัติ ทางวนวัฒนวิทยาที่จำเป็นสำหรับการจัดการสวนป่า ทั้งนี้ไม่ว่าไม้ที่ตัดขยายระยะ ออกจะจำหน่ายได้คุ้มค่าหรือไม่ก็ตาม อันเป็นผลพลอยได้จากการปลูกสวนป่า ซึ่งปรัชญาที่แท้จริงของการตัดขยายระยะ เพื่อต้องการปรับปรุงการเจริญเติบโตของไม้ที่เหลืออยู่ ไม่ใช่รายได้จากไม้ที่ตัดออก

การตัดขยายระยะ เป็นการตัดไม้ออกบางส่วน เพื่อให้สักเติบโตหนาแน่นมากขึ้น เพื่อให้ต้นไม้ที่เหลืออยู่เติบโตมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งขนาดของต้นไม้มักจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับขนาดเรือนยอดและเรือนราก คือเรือนยอดแผ่ขยายมากขึ้นต้นไม้มักจะมีขนาดใหญ่ขึ้น การปลูกต้นไม้ต้องให้ความหนาแน่นในช่วงแรก เพื่อให้ต้นไม้มีการแข่งขันทางความสูง ลำต้นเปล่าตรง ไม่แตกกิ่งก้านมาก ช่วยทุนแรงในการลิดกิ่ง การปลูกสักอาจเริ่มด้วยระยะห่างประมาณ  $3 \times 3$  เมตร หลังจากสักโตได้ระยะหนึ่ง เรือนยอดสักจะเริ่มชิดกัน การเติบโตจะไม่เพิ่มขึ้น ต้องทำการตัดขยายระยะ หากปล่อยให้ทิ้งไว้จะเกิดการแข่งขันตามธรรมชาติ มีการแก่งแย่งน้ำและ

อาหารกัน ทำให้ต้นไม้บางส่วนตาย ต้นไม้บางส่วนชะลอ หรือหยุดการเติบโต ทำให้ไม้ที่จะได้ขนาดใหญ่ต้องใช้เวลานานขึ้น ทำให้ไม่คุ้มค่าการลงทุน

การปลูกสัก ควรตัดขยายระยะครั้งแรกเมื่อสักเริ่มหนาแน่น เรือนยอด เบียดชิดกัน การเติบโตไม่เพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ ระยะปลูก การบำรุงดูแล โดยทั่วไปสักจะเริ่มหนาแน่น เมื่ออายุประมาณ 6-10 ปี จะต้องทำการตัดขยายระยะ หลังจากนั้นปล่อยให้ต้นสักเติบโตจนเรือนยอดเบียดชิดกันอีกครั้ง ก็ทำการตัดขยายระยะครั้งที่ 2 เมื่ออายุประมาณ 15-22 ปี สำหรับการปลูกไม้สัก การตัดขยายระยะครั้งแรก ต้นสักที่ได้จะมีขนาดเล็ก ราคาต่ำ ผู้ปลูกสวนป่า ส่วนมากไม่ทำการตัดขยายระยะทั้งที่ต้นไม่ขึ้นหนาแน่นมาก ส่งผลเสียต่อการเติบโตของสักทั้งหมด ถึงแม้จะไม่สามารถจำหน่ายไม้ได้คุ้มค่า ผู้ปลูกสวนป่า จำเป็นต้องตัดขยายระยะออก โดยอาจนำไปใช้สอยเอง (บุญวงศ์ และคณะ, 2535)

#### การตัดขยายระยะมีวิธีการตัด คือ

- 1) การตัดแบบเป็นระบบ คือตัดแถวเว้นแถว หรือตัดต้นเว้นต้น
- 2) การตัดแบบเลือกตัด โดยเลือกตัดต้นที่มีขนาดใหญ่ หรือเล็กออก สำหรับสวนสักที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ การตัดแบบเป็นระบบ จะทำให้สะดวกในการตัดไม้ สำหรับสวนสักที่มีพื้นที่ขนาดเล็กหากมีการเติบโตแตกต่างกัน ควรใช้แบบเลือกตัด โดยการตัดขยายระยะครั้งแรก ควรเลือกต้นที่มีขนาดเล็ก และ ลักษณะไม่ดี ออก เหลือสักที่มีลักษณะดี เติบโตดีไว้ เนื่องจากต้นที่มีการเติบโตดี จะสามารถเติบโตเป็นไม้ขนาดใหญ่ได้ ดีกว่า จะส่งผลให้สวนปามีผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น คุ้มค่าการลงทุนในรอบตัดฟันสุดท้ายมากกว่า โดยไม้สักที่ขายได้ราคาดีและเป็นที่ต้องการของตลาด คืออายุมากกว่า 15 ปี ขนาดเส้นรอบวงที่ความสูง 1.30 เมตร มากกว่า 60 เซนติเมตร ขึ้นไป

สำหรับบางพื้นที่ ผู้ปลูกสักไม่ทำการตัดขยายระยะ สักจะขึ้นหนาแน่น เบียดเสียด การเติบโตจะไม่สม่ำเสมอ มีต้นเล็กบ้าง ใหญ่บ้าง ในการตัดขยายระยะครั้งแรกจึงจำเป็นต้องเลือกตัดเอาต้นเล็กออก เหลือต้นใหญ่ที่มีขนาดใหญ่ไว้ ปัญหาการตัดขยายระยะของผู้ปลูกสวนป่า ได้แก่

- 2.1) ข้อจำกัดด้านตลาด และการใช้ประโยชน์ไม้ตัดขยายระยะครั้งแรก ไม่มีขนาดเล็ก และราคาต่ำ
- 2.2) ปัญหาการเลือกซื้อไม้ของพ่อค้า ผู้ปลูกสักปล่อยให้พ่อค้าคนกลาง เข้าไปคัดเลือกตัดไม้เอง โดยเลือกตัดเฉพาะไม้ที่มีขนาดใหญ่ออก เหลือแต่ต้นที่มีขนาดเล็ก ไม่สมบูรณ์ มีการเติบโตช้า ทำให้ผลผลิตที่จะได้ในอนาคตต่ำ ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

2.3) เกษตรกร ผู้ปลูกขาดความรู้และความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของการเติบโตของต้นไม้กับความหนาแน่นของต้นไม้ ทำให้เกษตรกรไม่คำนึงถึงความสำคัญของการตัดขยายระยะ ปลอ่ยให้ต้นไม้ในสวนป่าขึ้นหนาแน่นแข่งขัน แย่งแย่งอาหาร

## 8. โรค

สักเป็นไม้ผลัดใบขนาดใหญ่ เติบโตได้ดีในดินร่วนปนทราย ความเป็นกรดเป็นด่างของดินประมาณ 6.5-7.5 พื้นที่ปลูกเขาหรือพื้นที่ราบที่ไม่มีน้ำขัง นอกจากนี้ สภาพภูมิอากาศควรมีความชุ่มชื้น และมีแสงแดด ทั้งนี้ความเข้มของแสงที่เหมาะสมประมาณร้อยละ 75-95 ของปริมาณแสงกลางวัน ที่ได้รับ ดังนั้นการปลูกสักจึงไม่ควรปลูกในที่ร่มหรือใกล้ต้นไม้ขนาดใหญ่ จากสภาพแวดล้อมดังกล่าว ทำให้การปลูกสักไม่มีปัญหาด้านโรคพืชมากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ไม้อื่นๆ อย่างไรก็ตามเมื่อมีเหตุปัจจัยของการเกิดโรคครบองค์ประกอบ ได้แก่ เชื้อสาเหตุโรค พืชอาศัย เวลา และสภาพแวดล้อม ที่เหมาะสม พืชทุกชนิดย่อมเกิดโรคได้ ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของเชื้อสาเหตุ ความต้านทาน หรือ ความอ่อนแอของพืช จากข้อมูลโรคพืชป่าไม้ในประเทศไทย (ซึ่งกฤษณา, 2555) ได้รายงานการเกิดโรคของสักก่อนตัดฟัน ดังนี้

**8.1 โรคราสนิม (Leaf rust)** โรคราสนิมเกิดจากเชื้อสาเหตุชื่อโอลิวียาเทคโทนี (*Olivea tectonae*) ซึ่งเชื้อราสามารถเจริญ ได้บนผิวใบและหลังใบ ลักษณะของแผลเป็นตุ่มสีสนิม เมื่อแผลแตกจะปรากฏกลุ่มของสปอร์สีเหลืองส้ม โรคนี้สามารถกระจายได้ทุกภาคของประเทศ ถ้าความชื้นสูงอาการของโรคจะเห็นได้ชัดเจน ความเสียหาย จะไม่รุนแรง เพราะเชื้อราไม่สามารถทำให้ต้นสักตายได้เนื่องจากต้นสักจะมีการผลัดใบ เมื่อสักผลัดใบใหม่ อาการจะดีขึ้นตามธรรมชาติ จึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีฆ่าเชื้อราควบคุมโรค

**8.2 โรคราแป้งขาว (Powdery mildew)** โรคราแป้งขาวเกิดจากเชื้อสาเหตุชื่ออันซินูลาเทคโทนี (*Uncinula tectonae*) ซึ่งเชื้อราจะเจริญปกคลุมบนใบคล้ายแป้งฝุ่นสีขาวหรือผงขอล็ก อาการเริ่มแรกจะเกิดเป็นหย่อมๆ แล้วขยายออกไปในช่ว ที่มีความชื้นสูง อาการของโรคจะปรากฏชัดเจน เชื้อราไม่สร้างความเสียหายแก่ต้นสัก เช่นเดียวกับราสนิม เมื่อสักผลัดใบและผลัดใบใหม่อาการจะดีขึ้น จึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีฆ่าเชื้อราควบคุมโรค

**8.3 โรคแผลแตกตามลำต้น (Canker)** โรคแผลแตกตามลำต้นเกิดจากเชื้อสาเหตุใดยังไม่ทราบแน่ชัด เป็นอาการที่เกิดจากต้นสักถูกเชื้อราเข้าทำลาย ภายหลังจากการเกิดรอยแผลจากการลิดกิ่ง แมลงเจาะไฟไหม้หรือเกิดความเครียดจาก ภัยแล้งเป็นเวลานาน เชื้อราจึงเป็น Secondary-infection ในการก่อโรค

หากพบอาการไม่รุนแรงให้ตาก เปลือกบริเวณแผลส่วนที่มีสีน้ำตาลหรือสีดำออก ทาด้วยสารเคมีควบคุมเชื้อราแซนโคแฟน จะช่วยให้แผลสมานและปิดเร็วขึ้น

**8.4 โรคปุ่มปม (Gall)** โรคปุ่มปมเกิดจากเชื้อสาเหตุใดยังไม่ทราบแน่ชัด อาการปุ่มปมเป็นลักษณะผิดปกติของต้นสัก ปุ่มปมจะเกิดบริเวณกิ่งและลำต้น ทำให้เกิดเป็นรอยแผลแตกตามยาวตลอดแนวที่เกิดปุ่มปม หากเกิด รุนแรงต้นสักจะยืนต้นตาย

**8.5 โรครากเน่า (Root rot)** โรครากเน่าเป็นโรคที่ยังไม่ทราบเชื้อสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค โรคเกิดจากเชื้อราเข้าทำลายระบบ รากต้นสักที่ปลูกบริเวณที่ลุ่มมีน้ำขัง การระบายน้ำไม่มีระดับน้ำใต้ดินสูง รากสักจะอ่อนแอ อาการที่เกิด ขึ้นระยะแรกใบสักจะเหี่ยวหรือร่วงลง เมื่อตรวจระบบราก พบว่า รากมีอาการเน่าสีม่วงดำ หรือสีน้ำตาลเข้ม เปลือกจะหลุดลอกหากเกิดรุนแรงต้นสักจะยืนต้นตาย การดูแลรักษาต้อง มีระบบจัดการระบายน้ำออกจากพื้นที่ และควรขุดต้นที่ตายออก การควบคุมโรครากเน่าด้วยวิธีผสมผสานโดยใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* หว่านในพื้นที่เกิดโรค และใช้สารเคมีฆ่าเชื้อรา *Metalaxyl* ราดโคนต้นสัก สำหรับต้นสักมีการร่วงของใบน้อยกว่า ร้อยละ 50 สามารถใช้สารเคมี Foli-R-fos ฉีดเข้าภายในต้นสักพบว่าสามารถเยียวยาให้ ต้นสักมีอาการดีขึ้น สักสามารถผลิใบใหม่ได้ในเวลาต่อมา

**8.6 โรคเน่าของเหง้าสัก (Stump rot)** โรคเน่าของเหง้าสักเกิดจากเชื้อ ลาสิโอไดปโลเดียอีโอโบรมี (*Lasiodiplodia theobromae*) เกิดจากเชื้อราเข้าทำลายเหง้าขณะเก็บรักษา ดังนั้นควรตัดแต่งส่วนของเหง้าสักแล้วจุ่ม สารเคมีป้องกันเชื้อรา ผึ่งให้แห้งก่อนนำไปเก็บเพื่อรอการปลูก

## 9. แมลงศัตรู

สักในป่าธรรมชาติจะเกี่ยวข้องกับแมลงทุกช่วงเวลา หรืออาจกล่าวได้ว่าแมลงเป็นปัจจัยอย่าง หนึ่งที่มีผลต่อการแพร่ขยายพันธุ์ในป่าธรรมชาติและการเติบโตของต้นสัก อาทิแมลงที่ช่วยผสมเกสร ทำให้เกิดผลและเมล็ดที่เป็นส่วนสำคัญในการกระจายพันธุ์ของสัก แมลงที่ทำอันตรายต่อสัก เช่น หนอนผีเสื้อกินใบสัก เป็นต้น ซึ่งเมื่อสักอยู่ในป่าธรรมชาติที่มีความหลากหลายของพรรณไม้และสัตว์ การดำรงอยู่ของแต่ละสิ่งจะดำเนินไปอย่างกลมกลืนกันและมีความสัมพันธ์กันตามสภาวะนิเวศของสิ่งแวดล้อมนั้นๆ

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพนิเวศของป่าจากป่าธรรมชาติมาเป็นป่าเพื่อเศรษฐกิจ กล่าวคือ มีการตัดต้นไม้ออกจากพื้นที่แล้วปลูกพืชเชิงเดี่ยวหรือพืชชนิดเดียว เป็นการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านนิเวศป่าไม้ ซึ่งก่อให้เกิดผลต่อความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะกับแมลงที่ทำ

อันตรายต่อพืชจะปรากฏเห็นชัดเจนอย่างมาก เช่น การปลุกสักแบบพืชเชิงเดี่ยวหรือสัก ชนิดเดียวเป็นพื้นที่กว้างจะพบการระบาดของแมลงศัตรูต้นสักรุนแรงขึ้นและเพิ่มมากขึ้น อาทการระบาดของหนอนกินใบสัก ระบาดทั้งสวนสัก ทำให้ใบสักถูกหนอนกินหมดทั้งสวน เป็นต้น (ฉวีวรรณ, 2526)

ประเภทแมลงศัตรู แบ่งตามส่วนต่างๆ ของสักที่ถูกทำลาย ได้เป็น 6 ประเภทดังนี้

1. แมลงทำลายต้นและกิ่ง (Trunk and branch borers)
2. แมลงกัดกินใบ (Leaf feeders)
3. แมลงเจาะยอด (Shoot borers)
4. แมลงทำลายดอกและผล (Inflorescence and fruit destroyers)
5. แมลงดูดน้ำเลี้ยง (Sap suckers)
6. แมลงทำลายราก (Root feeders)

ฉวีวรรณ และ สุภโชค (2539) รายงานว่า แมลงศัตรูที่สำคัญและทำอันตรายร้ายแรงต่อต้นสักที่มักพบการระบาดและก่อให้เกิดความเสียหายแก่ต้นสักในสวนป่าสักทั้งภาครัฐและเกษตรกรมีมากถึง 72 ชนิด แต่ที่พบระบาดเป็นประจำมีอยู่ 6 ชนิด ได้แก่ หนอนผีเสื้อเจาะต้นสัก หนอนผีเสื้อกินใบสัก หนอนผีเสื้อกินผิวใบสัก หนอนสร้างปมต้นสัก หนอนผีเสื้อกาแฟสีแดง และด้วงน้ำมัน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

### 9.1 หนอนผีเสื้อเจาะต้นสัก (Teak beehole borer)

หนอนผีเสื้อเจาะต้นสักชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Xyleutes ceramicus* Walker อยู่ในวงศ์ Cossidae เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลางค่อนข้างใหญ่ ลำตัวเรียวยาว ตัวผู้มีขนาดลำตัว 35-40 มิลลิเมตร กางปีก วัดได้ 75-100 มิลลิเมตร ตัวเมียมีขนาดลำตัวใหญ่กว่าตัวผู้ยาวประมาณ 80-100 มิลลิเมตร และเชื่องช้ากว่า ตัวเมียมีหนวดแบบเส้นด้าย (Filiform) แต่ตัวผู้มีหนวดแบบซี่หรีดคู่ (Bipectinate) อยู่ที่ส่วนโคนหนวด และที่ส่วนปลายของหนวดเป็นแบบเส้นด้าย ปีกคู่หน้ายาวแคบมีสีน้ำตาลประกอบด้วยเกล็ดสีดำและเกล็ดสีขาวกระจายอยู่ทั่วไป กิจกรรมต่างๆ ดำเนินในช่วง กลางคืนตั้งแต่ช่วงค่ำ เช่น การบินของผีเสื้อ การจับคู่ผสมพันธุ์ และการวางไข่ เป็นต้น ในช่วงกลางวัน ตัวเต็มวัยจะเกาะนิ่งและหุบปีกแนบกับลำตัวมองดูกลมกลืนไปกับต้นสัก เมื่อถูกรบกวนจะทิ้งตัวลงสู่พื้นดิน ในขณะที่ทิ้งตัวลงจะบินไปเกาะยังตำแหน่งใหม่หรือต้นใหม่ ผีเสื้อบินไม่แข็งแรงนัก ตัวเมียเมื่อได้รับการผสมพันธุ์จากตัวผู้แล้ว ตัวเมียจะหาตำแหน่งที่เหมาะสม เช่น บริเวณรอยแตกหรือใต้

เปลือก โดยตัวเมียจะยื่นท่อวางไข่ (Ovipositor) แทรกตามรอยแตกหรือใต้เปลือกสักแล้ววางไข่เป็นฟองเดี่ยว รูปร่างเล็ก มีสีเหลืองสด อยู่เรียงกันรวมเป็นกลุ่ม ระยะการฟักไข่ประมาณ 10-15 วัน แล้วเข้าระยะหนอน (Larva) ซึ่งหนอนจะมีลำตัวเป็นปล้องชัดเจน แต่ละปล้องมีแถบสีขาวสลับกับแถบสีชมพู หนอนเจาะเข้าทำลาย เนื้อไม้ของต้นสักขณะที่ต้นสักยังมีชีวิต ทำให้เนื้อไม้เป็นรูหรือร่องในเนื้อไม้อย่างถาวร รูนี้อาจจะสะสมทุกปี ตลอดการเติบโตของต้นสัก ถึงแม้ต้นสักไม่ตายแต่เนื้อไม้ภายในต้นสักถูกเจาะทำลายเป็นร่อง ทำให้ไม่มีคุณภาพไม้ดี เมื่อแปรรูปแผ่นไม้จะมีรูมีร่องเป็นจำนวนมาก หนอนผีเสื้ออาศัยในต้นสักประมาณ 9-10 เดือนแล้วเข้าดักแด้(Pupa) ภายในต้นสักบริเวณด้านในสุดของรูหรือร่องที่หนอนเจาะ ลักษณะดักแด้ รูปทรงกระบอกเรียวยาวปลาย มีสีน้ำตาลไม่มีริยางค์ ทัวไป (ถนอม และคณะ, 2509)

### การป้องกันและกำจัด

1. **การเก็บตัวผีเสื้อโดยตรง** โดยการสำรวจและตรวจหาผีเสื้อที่ต้นสัก สังเกตจากคราบดักแด้ที่โผล่จากรูบนต้นสัก ที่มองเห็นเป็นสีน้ำตาล จากนั้นมองขึ้นไปประมาณ 30-50 เซนติเมตร จะเห็นผีเสื้อเกาะนิ่งหุบปีกแนบลำตัว ให้ใช้ไม้ไผ่ยาวเขี่ยที่ตัวผีเสื้อ ผีเสื้อจะร่วงลงสู่พื้นดิน เนื่องจากผีเสื้อบินไม่แข็งแรงนัก จากนั้นจับไปทำลาย ทำแบบนี้อย่างต่อเนื่องทุกปีจะลดการระบาดของแมลงนี้ได้เป็นอย่างดี

2. **ใช้กับดักแสงไฟสีม่วง** เป็นการใส่แสงสีจากหลอดแบลคไลท์ (สีม่วง) โดยติดตั้งหลอดไฟแบลคไลท์ในพื้นที่สวนสัก ที่มีการระบาดของแมลงนี้เป็นระยะหลายๆแห่ง มีผ้าขาวกางเป็นฉากเพื่อให้ผีเสื้อบินมาเกาะเปิดไฟช่วงเวลา 19.00-24.00 นาฬิกา เมื่อพบผีเสื้อบินเข้ามาที่กับดักแสงไฟ ให้จับไปทำลาย เนื่องจากผีเสื้อมีการตอบสนองต่อแสงสีม่วง ผีเสื้อที่เพิ่งออกจากต้นสักจะบินมาที่แสงไฟ จึงเป็นการลดประชากรของผีเสื้อและหนอนในปีต่อไป

3. **การใช้สารกลิ่นเพศ** เป็นการสกัดสารกลิ่นเพศจากตัวเมียที่ดึงดูดให้ตัวผู้เข้ามาจับคู่ผสมพันธุ์พบว่า ผีเสื้อตัวเมีย จะมีการปล่อยสารกลิ่นเพศ (Sex pheromone) กระจายไปในอากาศเพื่อเรียกให้ผีเสื้อตัวผู้บินเข้ามาจับคู่ผสมพันธุ์ ผีเสื้อตัวผู้มีการตอบสนองต่อสารกลิ่นเพศนี้อย่างชัดเจน การปล่อยให้กลิ่นสารนี้แพร่กระจายไปทั่วสวนสัก จะทำให้ผีเสื้อตัวผู้ไม่สามารถหาตำแหน่งของตัวเมียได้ ตัวเมียจะเริ่มวางไข่ในวันที่สองที่ออกจากต้นสัก ไข่ที่ไม่ได้รับการผสมจะไม่ฟักเป็นหนอน (ฉวีวรรณ, 2526)

## 9.2 หนอนผีเสื้อทำลายใบสัก (Leaf feeders)

พบว่ามี 2 ชนิดที่สำคัญ คือ หนอนผีเสื้อกินใบสัก (Teak defoliator) ชนิดที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hyblaea puera Cramer* และหนอนผีเสื้อกินผิวใบสัก (Teakskeletonizer) ชนิด *Paliga damastesalis Walker* หนอนผีเสื้อกินใบสักทั้งสองชนิดนี้ พบว่ามีการระบาดทั่วไปในพื้นที่ปลูกสักทั่วประเทศแต่ชนิดแรกมีการระบาดที่รุนแรงและเห็นได้ชัดเจนกว่าชนิดที่สอง มีรายละเอียด ดังนี้

### 9.2.1 หนอนผีเสื้อกินใบสัก (Teak defoliator)

หนอนผีเสื้อกินใบสัก ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Hyblaea puera Cramer* อยู่ในวงศ์ Hyblaeidae เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลาง ปีกคู่หน้าสีน้ำตาล ปีกคู่หลังสีน้ำตาลเข้มมีแถบสีส้มขอบแดง อยู่กลางปีก ช่วงเวลากลางวันผีเสื้อจะเกาะนิ่งอยู่ตามใต้ใบสักที่เป็นร่มเงาหรือที่ใบของพืชอื่นที่เป็นพืชชั้นล่าง จะมีกิจกรรมและว่องไวในช่วงเวลากลางคืน บินได้ระยะไกล ผีเสื้อวางไข่เป็นฟองเดี่ยวที่ใบสัก ไข่มีสีขาวขุ่น รูปร่างเล็ก ตัวเมียตัวหนึ่งสามารถไข่ได้ 500-600 ฟอง หนอนขนาดเล็กมีสีเขียวใส เมื่อขนาดโตขึ้นหนอนมีสีเข้มถึงดำ แต่เมื่อโตเต็มที่มีแถบสีดำบนสีน้ำตาลเงินข้างลำตัวข้างละแถบ ระหว่างแถบทั้งสองมีแถบสีน้ำตาลเหลืองตามแนวยาวของลำตัว เมื่อหนอนโตเต็มที่จะทิ้งตัวลงสู่พื้นดินและเข้าดักแด้ ที่ใต้เศษไม้ใบไม้บริเวณพื้นดินในพื้นที่สวนป่าสัก

การระบาดในสวนป่าสัก พบหนอนระบาดกินใบสักในช่วงต้นฤดูฝน เมื่อสักแตกใบใหม่ หนอนที่เพิ่งฟักจากไข่และมีขนาดเล็กจะเริ่มกินผิวใบและชักใยปกคลุม เมื่อหนอนโตขึ้นจะกัดกินเนื้อใบสักโดยกัดขอบใบสักแหงนขาดและพับปิดตัวหนอนไว้ เมื่อมีการระบาดที่มากขึ้น และมีปริมาณหนอนมากขึ้น หนอนจะกินเนื้อใบทั้งใบ อาจเหลือไว้เฉพาะก้านใบเท่านั้นและร่วงหล่นลงสู่พื้นดิน เมื่อมีการระบาดรุนแรงใบสักจะถูกกินหมดทั้งต้นและทิ้งแปลงอย่างรวดเร็ว ต้นสักจะไม่มีใบหลง เหลืออยู่มองเห็นต้นสักมีกิ่งก้านเท่านั้น และหากมีการระบาดอย่างรุนแรงและต่อเนื่องจะ ทำให้อัตราการเติบโตของต้นสักลดลงโดยเฉพาะในสักที่ยังมีขนาดเล็กหรือสักที่มีอายุน้อย ทั้งนี้เนื่องจากสักที่มีอายุน้อยมีอัตราการเติบโตมากกว่าสักที่มีอายุมากสวนป่าสักที่มีอายุ 5 ปี ปล่อยให้มีการระบาดของหนอนผีเสื้อกินใบสักตลอดเวลา 5 ปีโดยไม่มีการป้องกันและกำจัด ต้นสักจะสูญเสียการเติบโตถึงร้อยละ 44 สักอายุ 3 ปี หากปล่อยให้หนอนกินใบหมดทั้งต้น ต้นสักจะสูญเสียการเติบโตถึงร้อยละ 70 พบการระบาดในทั่วทุกภาคของประเทศ 2-3 ครั้งต่อปี (ฤดูฝน) ในสภาพที่แล้งหรือฝนทิ้งช่วงจะทำให้เกิดการระบาดของหนอนกินใบสักได้ง่าย และรุนแรงกว่าสภาพที่มีฝนตกหนัก (ฉวีวรรณ, 2526)

**9.2.2 หนอนผีเสื้อกินผิวใบสัก (Teak skeletonizers)** ผีเสื้อหนอนกินผิวใบสักเดิมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Eutectona machaeralis* และต่อมาได้ตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ของผีเสื้อหนอนกินผิวใบสักที่ระบาดในจังหวัดราชบุรีของประเทศไทย และแจ้งว่าเป็นผีเสื้อชนิด *Paliga damastesalis* Walker ดังนั้นในที่นี้จึงขอใช้ชื่อผีเสื้อหนอนกินผิว ใบสักชนิดนี้ว่า *Paliga damastesalis* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Pyralidae

หนอนผีเสื้อกินผิวใบสัก เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก ปีกคู่หน้าสีเหลืองซีด มีลายซิกแซ็ก เป็นสีส้ม ปีกคู่หลังมีสีเหลืองซีดเช่นเดียวกัน ช่วงเวลากลางวันมักเกาะตามพืชชั้นล่าง ตัวเมียวางไข่ได้ถึง 500 ฟอง (Wu et al., 1979) ไข่ฟักเป็นตัวหนอนใน 2-3 วัน หนอนมีขนาดเล็ก สีเขียวอ่อน มีจุดดำทุกปล้องลำตัวอมลึบ โตเต็มที่ยาวประมาณ 22-25 มิลลิเมตร ระยะหนอน ประมาณ 10-12 วัน เข้าดักแต่ได้เศษไม้ใบไม้บนผิวดิน บนใบสัก และพืชชั้นล่าง หนอนจะกัดกินเฉพาะผิวและเนื้อใบสัก โดยมีใยที่หนอนสร้างขึ้นมาปกคลุม เมื่อมีการระบาดมากขึ้นและรุนแรงหนอนจะกินใบสักพรุนจนเหลือแต่เส้นใบมองเห็นสานกันเป็นร่างแหทั้งใบและทั้งต้น และระบาดเป็นพื้นที่กว้าง มองเห็นเป็นลักษณะใบแห้ง เป็นสีน้ำตาลแดงในระยะไกล เป็นสาเหตุให้ต้นสักมีอัตราการเติบโตลดลง พบการระบาดในสวนป่าสักในท้องที่ต่างๆ ทุกภาคของประเทศ ในช่วงปลายฤดูฝน ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน ซึ่งช้ากว่าหนอนผีเสื้อกินใบสักชนิดแรก ความรุนแรงจะน้อยกว่าหนอนชนิดแรก

### การป้องกันและกำจัด

**1. การเก็บโดยตรง** วิธีการนี้เป็นการสำรวจและตรวจสอบหาตัวแมลงทุกระยะของแมลงในพื้นที่ ถ้าเป็นระยะหนอน ให้ตรวจหาที่ใบสักที่ลักษณะแห้งและขาดวิน จะพบตัวหนอนกำลังกัดกินใบสัก เมื่อพบแล้วให้นำไปทำลาย และหากเป็นดักแต่ หนอนจะเข้าดักแต่โดยการปล่อยตัวลงพื้นดินโดยมีใยเหนียวเกี่ยวโยง และเข้าดักแต่ที่พื้นดินได้เศษไม้ ใบไม้ และที่ใบพืชชั้นล่าง ให้ตรวจหาดักแต่ที่บริเวณพื้นดิน จะพบดักแต่เป็นจำนวนมากให้กวาดดักแต่ เศษไม้และใบไม้กองรวมกันแล้วเผาทำลายจะเป็นการลดประชากรที่เป็นผีเสื้อในปีต่อไป

**2. การใช้สารควบคุมและกำจัด** สารควบคุมที่สามารถใช้กำจัดหนอนผีเสื้อมีหลายชนิด ทั้งที่เป็นสารเคมีเช่น Sevin, Chlorpyrifos และสารที่สกัดจากพืช หรือสารที่ได้จากจุลินทรีย์ เช่น สารสกัดสะเดา แบททีเรีย และเชื้อราบางชนิด เป็นต้น ซึ่งการใช้สารเคมี จะต้องใช้ด้วยความระมัดระวังและต้องเป็นพื้นที่ที่สามารถควบคุมการแพร่กระจายของสารเคมีได้ สำหรับสารสกัดจากพืชและสารจากจุลินทรีย์ เช่น สารสกัดสะเดา และเชื้อแบคทีเรียสามารถใช้ในการควบคุมการระบาดของหนอนผีเสื้อกินใบสักได้ดี อาจทำโดยการ

ผสมน้ำและฉีดพ่นด้วยเครื่องพ่นหรือใช้เครื่องพ่นหมอก ซึ่งกรมป่าไม้ได้ใช้เครื่องพ่นหมอกในการปล่อยสารแบคทีเรียควบคุมหนอนผีเสื้อกินใบสักในสวนป่าสักของกรมป่าไม้ นอกจากนี้ยังทำการโปรยสารแบคทีเรีย โดยเครื่องบินเพื่อควบคุมหนอนผีเสื้อกินใบสัก (ฝ่ายปราบศัตรูพืชป่าไม้, 2525 ; ฉวีวรรณ และคณะ, 2536)

**3. การใช้ตัวห้ำ (Predators)** วิธีนี้เป็นวิธีใช้แมลงศัตรูธรรมชาติควบคุมแมลงศัตรูพืช หรือที่เรียกว่าการควบคุมโดยชีววิธี (Biological control) โดยตัวห้ำนี้ได้แก่ มวนพิฆาต (*Eocanthecona furcellata*) และมวนเพชฌฆาต (*Sycanus collaris*) มวนทั้งสองชนิดนี้ จะดูดกินของเหลวจากตัวหนอนและแมลงโดยใช้วงซึ่งเป็นปากของมวนยื่นไปเจาะและดูดของเหลวในตัวหนอน ทำให้หนอนและแมลงตายในที่สุด มวน 2 ชนิดนี้กรมป่าไม้สามารถเพาะขยายพันธุ์ได้ตลอดปี และนำไปปล่อยในสวนป่าสักเพื่อควบคุมและกำจัดหนอนผีเสื้อกินใบสัก ทำให้ประชากรหนอนผีเสื้อกินใบสักและการระบาดลดลงได้

**9.2.3 หนอนสร้างปมต้นสัก** หนอนสร้างปมต้นสัก ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Acalolepta cervinus* (Hope) อยู่ในวงศ์ Cerambycidae เป็นด้วงหนวดยาวสีน้ำตาล ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร (ไม่รวมความยาวของหนวด) ตัวหนอนมีสีขาวย่น หัวกลม ปากคม ไม่มีขา ลำตัวแบ่งเป็นปล้องชัดเจน อาศัยอยู่ในต้นสักนานประมาณ 9-10 เดือน และเข้าดักแด่ภายในต้นสัก และออกเป็นตัวเต็มวัยประมาณเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม เพื่อจับคู่ผสมพันธุ์และวางไข่ที่ได้เปลือกต้นสัก โดยด้วงหนวดยาวจะกัดเปลือกสักเป็นรอยแผลแล้วยื่นท่อวางไข่แล้ววางไข่ ระยะไข่ใช้เวลา 10-14 วัน เมื่อหนอนฟักจากไข่จะเจาะเข้าสู่ต้นสักประมาณเดือนพฤษภาคม วงจรชีวิตประมาณ 12 เดือน เมื่อหนอนฟักจากไข่จะเจาะเข้าสู่ต้นสักและกัดกินเนื้อเยื่อบริเวณใต้เปลือกรอบๆ ลำต้นสัก ทำให้เนื้อไม้บริเวณนั้นถูกทำลายและได้รับความเสียหาย ต้นสักจึงสร้างเนื้อไม้ ขึ้นทดแทนบริเวณที่ถูกกินและทำลาย ทำให้บริเวณดังกล่าวโป่งบวมผิดปกติและเป็นรอยแผลรอบต้นสัก หนอนจะเจาะเข้าเนื้อไม้ทำให้เนื้อไม้เป็นรูร่อง และตำหนิถาวร พบการทำลายต้นสักที่ระดับ 1-2 เมตร ในต้นสักอายุน้อยประมาณ 1-3 ปี ต้นสักจะหักโค่นได้ง่ายบริเวณที่เกิดบมเมื่อมีลมพัดแรง หากต้นสักมีขนาดใหญ่ขึ้น การเกิดนี้จะเกิดที่บริเวณกิ่งหรือก้านขนาดเล็ก พบการระบาดมากในพื้นที่จังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง พะเยา และจันทบุรี เป็นต้น (ฉวีวรรณ และ สุภโชค, 2539)

### การป้องกันและกำจัดหนอน

ถ้าเป็นหนอนขนาดเล็กและอยู่บริเวณใต้เปลือก ให้ตรวจสอบขุยไม้ที่บริเวณเปลือก เมื่อพบขุยไม้ให้ใช้มีดขูดหรือถากเอาเปลือกที่มีตัวหนอนออกไปทำลาย หากหนอนเจาะเข้าไปในเปลือกและต้นสักสร้างปมแล้ว ให้ใช้มีดสับบริเวณปมให้เป็นรอยหลายๆ รอย และฉีดอัดสารกำจัดแมลงเข้าไปตามรอยโป่งพองหลายๆ จุด

เพื่อให้น้ำยาเคมีเข้าไปทำอันตรายต่อหนอน ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ตัวด้วงออกจากต้นสัก ให้จับตัวด้วงไปทำลาย เพื่อลดประชากรของแมลงในปีต่อไป

**9.2.4 หนอนผีเสื้อกาแฟสีแดง (Red coffee borer)** หนอนผีเสื้อกาแฟสีแดง ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Zeuzera coffeae* อยู่ในวงศ์ Cossidae เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลาง ปีกสีขาว มีจุดดำทั่วไป มองเห็นชัดเจน หนอนมีสีชมพูแดง ลำตัวมีขนเป็นเส้นบางๆ ไม่มากนัก ตัวหนอนโตเต็มที่ยาวประมาณ 1 นิ้ว ด้านบนของส่วนหัวมีแผ่นแข็ง สีน้ำตาลเข้ม ปากคม ดักแต่มีสีน้ำตาลไม่มีรยางค์อยู่ในต้นสัก เมื่อหนอนฟักออกจากไข่ หนอนจะเจาะเข้าสู่เนื้อไม้ของยอดหรือกิ่งของ ต้นสัก หนอนจะกัดกินเนื้อไม้ที่อยู่ภายในต้นสัก บริเวณที่หนอนเจาะเข้าจะพบรูกลมขนาดเล็กปรากฏอยู่ หนอนจะขับขุยไม้ (ขี้หนอน) มีลักษณะเป็นท่อนเล็กๆ สีตามเปลือกหรือเนื้อไม้ที่หนอนเจาะจะมีสีเหลืองอ่อนตกอยู่บริเวณโคนต้นสัก กองขุยไม้นี้ใช้เป็นจุดสังเกตในการค้นหาต้นสักและตำแหน่งที่หนอนเจาะทำลาย ยอดสักที่ถูกหนอนเจาะ ภายในจะเป็นช่องหรือโพรง ทำให้ยอดสักหรือกิ่งสักแห้งตายและหักได้ ทำให้ต้นสักเป็นพุ่มหรือเสียรูปทรง เมื่อผีเสื้อออกจากยอดสักจะทิ้งคราบดักแต่สีน้ำตาลไว้ที่ปากรู

#### การป้องกันและกำจัด

เนื่องจากการระบาดของหนอนผีเสื้อชนิดนี้มีตลอดปี และหนอนผีเสื้อกาแฟสีแดงมีพืชอาหารหลายชนิด ทั้งพืชป่าและพืชเกษตร ทำให้ยากแก่การป้องกันและกำจัด หากพ่นด้วยสารเคมีเพื่อป้องกันไม่ให้ผีเสื้อมาวางไข่ จะทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณมากเพราะการระบาดมีได้เกือบตลอดปี และสารเคมีก่อให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้น แปลงสักที่มีอายุน้อย (1-3 ปี) ให้ตรวจสอบการเจาะทำลายยอดสัก โดยสังเกตได้จากขุยไม้ที่มีลักษณะเป็นท่อนเล็กๆ สีเหลืองอ่อนบริเวณใต้ต้น แล้วตรวจหาโดยไล่ค้นหาตำแหน่งที่มีรูกลมของหนอน เมื่อพบรูของหนอนให้ใช้เข็มฉีดยาขนาด 60 มิลลิลิตร บรรจุสารเคมีที่ใช้สำหรับควบคุมแมลง เช่น ซูมิไซดิน คลอไพริฟอส และทามารอน เป็นต้น ผสมน้ำตามอัตราที่กำหนดบนฉลาก ฉีดอัดเข้ารูแมลงนั้นประมาณ 20 มิลลิลิตร แล้วอุดด้วยดิน ปิดปากรูเพื่อกำจัดตัวหนอน หรือสังเกตที่ส่วนยอดของต้นสัก หากเห็นยอดต้นสักมีอาการเหี่ยวเฉาและยอดหักพับ ให้ตัดยอดสักนั้นเอาส่วนที่มีหนอนแมลงออก โดยสังเกตได้จากเมื่อตัดยอดสักแล้ว ยอดสักที่เหลือจะไม่มีรูของหนอนแมลง จากนั้นนำยอดสักที่มีหนอนแมลงไปทำลายทิ้ง ต้นสักจะแตกยอดใหม่ได้อีกและตัดแต่งยอดในภายหลัง เมื่อต้นสักอายุมากกว่า 3 ปีและมีขนาดใหญ่ขึ้น แมลงชนิดนี้จะไม่ค่อยมีปัญหาต่อต้นสักมากนัก (ฉวีวรรณ และ สุภโชติ, 2539)

**9.2.5 ตัวงน้ำมัน ตัวงน้ำมัน** ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Mylabris phalerata* Pall อยู่ในวงศ์ Meloidae เป็นด้วงขนาดกลาง ยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร ตัวสีดำ ขาสีดำ ปีกมีแถบสีเหลืองส้มพาดขวาง 3 แถบ ปีกนิ่ม ไม่แข็งเหมือนด้วงปีกแข็งทั่วไป หนวดสั้น ส่วนหัวและอกเล็กกว่าลำตัว ตัวด้วงกินดอกและผลอ่อนของสั๊ก ทำให้ดอกสั๊กและผลอ่อนของสั๊กได้รับความเสียหายอย่างมาก ดอกและผลอ่อนไม่สามารถพัฒนาเป็นผลแก่ได้ ก่อให้เกิดปัญหาการผลิตเมล็ดพันธุ์สั๊ก พบการระบาดในช่วงที่สั๊กออกดอกและมีผลอ่อน ตัวงน้ำมันมีพืชอาหารหลายชนิด เช่น ดอกของพืชตระกูลถั่ว ตระกูลแตง ขบา และดอกไม้่ออีกหลายชนิด เป็นต้น

#### การป้องกันและกำจัด

เมื่อพบตัวงน้ำมันระบาดทำลายดอกสั๊ก สามารถใช้สารเคมีชนิด คาร์บาริล ผสมน้ำพ่นกำจัดด้วงชนิดนี้ได้ แต่เนื่องจากตัวงน้ำมันมีการระบาดในช่วงที่สั๊กออกดอก การพ่น สารเคมีจะเป็นอันตรายต่อแมลงที่เป็นประโยชน์ต่อการผสมเกสรของดอกสั๊กด้วยและเป็นมลพิษต่อ สิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรใช้สารเคมีด้วยความระมัดระวังและเมื่อจำเป็นเท่านั้น (ฉวีวรรณ และ สุภโชติ, 2539)

#### หญ้าเนเปียร์ (Napier Grass)

จัดเป็นหญ้าอาหารสัตว์ที่นิยมปลูกมาก เนื่องจาก ลำต้น และใบมีขนาดใหญ่ และมีคุณค่าทางอาหาร สัตว์สูง รวมถึงสามารถเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตต่อไร่สูง สามารถเก็บเกี่ยวต้นได้ตลอดทั้งปี และเก็บเกี่ยวได้นาน 5-7 ปี ต่อการปลูก 1 ครั้ง

ชื่อวงศ์ : Gramineae

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Pennisetum purpureum* Schumaach

ชื่อสามัญ : Napier Grass, Elephant Grass

ชื่อท้องถิ่น : หญ้าเนเปียร์

ถิ่นกำเนิด : แถบประเทศของแอฟริกา

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1. ราก และลำต้น หญ้าเนเปียร์ เป็นหญ้าที่มีลำต้นขนาดใหญ่ ลำต้นแตกเป็นกอ หรือแตกต้นใหม่ได้ ลำต้นมีลักษณะแข็งแรง มีลำต้นสั้นๆ บางส่วนอยู่ใต้ดิน ลำต้นเหนือดินมีลักษณะทรงกลม และตั้งตรง ขนาดลำต้น 2-2.5 เซนติเมตร สูง 2-6 เมตร ลำต้นมีลักษณะเป็นข้อปล้อง ประมาณ 15-20 ข้อ ส่วนรากมีเฉพาะระบบ รากฝอย ที่แตกออกจากเหง้าจำนวนมาก

2. ใบ หญ้าเนเปียร์ออกเป็นใบเดี่ยว ประกอบด้วยกาบใบที่ห่อหุ้มลำต้น และมีขนเล็กๆ นุ่มมือปกคลุมโดยตรรอยต่อระหว่างกาบใบกับแผ่นใบมีลิ้นใบ ถัดมาเป็นแผ่นใบยาว แผ่นใบมีสีเขียวอ่อน ยาวประมาณ 70-100 เซนติเมตร กว้างประมาณ 2-3 เซนติเมตร แผ่นใบมีเส้นกลางใบขนาดใหญ่

3. ดอก ดอกหญ้าเนเปียร์ออกเป็นช่อ แบบ spike ช่อดอกมีรูปทรงกระบอก สีเหลือง ยาวประมาณ 15-22 เซนติเมตร หนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร ประกอบด้วยดอกย่อยจำนวนมาก ด้านในดอกมีเกสรตัวเมีย และตัวผู้

4. ผล และเมล็ด หญ้าเนเปียร์พบติดผลได้น้อยมาก เปลือกผล และเมล็ดหุ้มติดกัน

#### พันธุ์หญ้าเนเปียร์

##### 1. หญ้าเนเปียร์ยักษ์

ชื่อสามัญ : King grass

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *P. purpureum* King grass

ประเทศที่นำเข้า : ประเทศอินโดนีเซีย

ปีนำเข้า : มกราคม 2533

ผู้นำเข้า : นายชาญชัย มณีกุล

ลักษณะเด่นชัด : ลำต้นสูง แตกกองง่าย ใบและลำต้นมีขน ให้ผลผลิตต่อไร่สูง 10-60 ตัน ต่อไร่ต่อ ปี หรือมากกว่า (ตัดหลายรุ่นต่อปี) ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และน้ำ

## 2. หญ้าเนเปียร์แคระ

ชื่อสามัญ : Mott Dwarf Elephant Grass

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *P. purpureum cv. Mott*

ประเทศที่นำเข้ามา : มหาวิทยาลัยแห่งรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา

ปีที่นำเข้ามา : พุทธศักราช 2532

ผู้นำเข้ามา : นายวิฑูรย์ กำเนิดเพชร

ลักษณะเด่นชัด : ลำต้นเตี้ย แตกกองง่าย เป็นพุ่ม ใบ และลำต้นมีขน

## 3. หญ้าเนเปียร์ปากช่อง1 (พันธุ์ลูกผสม)

ชื่อสามัญ : Pak Chong 1

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *P. purpureum x pennisetum americanum*

พันธุ์ดั้งเดิม : หญ้าเนเปียร์ยักษ์ และหญ้าไข่มุก

หน่วยงานพัฒนาสายพันธุ์ : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ โคราซ กรมปศุสัตว์

ลักษณะเด่นชัด : ลำต้นสูงใหญ่ เหมือนเนเปียร์ยักษ์ ลำต้นอวบ และออกสีเขียวอ่อน ใบ และลำต้น ไม่มีขน ลดการคันขณะเก็บเกี่ยว ให้ผลผลิตเหมือนกับหญ้าเนเปียร์ยักษ์ ผลผลิตต่อไร่สูง 10-60 ตัน/ไร่/ปี หรือมากกว่า (ตัดหลายรุ่นต่อปี) ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และน้ำ

### ประโยชน์หญ้าเนเปียร์

1. ใช้ปลูกเพื่อเป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะโคเนื้อ โคนม และกระบือ ซึ่งเหมาะสมสำหรับการให้กินสด และการทำหญ้าหมัก
2. ใช้เป็นชีวมวลสำหรับเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า
3. ใช้ปลูกเป็นพืชคลุมดิน
4. ลำต้นใช้เป็นวัสดุคืบในการผลิตกระดาษ

5. ลำต้นนำมาสับ และอัดเป็นแท่งสำหรับเป็นเชื้อเพลิงหุงหาอาหาร

6. หญ้าเนเปียร์มีโปรตีนสูง และให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าหญ้าทุกสายพันธุ์ เหมาะสำหรับใช้เป็นอาหารสำหรับวัวขุน โคขุน และวัวชนทุกระยะ

**คุณค่าทางโภชนาการของหญ้าเนเปียร์ (อายุ 45 วัน : 100 กรัม)**

- พลังงาน: 175.40 แคลอรี
- โปรตีน: 7.32 กรัม หรือ 7.32 เปอร์เซ็นต์
- ไขมัน: 0.99 กรัม
- คาร์โบไฮเดรต: 34.32 กรัม
- ความชื้น: 8.68 กรัม
- เถ้า: 11.51 กรัม
- กาก: 37.21 กรัม
- แคลเซียม: 247.5 มิลลิกรัม
- ฟอสฟอรัส: 203.9 มิลลิกรัม
- เหล็ก: 12.4 มิลลิกรัม (Puechkaset, 2559)

### วิธีการปลูกหญ้าเนเปียร์

1. **การเตรียมแปลง** เตรียมแปลงด้วยการไถกลบดิน ให้ลึกไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร พร้อมกำจัดวัชพืช และตากดินนาน 1 อาทิตย์ ทั้งนี้ หากพื้นที่ไม่รกรมาก ให้หว่านปุ๋ยคอก ประมาณ 2 ตัน/ไร่ และ ปุ๋ยเคมีสูตรเสมอ จำนวน 30 กิโลกรัม/ไร่ ก่อนทำการไถกลบ แต่หากพื้นที่รกรมาก ให้ไถกลบดิน 2 รอบ โดย หว่านปุ๋ยก่อนการไถในรอบที่ 2 และหากปลูกแบบร่อง แนะนำให้ปลูกในพื้นที่ที่มีความลาดชันเล็กน้อย เพื่อให้ระบายน้ำได้ดี

2. **ขั้นตอนการปลูก** ก่อนพันธุ์ที่ใช้ปลูกจะต้องเป็นลำต้นที่มีข้อปล้องสมบูรณ์ โคนต้นมีการแตกรากบ้างแล้ว ซึ่งจะใช้ลำต้นที่มีอายุตั้งแต่ 3-4 เดือน ขึ้นไป จนถึง 1 ปี แบ่งลักษณะการปลูกได้ดังนี้

2.1 **การปลูกในพื้นที่ขนาดเล็ก** การปลูกลักษณะนี้จะใช้พื้นที่เพียงไม่กี่ไร่ ซึ่งมักเป็นการปลูกสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ของตนเอง โดยมีการใช้แรงงานคนในการปลูกเป็นสำคัญ ขั้นตอนการปลูกจะเริ่มจากการ

ตัด ท่อนพันธุ์ให้เป็นท่อนๆ ยาวประมาณ 15-25 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับความยาวข้อเป็นสำคัญ โดยให้แต่ละท่อนมี ข้อ 2 ข้อ ห้ามน้อยกว่านี้ หลังจากนั้น นำท่อนพันธุ์ 2 ท่อน ปักลงดิน โดยให้ข้อแรกของโคนท่อนปักลงดิน ส่วนข้อที่ 2 ให้อยู่เหนือดิน โดยทั้ง 2 ท่อน จะปักลงดินในลักษณะที่ไขว้กันให้เอียงประมาณ 30-40 องศา ระยะปลูกลูกของต้นที่ 70-80 เซนติเมตร และระยะแถว 100-120 เซนติเมตร ทั้งนี้ อาจใช้ท่อนพันธุ์เพียงท่อเดียว ก็ได้หากมีข้อจำกัดด้านปริมาณท่อนพันธุ์ที่ใช้

**2.2 การปลูกแบบอ้อยหรือแบบไถร่อง** การปลูกวิธีนี้ มักใช้กับแปลงปลูกขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีการไถยกร่อง และวางท่อนพันธุ์ที่คล้ายกับการปลูกอ้อยการปลูกนั้นจะเริ่มจาก การวางท่อนพันธุ์ทั้งท่อนต่อกันในแนวร่อง จากนั้น ค่อยตัดท่อนพันธุ์ และจัดเรียงให้ห่างกันประมาณ 85 เซนติเมตร หรือ ใช้วิธีตัดท่อนพันธุ์ก่อน แล้วค่อยวางท่อนพันธุ์ในร่อง ก่อนจะไถกลบท่อนพันธุ์ให้ดินถมตามความเหมาะสมในฤดู

**3. การให้น้ำ** หากปลูกเพื่อใช้เลี้ยงโคไม่กึ่งตัว และปลูกในแปลงขนาดเล็ก เกษตรมักปล่อยให้เติบโตด้วยการอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ แต่หากปลูกในแปลงขนาดใหญ่ มักใช้อุปกรณ์การให้น้ำ อาทิ ระบบน้ำสปริงเกอร์ หรือสูบน้ำปล่อยให้ไหลตามแปลง ระยะการให้น้ำประมาณ 7-10 วัน ต่อครั้ง โดยเฉพาะฤดูแล้งที่ต้องให้อย่างสม่ำเสมอ

**4. การใส่ปุ๋ย** มักใส่หลังการกำจัดวัชพืชเสร็จ โดยหลังจากปลูกที่ท่อนพันธุ์แทงหน่อแล้ว 2 อาทิตย์ ให้ใส่ปุ๋ยคอก ประมาณ 2-3 ตัน ต่อไร่ และปุ๋ยยูเรีย 20-30 กิโลกรัม ต่อไร่ พร้อมรดน้ำให้ชุ่ม

**5. การเก็บเกี่ยวผลผลิต** หลังจากที่ยุ่เนเปียร์ขึ้นต้นใหม่ ประมาณ 60-75 วัน สามารถเริ่มตัดได้ครั้งแรก ส่วนการตัดครั้งต่อไป และการตัดในทุกๆครั้งจะตัดห่างกันประมาณ 50-60 วัน หรือมากกว่าเล็กน้อย แต่หากต้องการหญ้าสดที่อ่อนพอดีควรตัดในช่วง 45-50 วัน ซึ่งวิธีตัดหญ้าเนเปียร์ทำได้หลายวิธี อาทิ การใช้เคียว การใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย การใช้เครื่องยนต์ตัดเก็บ เป็นต้น ทั้งนี้ ควรตัดลำต้นหญ้าเนเปียร์ให้เหลือตอสูงจากพื้นประมาณ 10 เซนติเมตร

**6. การดูแลหลังเก็บเกี่ยว** หลังการตัดหญ้าทุกครั้ง จำเป็นต้องบำรุงตอหญ้าให้แตกหน่อใหม่ได้เร็ว ด้วยการใส่ปุ๋ยคอก และปุ๋ยยูเรีย โดยหว่านปุ๋ยคอก อัตรา 2-3 ตัน/ไร่ แล้วทำน้ำให้ชุ่ม และหลังจากที่ตอแตกหน่อใหม่แล้ว 2 อาทิตย์ จึงใส่ด้วยปุ๋ยยูเรีย อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ พร้อมรดน้ำให้ชุ่ม ทั้งนี้ การใส่ปุ๋ย ยูเรีย 17 ระวังห้ามใส่ชิดโคนต้นมาก เพราะอาจทำให้หน่อตายได้ นอกจากนั้น ให้สลับสูตรปุ๋ยครั้งต่อไปเป็นสูตรเสมอ สลับกับปุ๋ยยูเรียหลังการตัดในแต่ละครั้ง (Puechkaset, 2559)

## นม

นม (Milk) หมายถึง ของเหลวสีขาวที่มีลักษณะข้นกว่าน้ำเล็กน้อยที่ได้จากการรีดจากเต้านมของสัตว์ต่างๆ เช่น นมโค นมกระบือ นมแพะ นมแกะ นมม้า เป็นต้น น้ามนที่รีดได้จากสัตว์ต่างๆ โดยที่ยังไม่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยกรรมวิธีต่างๆ เรียกว่า นมดิบ นมจะประกอบไปด้วยสารอาหารหลักที่จำเป็น สำหรับเด็กหรือสัตว์เกิดใหม่ ซึ่งนมสามารถนำไปสร้างผลิตภัณฑ์อื่นได้แก่ ครีม เนย โยเกิร์ต ไอศกรีม ชีส นอกจากนี้ยังสามารถหมายถึงเครื่องดื่มอื่นที่นำมาใช้ทดแทนนม เช่น นมถั่วเหลือง นมข้าว นม ข้าวโพด นมแอลมอนต์ (จีรชัย และคณะ, 2549)

### นมสดที่ผลิตในปัจจุบันแบ่งเป็น 3 ชนิด

1. นมสดที่รีดได้จากแม่โคโดยไม่มีการเติมหรือแยกสิ่งใดออกจากร้านนม
2. นมสดที่รีดได้จากแม่โค และมีการแยกมันเนยบางส่วนออกจากร้านนมทำให้น้านมมีไขมันเนยน้อยเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการดื่มนมที่มีไขมันต่ำ
3. นมสดที่รีดได้จากแม่โค และมีการแยกมันเนยทั้งหมดออกจากร้านนมทำให้น้านม ปราศจากไขมันเนย เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการดื่มน้านมที่ไม่มีไขมัน

### มาตรฐานของนมสด

1. ปราศจากเชื้อโรคทุกชนิดที่สามารถก่อโรคในคนได้
2. น้านมต้องไม่มีนมเหลืองเจือปน
3. ไม่มีสารพิษเจือปนที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ยาฆ่าแมลง ยากำจัดวัชพืช เป็นต้น
4. นมสดต้องประกอบด้วยธาตุน้านม (ไม่รวมมันเนย) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 8.5 ของน้าหนัก และมีมันเนยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 32 ของน้าหนัก
5. นมสดพร้อมมันเนยต้องประกอบด้วยธาตุน้านม (ไม่รวมมันเนย) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 8.5 ของ น้าหนัก และมีมันเนยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 0.1 แต่ไม่ถึงร้อยละ 3.2 ของน้าหนัก
6. นมสดขาดมันเนยต้องประกอบด้วยธาตุน้านม (ไม่รวมมันเนย) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 8.8 ของน้าหนัก และมีมันเนยไม่เกินร้อยละ 0.1 ของน้าหนัก

7. ต้องผ่านความร้อนก่อนที่จะนำมาบริโภคหรือจำหน่ายแก่ผู้บริโภค

### ลักษณะของนมโค

1. นมโคที่รีดได้จากแม่โคที่เป็นนมดิบจะมีสีขาวอมเหลืองเล็กน้อย โดยสีขาวเป็นสีของโปรตีนเคซีน (Casein) ส่วนสีเหลืองเป็นสีของคาโรทีน (Carotene)

2. นมโคมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6.6 จากคุณสมบัติของโปรตีน และเกลือแร่ที่เป็นองค์ประกอบของนม

3. นมโคมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.032 ทำให้มีลักษณะหนักกว่าน้ำเล็กน้อย (กรมปศุสัตว์, 2547)

### การสร้างน้ำนม

การสร้างน้ำนมเพื่อเป็นอาหารของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม เกิดขึ้นในส่วนที่เรียกว่าเต้านม เต้านมมีอวัยวะหลายอย่างที่เกี่ยวกับการสร้างน้ำนม แม่โคจะมีเต้านม 4 เต้า ตั้งอยู่บริเวณช่องท้องระหว่างขาหลัง เต้านมของโคประกอบด้วยต่อมสร้างน้ำนม 4 ต่อมซึ่งแยกออกจากกัน แต่ละต่อมจะมีการสร้างน้ำนมเป็นอิสระต่อกัน ต่อมสร้างน้ำนมแต่ละต่อมเรียก Quarter ซึ่งแต่ละ Quarter ประกอบด้วย

#### 1. หัวนม (Feat)

เป็นส่วนปลายสุดของเต้านม ผิวด้านนอกไม่มีขน และไม่มีต่อมตอนปลายสุดของรูหัวนมมี (Streak canal) ซึ่งเป็นทางออกของน้ำนม และบริเวณรอบรูหัวนมจะมีกล้ามเนื้อที่เรียกว่า Sphincter ทำหน้าที่ปิดรูหัวนมไม่ให้น้ำไหลออกมาขณะที่ไม่ได้รีดนม ต่อจากรูน้ำนมจะมีโพรงหัวนม (Teat cistern) โดยปกติมีขนาดไม่เกิน 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร บริเวณตอนบนของรูหัวนมจะมีเนื้อเยื่อยื่นออกมา เรียกว่า Annular fold

#### 2. ที่พักน้ำนม (Gland cistern หรือ Udder cistern)

อยู่เหนือโพรงหัวนมขึ้นไปมีขนาดใหญ่ มีความจุไม่เกิน 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นที่รวบรวมน้ำจากท่อต่างๆ ก่อนถูกปล่อยสู่โพรงหัวนม และถูกฉีดออกสู่ภายนอกต่อไป

### 3. ท่อนม (Mammary ducts)

ติดต่อกับโพรงเก็บพักน้ำนม โดยมีท่อขนาดใหญ่แตกแยกออกไปประมาณ 12-20 ท่อ และ ท่อเหล่านี้จะเป็นท่อขนาดเล็กๆ เป็นกิ่งก้านสาขาคล้ายกับต้นไม้ และไปสิ้นสุดที่ปลายท่อฝอยซึ่งเป็น กระจเปาะกลม เรียกว่า Alveoli

### 4. กระจเปาะสร้างน้ำนม (Alveoli)

เป็นกระจเปาะกลม ประกอบด้วยเซลล์ชั้นเดียวเรียกว่า Secretory cell ทำหน้าที่กลั่นสร้างน้ำนม โดยเก็บ และเปลี่ยนสารอาหารต่างๆ จากน้ำเลือดเป็นองค์ประกอบของน้ำนม กระจเปาะน้ำนมจะอยู่กันเป็น พวงหรือกลุ่มคล้ายพวงองุ่น แต่ละพวงมีเนื้อเยื่อพองนุ่ม เรียกว่า Lobule และหลายๆ Lobule รวมกันเรียกว่า Lobe ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่ารอบๆ กระจเปาะสร้างแต่ละอันจะมีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยง เพื่อให้ สารอาหารและฮอร์โมนแก่เซลล์สำหรับสร้างน้ำนม และมีกล้ามเนื้อพิเศษเรียกว่า Myoepithelial cell ทำหน้าที่หดตัวรัดกระจเปาะนม และท่อน้ำนมเพื่อให้น้ำนม ไหลลงไปสู่โพรงเก็บนม ซึ่งเป็นกลไกของการปล่อย น้ำนมของแม่โคนม (จิระชัย และคณะ, 2549)

### คุณภาพของน้ำนมโค

1. นมดิบเกรดเอ ที่ทำเป็นนมพาสเจอร์ไรซ์ เป็นนมที่ผลิตจากฟาร์มตามมาตรฐานทางด้าน สุขาภิบาล โดยก่อนนำมาฆ่าเชื้อด้วยความร้อนต้องมีจุลินทรีย์ไม่เกิน 200,000 โคโลนี ต่อมิลลิลิตร นมเกรดนี้ใช้สำหรับการ ผลิตนมพาสเจอร์ไรซ์
2. นมดิบเกรด บีที่ทำเป็นนมพาสเจอร์ไรซ์เป็นนมที่ผลิตจากฟาร์มตามมาตรฐานทางด้านสุขาภิบาล โดยก่อนนำมาฆ่าเชื้อด้วยความร้อนต้องมีจุลินทรีย์ไม่เกิน 1,000,000 โคโลนี ต่อมิลลิลิตร (กรมปศุสัตว์, ม.ป.ป.)

### องค์ประกอบในน้ำนม

น้ำนม (milk) เป็นอาหารเหลว ที่มีโครงสร้างเป็นอิมัลชัน (emulsion) ประเภทน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) ไขมันนม (butter fat) จะแขวนตัวเป็นหยดน้ำมันกระจายตัวอยู่ในน้ำ ซึ่งธาตุน้ำนม (Milk Solid not fat) เช่น โปรตีน น้ำตาลแลคโตส (Lactose) แร่ธาตุ และวิตามิน

## 1. น้ำ

น้ำเป็นส่วนประกอบหลักของน้ำนม นมมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ น้ำเป็นตัวกลางให้โปรตีน ไขมันนม กระจายตัวอยู่ เกิดลักษณะเป็นอิมัลชัน (emulsion) ชนิด oil in water emulsion และ น้ำเป็นตัวทำละลาย น้ำตาลในนม และ วิตามินที่ละลายในน้ำ และแร่ธาตุต่างๆ ในนม

## 2. ไขมัน (milk fat หรือ butter fat)

ไขมันในน้ำนมเป็นไขมันขนาดใหญ่ ที่เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ คือประกอบด้วยกรดไขมัน 3 โมเลกุล รวมอยู่กับกลีเซอรอล 1 โมเลกุล มีทั้งหมด 98 เปอร์เซ็นต์ (ของเปอร์เซ็นต์ไขมันในนมทั้งหมด) ส่วนที่เหลือเป็น ลิพิดต่างๆ ประกอบด้วย Diacylglycerides, Monoacylglycerides, Phospholipids, Cholesterol และ Glycolipid และกรดไขมันอิสระในน้ำนม ซึ่งไขมันนมประกอบไปด้วยกรดไขมัน หลายชนิด ทั้งที่เป็นกรดไขมัน สายสั้น สายยาว หรือทั้งที่เป็นชนิดอิ่มตัว และไม่อิ่มตัว ซึ่งสัดส่วนแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของ สัตว์ ต่าง สายพันธุ์ แหล่งของกรดไขมัน ไขมันในน้ำนมถูกสังเคราะห์ในเนื้อเยื่อ เซลล์ของเต้านม (Mammary Epithelial Cells) ซึ่งกรดไขมันมาจาก 2 แหล่ง คือ ได้จากการสลายลิพิด อยู่ในเลือด (Lipoprotein) และสร้างขึ้นใหม่โดย เซลล์ของเต้านม (De novo Synthesis)

**2.1 Blood lipid** ประมาณ 40-60 ของเปอร์เซ็นต์ ไขมันที่มาจากเลือดได้มาจาก Very Low Density Lipoprotein (VLDL) ซึ่งสังเคราะห์ได้จากลำไส้เล็กและตับโดย (VLDL) ประกอบด้วยลิพิด 90-95 เปอร์เซ็นต์ (55-65 เปอร์เซ็นต์เป็นไตรกลีเซอไรด์) เป็นส่วนแกนหลัก และอีก 5-10 เปอร์เซ็นต์ เป็นโปรตีนที่ 20 อยู่รอบๆ ผิวได้มาจาก Chylomicrons ซึ่งเป็นกรดไขมันย่อยจากลำไส้ เล็กแล้วจับรวมตัวกัน เป็นแหล่งของ กรดไขมันสำหรับเต้านมได้ไตรกลีเซอไรด์ที่ได้จาก (VLDL) จะถูกย่อยที่เนื้อเยื่อของเซลล์เต้านมโดย เอนไซม์ Lipoprotein lipase (LPL) ซึ่งสามารถย่อยได้กรดไขมัน 1 ตัว 2 ตัวหรือทั้ง 3 ตัว ออกจากกลีเซอรอล ผลที่ได้ คือ กรดไขมันอิสระ และ Diacylglycerides, Monoacylglycerides หรือ กลีเซอรอล โดยปริมาณ กรดไขมันที่ได้ จาก VLDL และ Chylomicrons นี้จะขึ้นอยู่กับลิพิดในอาหาร และไขมันที่สลาย (Mobilized) จากไขมันที่ สะสมในร่างกาย ในสัตว์กระเพาะเดี่ยวกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของอาหาร จะมีผลต่อ องค์ประกอบของ กรดไขมันในน้ำนมโดยตรง ซึ่งถ้าให้อาหารที่มีไขมันสูง จะทำให้น้ำนมมีไขมันสูงไปด้วยซึ่ง ต่างจากสัตว์กระเพาะรวม

**2.2 Denovo Synthesis** เนื้อเยื่อเต้านมจะสังเคราะห์กรดไขมันสายสั้น และปานกลาง ได้จากสารตั้งต้นที่ดูดซึมมาจากเลือด การสังเคราะห์นี้เกิดขึ้นในไซโทพลาสซึมของเนื้อเยื่อเซลล์เต้านม ในสัตว์กระเพาะรวม แหล่งของคาร์บอนสำหรับสังเคราะห์กรดไขมันได้จาก Acetate เป็นหลัก และ (BHBA) บ้างเล็กน้อย ส่วนในสัตว์กระเพาะเดี่ยวกลูโคสเป็นแหล่งของคาร์บอนในการสังเคราะห์กรดไขมัน และต้องการพลังงานสูงมาเป็นตัวริวิตซ์สำหรับถ่ายเทอิเล็กตรอน มีเอนไซม์ 2 ชนิดที่เกี่ยวข้องคือ acetyl CoA Carboxylase สำหรับจำกัดการสังเคราะห์ของกรดไขมัน และเอนไซม์ที่กระตุ้นต่อความยาวของกรดไขมัน คือ Fatty acid synthetase

### 3. โปรตีน

โปรตีนในน้ำนมทุกชนิด ยกเว้น Serum albumin และ Immunoglobulins จะสังเคราะห์จากเนื้อเยื่อเซลล์เต้านม (Epithelial cell) ไม่ต่อมน้ำนมโดยสังเคราะห์จากกรดอะมิโนที่มาจากเลือด เป็นสารเริ่มต้นโปรตีนในน้ำนมมีหลายชนิด ประกอบด้วยเคซีน ซึ่งเป็นโปรตีนหลักหลักในน้ำนมทั้ง แอลฟา และเบต้า นอกจากนี้มีแอลฟาแล็คตอลบูมิน และเบต้าแลคโตโกลบูลิน ซึ่งเป็น whey protein หลักๆ ในน้ำนม โดยโปรตีน ทั้ง 4 ชนิดนี้รวมกันประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนในนม ส่วนโปรตีนที่เหลือประกอบด้วย อิมมูโนโกลบูลิน และแกมมาเคซีน ซึ่งจะถูกลดดูดซึมผ่านเข้ามาในเต้านมโดยตรง นอกจากนี้โปรตีนในน้ำนมอยู่ในรูปอื่นๆ ด้วย เช่น เอนไซม์ Proteases, Nucleases, Glycosidase protease activator, Lysozyme และ Lactoperoxidase เป็นต้น

### 4. น้ำตาลแลคโตส

น้ำตาลแลคโตสถูกสร้างขึ้นมาจากการรวมตัวของน้ำตาลกลูโคส และแลคโตสอย่างละ 1 โมเลกุล เกิดในก๊อตจิแอฟพาราตัส จะได้น้ำตาลกาแลคโตส ซึ่งสามารถสร้างกลูโคสได้ปริมาณมาก โดยจะสร้างน้ำตาลเล็กๆ ในปริมาณที่สูงมากด้วยเช่นกัน ก่อนจะขับออกมาในช่องว่างของ Outline และช่วย รักษาสมดุลของความดันออสโมติก จึงมีการดึงน้ำเข้ามาในช่องว่างของ alveoli ด้วย ดังนั้นการให้อาหารที่มีพลังงานมากเพียงพอ จะทำให้โคนมผลิตแลคโตสได้เพิ่มมากขึ้น

## 5. แร่ธาตุ และเกลือแร่ (Minerals and salts)

5.1 Cationic ได้แก่ Sodium, Potassium, Calcium, ua: Amines

5.2 Anionic ได้แก่ Phosphorus (ในรูป Inorganic Phosphate (Pi) และ Ester) Chloride, Citrate, Carbonate, Sulfate และ Organic acids

โดยแร่ธาตุทั้งหมดจะกระจายตัวอยู่ 2 ส่วนคือส่วนที่ละลาย (Soluble phase) และส่วนคอลลอยด์ (Colloidal phase) ซึ่งแคลเซียม และฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะอยู่ในส่วนคอลลอยด์ นอกจากนี้ยัง ประกอบด้วย แร่ธาตุที่มีปริมาณน้อย (Trace elements) อื่นๆ เช่น โมลิบดีนัม โคบอลต์ ฟลูออไรด์ โบรไมน์ อะลูมิเนียม โบรอน สังกะสี แมงกานีส และซิลิคอน

## 6. วิตามิน

6.1 วิตามินที่ละลายในไขมัน (Fat-Solution Vitamin) ได้แก่ วิตามินเอ (รวมถึง Carotene ซึ่ง ร่างกายสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้) วิตามินดี และวิตามินอี (ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ Tocopherol) ส่วน วิตามินเคมีอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก

6.2 วิตามินที่ละลายในน้ำ (Water-Solution Vitamins) ได้แก่ วิตามิน บี ซึ่งได้แก่ B1, B4 (Riboflavin), B6 (Pyridoxine) และ B12 รวมถึง Niacin (Nicotinic acid), Pantothenic acid, Biotin, Folic Acid และวิตามินซี เป็นสารประกอบสำคัญ (จีระชัย และคณะ, 2549)

### ปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบของผลผลิตของน้ำนม

#### 1. สรีรวิทยา (Physiological)

1.1 ระยะของการให้น้ำนม (Stage of lactation) ปริมาณของน้ำนมที่รีดออกได้จะเพิ่มขึ้นได้เรื่อยๆ หลังจากสัตว์คลอดลูกจนกระทั่งถึงระยะที่ทำให้ให้น้ำนมสูงสุด (Peak of lactation) ประมาณ 3-6 สัปดาห์ หลังจากคลอดลูก และหลังจากนั้นผลผลิตของน้ำนมจะลดลงเรื่อยๆ แต่ปริมาณไขมันจะสูงขึ้น

1.2 การตั้งท้อง (Pregnancy หรือ Gestation) ปริมาณน้ำนมจะลดลงมากในช่วงระหว่างตั้งท้อง เนื่องจากสารอาหารถูกใช้ในการพัฒนาการเจริญเติบโตของลูกโค โดยของแข็งไม่รวมไขมันเนย (MSNF) ในน้ำนม จะลดลงมากในช่วงระหว่างเดือนที่ 4 และ 5 ของการตั้งท้อง (อุไรวรรณ, 2547)

## 2. การให้อาหาร (Nutrition)

สัตว์ที่ได้รับอาหารมากเพียงพอกับความต้องการของร่างกายจะทำให้มีน้ำนมมีปริมาณที่สูง ถ้าโคได้รับอาหารในระดับต่ำกว่าปกติ มีผลทำให้ปริมาณน้ำนมลดลง นอกจากปริมาณของอาหารที่สัตว์ ได้รับแล้ว ลักษณะของอาหารแล้วมีผลต่อองค์ประกอบของน้ำนมด้วย ถ้าสัตว์ได้รับอาหารที่มีสารเยื่อใยต่ำ หรือได้รับอาหารหยาบน้อย จะมีผลทำให้ปริมาณไขมันในน้ำนมลดลง แต่จะไม่มีผลต่อปริมาณของน้ำนมหากได้รับอาหารชั้นเพียงพอ

## 3. อายุ (Age)

แม่โคสาวที่ยังไม่โตเต็มวัย การให้น้ำนมในแต่ละครั้งของระยะการให้นม (lactation) จะให้นมน้อยกว่าแม่โคที่โตเต็มที่แล้ว ทั้งนี้เพื่อความเจริญเติบโต และขนาดของรักษาสัตว์ไม่เท่ากันถ้ามีอายุมากขึ้นผลผลิตของน้ำนมจะลดลง

## 4. ฤดูกาล (Season)

ความแตกต่างของอุณหภูมิมีผลต่อองค์ประกอบ และผลผลิตของน้ำนม คืออุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 10-20 องศาเซลเซียส โดยถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส โคจะกินน้ำน้อย และกินอาหาร ได้มากเพื่อทดแทนพลังงานที่ใช้ไป ทำให้ปริมาณไขมัน MSNF และ Total Solid เพิ่มขึ้น แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส โคจะกินน้ำมากกินอาหารได้ลดลงมีอุณหภูมิร่างกาย และอัตราการหายใจสูงขึ้นทำให้ปริมาณน้ำนมลดลง ปริมาณไขมัน MSNF น้ำตาลแลคโตส และ Total Solid ลดลง และปริมาณ Chloride เพิ่มขึ้น

## 5. สุขภาพของแม่โค (Illness of the cow)

โรคเต้านมอักเสบเป็นโรคที่ทำให้โคนมให้น้ำนมลดลง และถ้ามีอาการรุนแรงมากๆ จะไม่สามารถสร้างน้ำนมได้เลย เต้านมอักเสบเกิดจากเชื้อ เช่น *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* เป็นต้นเหตุของโรคเต้านมอักเสบทำให้ปริมาณไขมัน MSNF และ Potassium ลดลง ส่วน Blood Serum albumin, Immunoglobulins, Sodium และ Chloride เพิ่มขึ้น รวมทั้ง Somatic cell Count (SCC) เพิ่มขึ้นด้วย

## 6. การรีดนม (Method of milking)

**6.1 ในขณะรีดนม (Withim milking)** ปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นในระหว่างการรีด เพราะไขมันจะลอยตัว ขึ้นสะสมใน Alveoli ด้านบน

**6.2 ระยะระหว่างการรีดนม (Between milkings)** ปริมาณน้ำนมจะมากขึ้นอยู่กับความถี่ ของการ รีดนม เช่น รีดนม 3 ครั้ง ต่อวัน จะให้ปริมาณน้ำนมมากกว่ารีดนม 2 ครั้งต่อวัน โดยระยะเวลาการรีดนม เมื่อ ห่างมากขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำนมเพิ่มมากขึ้น ส่วนปริมาณไขมันลดลง แต่ถ้านานมากกว่า 15 ชั่วโมง ปริมาณ MSNF น้ำตาลแลคโตส และโปแตสเซียม ลดลง ส่วนปริมาณไขมันโปรตีนเวย์ Sodium และ Chloride เพิ่มขึ้น (จีระชัย และคณะ, 2549)

### การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบ

#### 1. คุณภาพทางกายภาพ และเคมี

##### 1.1 สีปกติ สีของน้ำนม มีสีขาวหรือสีขาวนวล

**1.2 ค่า pH น้ำนมวัว** ในธรรมชาติเป็นกรดเล็กน้อยที่ระดับค่อนข้างเป็นกลางคือที่ pH 6.6 - 6.8 เนื่องจากองค์ประกอบเช่น Casein, Albumin, Citrate, Phosphate และ CO<sub>2</sub>, รวมทั้งเกลือแร่ต่างๆ ที่ละลาย อยู่ความเป็นกรดดังกล่าวคือความเป็นกรดตามธรรมชาติ น้ำนมจากโคนมที่เป็นโรคเต้านมอักเสบจะมีฤทธิ์เป็นด่าง การวัดค่าความเป็นกรดต่างทำได้โดยใช้เครื่อง pH Meter

**1.3 ส่วนประกอบ** ส่วนประกอบส่วนใหญ่ของน้ำนมคือ น้ำซึ่งมีอยู่ประมาณ 87 เปอร์เซ็นต์ ไขมันนม และของแข็งน้ำนมที่ไม่รวมไขมัน (Milk solid not fat) ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนน้ำตาลแลคโตส เกลือแร่ วิตามิน ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ราคาน้ำนมดิบในประเทศไทย คือเปอร์เซ็นต์ไขมันนม และ เปอร์เซ็นต์ของแข็ง ในน้ำนมไม่รวมไขมัน (Milk solid non fat) ส่วนประกอบต่างๆ ในน้ำนมจะมีค่าสูง หรือต่ำ ขึ้นอยู่กับอาหาร ที่เลี้ยงโคนม พันธุ์โคนม ฤดูกาล ระยะเวลาให้น้ำนม อายุของโคนม สุขภาพของ โคนมวง คุณลักษณะเฉพาะตัว ของโคนม และวิธีการรีดนม

**1.4 จุดเยือกแข็ง (Freezing point)** เพื่อตรวจสอบการปลอมปนน้ำโดยใช้เพื่อหาจุดเยือกแข็ง (Cryoscope) น้ำนมดิบคุณภาพดีควรมีค่าจุดเยือกแข็งระหว่างลบ -0.520 ถึง 0.525 องศาเซลเซียส

1.5 หาค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ใช้เครื่องมือแลคโตมิเตอร์ (Lactometer) ซึ่งปกติ ความถ่วงจำเพาะของน้ำนมอยู่ระหว่าง 1.028 ถึง 1.034 กรัม/มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส น้ำนมดิบตามมาตรฐานมีค่าความถ่วงจำเพาะไม่ต่ำกว่า 1.028 กรัม/มิลลิลิตร

## 2. คุณภาพด้านจุลินทรีย์

2.1 การประมาณจำนวนจุลินทรีย์ โดยดูจากการเปลี่ยนสีของน้ำยาหรือการทดสอบ reaction จะสามารถแบ่งเขตของน้ำนมได้ เพราะปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำนมจะทำให้สีของน้ำยาทดลองเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา หลังจากที่ได้เติม น้ำยานั้นลงไปในตัวอย่างน้ำนมการตรวจสอบแบ่งเป็น 2 ชนิดตามชนิดของน้ำยาที่ใช้คือ methylene Blue และริซาซูริน การทดสอบเมทิลีนบลูร์ีดักชันดูการเปลี่ยนแปลงของสีหลังจากเติมน้ำยามีทิลีนบลู และ บ่มที่ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส การอ่านผลครั้งแรกหลังจากเติมน้ำยาไปแล้วครึ่งชั่วโมง และอ่านผลหลังจากนั้น ทุกๆ ชั่วโมงจนถึง 6 ชั่วโมง ตัวอย่างที่มีจุลินทรีย์มากจะเปลี่ยนสีของน้ำยาขัปสีฟ้าอมเขียวเป็นสีขาว

การทดสอบริซาซูริน reaction ดูการเปลี่ยนแปลงสีหลังจากเติมน้ำยาริซาซูริน และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส การอ่านผลให้อ่านหลังจากเติมน้ำยา 1 ชั่วโมง อ่านผลในชั่วโมงที่ 1 และ 2 การเปลี่ยนสี ของน้ำยาริซาซูริน จะเปลี่ยนจากสีม่วงน้ำเงินเป็นสีม่วงแดงชมพูหรือขาวตามจำนวน จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำมนั้น

2.2. การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ที่ตรวจ ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และรา จำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนม จะมีปริมาณมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การปฏิบัติต่อโคนมในขณะรีดนม การทำความสะอาดอุปกรณ์รีดนม การ จัดการสุขาภิบาลภายในคอก การปนเปื้อนจากภาชนะในการรีดนม หรือผู้รีดนม 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นตรวจนับจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเฉพาะที่ขึ้นในจากร้านอาหาร

2.3. การตรวจนับแบคทีเรียที่ทนความร้อน แบคทีเรียสามารถแบ่งเป็นชนิดตามอุณหภูมิที่เจริญเติบโตในน้ำนมจะมีแบคทีเรียที่สามารถมีชีวิต อยู่ได้ภายหลังกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งแบคทีเรียนี้จะอยู่ตามเต้านมและภาชนะใส่นม ในน้ำนมที่มีจำนวน แบคทีเรียทั้งหมดมาก มีผลทำให้อายุการเก็บรักษาน้ำนมสั้นลง การตรวจแบคทีเรียกลุ่มนี้จะต้องทำให้น้ำนมให้ ร้อนก่อนที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมนั้นมาควน โดยวิธีเดียวกัน โดยตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด จากประกาศของกระทรวงสาธารณสุขระบุให้น้ำนมพาสเจอร์ไรส์มี แบคทีเรียได้ไม่เกิน 10,000 เซลล์ ต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตร (ศุภณิดา และคณะ, 2548)

### ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำนมดิบตามมาตรฐาน มกอช.

องค์ประกอบ	ค่ามาตรฐาน มกอช.
เปอร์เซ็นต์ไขมันนม (Fat)	ไม่น้อยกว่า 3.5
เปอร์เซ็นต์โปรตีนนม (Protein)	ไม่น้อยกว่า 2.8
เปอร์เซ็นต์น้ำตาลนม (Lactose)	ไม่น้อยกว่า 4.5 (ค่าทั่วไป)
เปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมไขมันนม (Solid not fat)	ไม่น้อยกว่า 8.25
เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (Total solid)	ไม่น้อยกว่า 12
การตรวจนับจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวในน้ำนมดิบ (SCC)	ไม่เกิน 500,000 เซลล์ ต่อมิลลิลิตร
จุลินทรีย์ทั้งหมด (Standard plate count)	ไม่เกิน 600,000 โคโลนี ต่อมิลลิลิตร
จุลินทรีย์โคลิฟอร์ม (Coliform)	ไม่เกิน 10,000 โคโลนี ต่อมิลลิลิตร
แบคทีเรียทนร้อน (Thermophilic bacteria)	ไม่เกิน 1,000 โคโลนี ต่อมิลลิลิตร
จุดเยือกแข็ง (Freezing point)	-0.52 ถึง 0.525 องศาเซลเซียส
ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)	1.028 ถึง 1.034

ที่มา: มาตรฐานสินค้าเกษตร (2553)

#### โรคเต้านมอักเสบ (Mastitis)

โรคเต้านมอักเสบเป็นโรคที่สร้างความสูญเสียต่อผลผลิตน้ำนมเป็นอย่างยิ่ง ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงได้ผลกำไรจากการขายน้ำนมลดลง และถ้ามีการติดเชื้อที่รุนแรงจะนำความสูญเสียต่อตัวโค คือโคไม่สามารถผลิตน้ำนมได้ มีอาการป่วยเรื้อรัง บางครั้งอาจต้องทำการตัดแม่โคทิ้ง ซึ่งจะส่งผลเสียทางเศรษฐกิจต่อเกษตรกร ผู้เลี้ยงเป็นอย่างมาก (สาคร, 2555)

เต้านมอักเสบ หมายถึง การอักเสบของเนื้อเยื่อเต้านม ส่วนใหญ่เกิดจากการติดเชื้อจุลินทรีย์เข้าสู่เต้านม เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรา ส่วนใหญ่พบว่าแบคทีเรียเป็นสาเหตุที่สำคัญในการก่อโรคเต้านมอักเสบ ทำให้น้ำนมเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ แม่โคจะให้ผลผลิตน้ำนมลดลงและคุณภาพน้ำนมต่ำลง (สุกัญญา, 2556) การเปลี่ยนแปลงของเต้านมที่เกิดจากการอักเสบมีลักษณะที่พบแตกต่างกันตามชนิดของการอักเสบ อาการที่มักพบ ได้แก่ บริเวณเต้านมมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ เกิดการร้อน บวมแดง และแม่โคเกิดการเจ็บปวดเมื่อถูกสัมผัส ส่วนน้ำนมจะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม ทำให้สีน้ำนมผิดปกติไป เช่น เป็นสีเหลือง น้ำนมใส หรือมีเลือดปนออกมากับน้ำนม น้ำนมเป็นก้อน เป็นลิ่ม (ภคนิจ และศศิรา, 2555)

## สาเหตุการเกิดโรคเต้านมอักเสบ

โรคเต้านมอักเสบส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อแบคทีเรีย หรืออาจเกิดจากเชื้อราหรือเชื้อยีสต์ได้ เชื้อแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ Contagious pathogen เชื้อในกลุ่มนี้สามารถปนออกมากับน้ำนม และสามารถติดต่อไปสู่เต้านมตัวอื่นๆ ในขณะที่รีดนมได้โดยตรงได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus agalactiae* กลุ่มที่สอง Environment pathogen คือ เชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุส่วนใหญ่จะพบตามสภาพแวดล้อม เช่น คอก โรงเรือน พื้น ในอุจจาระ ดิน และในพืช อาหารสัตว์ เชื้อสามารถติดต่อเข้าสู่เต้านมและทำให้เกิดเต้านมอักเสบได้แก่ *Staphylococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* และ *Enterobacter spp.* (ธัญญาพร และคณะ, 2548)

นอกจากนี้โรคเต้านมอักเสบ ยังมีสาเหตุโน้มนำมาจากปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ การบาดเจ็บของเต้านม การรีดน้ำนมออกจากเต้าไม่หมด ผู้รีดไม่ทำความสะอาดเต้าก่อนรีด หรือทำความสะอาดไม่ทั่วถึง ทำให้เชื้อสามารถแพร่เข้าสู่เต้านมได้ง่าย เช่น การติดเชื้อบริเวณผิวหนัง การบาดเจ็บจากการรีดนม ซึ่งจะทำให้เกิดเต้านมอักเสบ

## อาการของโรคเต้านมอักเสบ

โรคเต้านมอักเสบสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. **เต้านมอักเสบแบบแสดงอาการ (Contagious pathogen)** โรคเต้านมอักเสบแบบแสดง อาการส่งผลให้แสดงอาการซึม มีไข้ ไม่กินอาหารหรือล้มลงนอน เนื้อเยื่อเต้านมเสียหายไปมาก มีการอักเสบ ของเต้านม ได้แก่ ปวด ร้อน บวมแดง โคนแสดงอาการเจ็บเมื่อถูกจับหรือคลำเต้านม องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมมีการเปลี่ยนแปลง สีน้ำนมมีความผิดปกติ เช่น มีสีเหลืองหรือเลือดปนออกมากับน้ำนม น้ำนมมีลักษณะ เป็นก้อนลิ่ม เป็นรูปแบบที่เกิดน้อย แสดงอาการป่วยให้เห็นได้ชัดเจน ซึ่งจะทำให้สามารถทำการรักษาได้ทันที สาเหตุของการเกิดโรคเต้านมอักเสบชนิดแสดงอาการนี้ ส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียชนิด *Escherichia coli* เมื่อโคติดเชื้อชนิดนี้แล้ว จะแสดงอาการอย่างรุนแรงเนื่องจากสารพิษ Endotoxin ที่เชื้อปล่อยออกมา เต้านม อักเสบแบบแสดงอาการ แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1.1 ชนิดเฉียบพลัน (Acute) มีอาการอักเสบที่เต้านมอย่างเด่นชัดและรุนแรง เช่น มีอาการบวมแดง ร้อน และเจ็บปวดที่เต้านม พร้อมทั้งมีอาการทางร่างกาย เช่น มีไข้สูง ซึม ไม่กินอาหาร ที่รุนแรง

1.2 ชนิดเฉียบพลันมาก (Per acute) มีอาการอักเสบที่เต้านมอย่างเด่นชัด เช่น มีอาการบวม แดง ร้อน และเจ็บปวดที่เต้านม แต่มีอาการทางร่างกาย เช่น มีไข้ ซึม ไม่กินอาหาร ที่ไม่ค่อยรุนแรง

1.3 ชนิดกึ่งเฉียบพลัน (Sub acute) เป็นชนิดที่พบมากที่สุดของเต้านมอักเสบแบบแสดงอาการ คือมี การอักเสบที่เต้านมไม่ค่อยเด่นชัด และไม่มีอาการทางร่างกาย แต่จะมีความผิดปกติของน้ำนมให้เห็นได้ บ้าง (สาคร, 2555)

**2. เต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการ (Subclinical mastitis)** การเกิดโรคเต้านมอักเสบของโคนม ส่วนใหญ่เป็นแบบไม่แสดงอาการ ซึ่งเป็นการอักเสบของเต้านมในระยะเริ่มต้น โคจะไม่แสดงอาการอักเสบ หรืออาการเจ็บป่วยให้เห็น ลักษณะของเต้านมและน้ำนมปกติ และจัดว่าเป็นการอักเสบที่เกิดมากที่สุด ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้ได้รับการรักษาไม่ทั่วถึง (จตุพร และคณะ, 2557)

#### การรักษาการเกิดโรคเต้านมอักเสบ

การรักษาโรคเต้านมอักเสบส่วนใหญ่ใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษา เนื่องจากให้ผลดีในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งมีทั้งแบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบ ยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการรักษาได้แก่ Cloxagell 200, Ampiofax, Leoyellow, Kanamycin, Gentreyn หรือ Erythromycin ซึ่งตัวยาเหล่านี้อาจอยู่ในรูปแบบของ ยาฉีดเข้ากล้ามเนื้อ (Intramuscular, IM) หรือ ยาสอดเข้าสู่เต้านม (Intramammary Infusion) ทำให้ยาปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนม ก่อให้เกิดการดื้อยาของเชื้อจุลชีพ ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค ซึ่งเป็นปัญหาทางสาธารณสุขของประเทศ อีกทั้งการใช้ยาต้านจุลชีพทำให้เกษตรกรต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายอย่างมาก (ศุภรัตน์ และคณะ, 2550)

#### การตรวจวินิจฉัยโรคเต้านมอักเสบ

1. การคลำเต้านม โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบแบบแสดงอาการ จะมีลักษณะเต้านมเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไป ถ้าเป็นชนิดรุนแรงเต้านมจะบวม ร้อน แดง แข็ง และเจ็บปวดมาก โคจะแสดงอาการป่วยร่วมด้วย ซึ่งส่วนมากจะเกิดจากเชื้อโคโลฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria) หรือ Pseudomonas aeruginosa ถ้าเป็นชนิดไม่รุนแรงหรือเรื้อรังจะต้องตรวจคลำเต้านมหลังการรีดนมแล้วจะทราบได้ว่าเต้านมมีก้อนแข็งอยู่ภายในหรือไม่ มีความเสียหายมากน้อยเพียงใด

2. ตรวจลักษณะของน้ำนมก่อนรีดนม ควรดูความผิดปกติของน้ำนมด้วยถ้วยตรวจนม (strip cup) โดยรีดน้ำนมออกมา 2-3 สาย เพื่อดูว่าสี กลิ่น ผิดปกติไปจากเดิมหรือไม่ น้ำนมมีตะกอนปะปนอยู่หรือไม่ถ้าพบ

ความผิดปกติที่ตรวจด้วยน้ำยา CMT ต่อไป แต่ถ้าโคเป็นโรคเต้านมอักเสบแบบแสดงอาการรุนแรงน้ำนมจะมีลักษณะผิดปกติเห็นได้ชัดเจน เช่น เป็นหนองปนเลือดหรือเป็นน้ำใส

**3. หาปริมาณโซมาติกเซลล์ในน้ำนม** เมื่อเกิดโรคเต้านมอักเสบปริมาณโซมาติกเซลล์ในน้ำนมจะเพิ่มมากขึ้นเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำนม ถ้าในน้ำมีปริมาณเม็ดเลือดขาวมากกว่า 500,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตรขึ้นไปแสดงว่าเต้านมนั้นเกิดการอักเสบ

**4. การตรวจการนำกระแสไฟฟ้าของน้ำนม** เมื่อมีการอักเสบของเต้านมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของน้ำนม ปริมาณน้ำตาลแลคโตส จากน้ำนมจะไหลกลับเข้าสู่กระแสโลหิตและเกลือแร่จากกระแสโลหิตจะไหลออกมาสู่น้ำนม เป็นผลให้น้ำมนำกระแสไฟฟ้าได้ดีขึ้น จากหลักการนี้สามารถตรวจหาเต้านมอักเสบได้โดยใช้เครื่องมือตรวจสอบหาความสามารถนำกระแสไฟฟ้าของน้ำนมทั้ง 4 เต้า ถ้าพบว่าเต้าใดมีความสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ดีกว่าเต้าอื่นๆ แสดงว่าเต้านั้นเกิดการอักเสบขึ้น (ถนัด, 2548)

### โซมาติกเซลล์ (Somatic cell count)

หมายถึงเซลล์ร่างกายที่พบได้ในน้ำนมปกติ แต่จะพบในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จำนวนโซมาติกเซลล์สามารถใช้ประเมินคุณภาพน้ำนมได้โดยจำนวนโซมาติกเซลล์สูงในน้ำนมบ่งชี้ว่าน้ำนมผิดปกติ และมีคุณภาพลดลงโดยมีสาเหตุสำคัญมาจากการติดเชื้อแบคทีเรียในเต้านม ทำให้เต้านมอักเสบ โซมาติก เซลล์ส่วนใหญ่เป็นชนิดเซลล์เม็ดเลือดขาว และบางส่วนเป็นเซลล์เยื่อบุผิวภายในเต้านม ซึ่งเซลล์เยื่อบุผิว เหล่านี้หลุดและสร้างขึ้นใหม่เป็นปกติในเต้านม ส่วนเซลล์เม็ดเลือดขาวมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกลไกการ ป้องกันการติดเชื้อ และช่วยในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อเต้านมที่เสียหาย ในปัจจุบันการซื้อขายน้ำนมดิบนิยมใช้ จำนวนโซมาติกเซลล์ในการประเมินคุณภาพของน้ำนม และจำนวนโซมาติกเซลล์หรือเซลล์ร่างกายในน้ำนม อาศัยความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโซมาติกเซลล์และองค์ประกอบในน้ำนม กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ขององค์ประกอบน้ำนม จากการติดเชื้อแบคทีเรียในเต้านม และจำนวนโซมาติกเซลล์สูง ส่งผลให้คุณภาพน้ำนมลดลง (ธีระ, 2559)

### ปัจจัยที่ทำให้จำนวนโซมาติกเซลล์เพิ่มสูงขึ้น

**1. การติดเชื้อในเต้านม** เป็นสาเหตุหลักที่สำคัญที่ทำให้จำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมสูงขึ้น ทั้งในระดับรายเต้านม รายตัวแม่โค และรายฟาร์ม การเพิ่มขึ้นของจำนวนโซมาติกเซลล์ในถังรวมน้ำนม (Bulk tank) สัมพันธ์กับความชุกของการติดเชื้อในระดับฝูงเพิ่มขึ้นและผลผลิตน้ำนมลดลง ในแม่โครายตัว จำนวนโซ

มาติกเซลล์โดยปกติมีค่าต่ำกว่า 200,000 เซลล์/มิลลิลิตร และในแม่โคท้องแรกหรือแม่โคที่เลี้ยงในฟาร์ม ที่มีการจัดการสุขภาพเต้านมที่ดีอาจพบจำนวนโซมาติกเซลล์ได้ต่ำกว่า 100,000 เซลล์/มิลลิลิตร ทั้งนี้ จำนวนโซมาติกเซลล์รายเต้านมระหว่าง 250,000-300,000 เซลล์/มิลลิลิตร อาจบ่งชี้ว่ามีการติดเชื้อแบคทีเรียในเต้านม

**2. อายุแม่โค และระยะการให้น้ำนม** โดยทั่วไปพบว่าจำนวนโซมาติกเซลล์เพิ่มสูงขึ้น เมื่อแม่โคมีอายุมากขึ้น และระยะการให้น้ำนมเพิ่มขึ้น จำนวนโซมาติกเซลล์ที่เพิ่มขึ้นในน้ำนมโดยไม่พบว่ามีอาการติดเชื้อที่เต้านมนั้น อาจพบได้ในช่วงท้ายของการตั้งท้องและช่วงสองหรือสามสัปดาห์หลังคลอด ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เป็นกลไกการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการคลอด หรือเพื่อกระตุ้นกลไกการป้องกันการติดเชื้อของเต้านมในช่วงเวลาวิกฤตขณะคลอดลูก อย่างไรก็ตามหากไม่มีการติดเชื้อตามมาจำนวนโซมาติกเซลล์จะลดลงอย่างรวดเร็วภายหลังคลอด

**3. ความเครียด และฤดูกาล** ความเครียด รวมถึงวงจรการเป็นสัด (Estrus cycle) อาจทำให้จำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น โดยปกติจำนวนโซมาติกเซลล์จะต่ำที่สุดหากแม่โคเลี้ยงในคอกที่แห้ง สะอาด และอยู่สบาย สภาพอากาศ และการจัดการภายในฟาร์ม เป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับการควบคุมปัญหาเต้านมอักเสบ กล่าวคือ อุบัติการณ์ของการติดเชื้อแบคทีเรีย ทำให้เกิดเต้านมอักเสบมักสูงขึ้น ในช่วงฤดูที่มีความชื้นในอากาศและอุณหภูมิสูง ซึ่งเหมาะสมต่อการติดเชื้อแบคทีเรียก่อโรค ตลอดจนในช่วงฤดูดังกล่าว แม่โคมักมีภาวะเครียดจากความร้อน ทำให้ภูมิคุ้มกันของแม่โคอ่อนแอ เป็นเหตุให้แม่โคมีความไวต่อการติดเชื้อที่เต้านม

**4. การบาดเจ็บของเต้านม** เนื้อเยื่อเต้านมของแม่โคที่บาดเจ็บส่วนใหญ่ มักมีจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมเพิ่มสูงขึ้นแม้ว่าจะไม่มีการติดเชื้อ แต่มีรายงานว่าจำนวนเซลล์จะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงสั้นๆ และจะลดลงจนอยู่ในระดับปกติ ตามกระบวนการหายของแผลหรือการบาดเจ็บ อย่างไรก็ตามเต้านมที่ได้รับบาดเจ็บมักมีความไวในการติดเชื้อแบคทีเรียสูง

**5. สาเหตุอื่นๆ** สาเหตุอื่นที่ทำให้จำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น ได้แก่ กระบวนการรีดนมที่ไม่ดี จะเป็นต้นเหตุให้มีการติดเชื้อในฝูงโคนมเพิ่มขึ้นระหว่างการรีดนม อุปกรณ์หรือเครื่องมือรีดนมที่ประกอบติดตั้ง หรือการบำรุงรักษาที่ไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อเต้านม หรือรูนม ซึ่งเป็นช่องทางให้เกิดการติดเชื้อเข้าสู่เต้านมโดยง่าย ดังนั้นการบำรุงรักษาอุปกรณ์ และเครื่องรีดนม สม่าเสมอจะช่วยลดโอกาสของการเกิดเต้านมอักเสบได้ ซึ่งจะทำให้จำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมไม่เพิ่มสูงขึ้น (ธีระ, 2559)

## อาหารสัตว์

จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในการเจริญเติบโตของสัตว์อาจได้มาทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและ เกิดขึ้นจากการแปรรูปที่ได้จากพืชหรือสัตว์ เป็นสิ่งที่มีสารอาหาร และเป็นประโยชน์ในการบำรุงร่างกาย แก่สัตว์ การจำแนกประเภทอาหารสัตว์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. **อาหารหยาบ** เป็นอาหารสำคัญของสัตว์ประเภทกินหญ้าเป็นหลัก เช่น โคน กระจับปี่ แพะ แกะ มีสารอาหาร เช่น โปรตีน และพลังงานน้อย แต่มีสารย่อยยากหรือากมาก เช่น ต้นหญ้าต่างๆ ต้นข้าวโพด ฟาง ข้าว ยอดอ้อย เถาถั่ว และใบพืชอื่นๆ ที่สัตว์กินได้ เช่น กระจับปี่ ทองหลาง แคน และใบมันสำปะหลัง เป็นต้น

2. **อาหารข้น** เป็นกลุ่มอาหารสัตว์ที่มีสารอาหารเป็นองค์ประกอบอยู่มาก ย่อยง่าย มีกากหรือเยื่อใยน้อย ตัวอย่างเช่น เมล็ดธัญพืชต่างๆ เมล็ดข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วลิสง หัวมัน กากถั่วต่างๆ กากเมล็ดปาล์ม น้ำมัน รำข้าว และปลาป่น อาหารข้นใช้เลี้ยงสัตว์ทุกชนิดได้

อาหารข้ยังถูกแบ่งย่อยออกเป็นกลุ่มอาหารเสริมต่างๆ เช่น อาหารเสริมโปรตีน ซึ่งเป็นอาหารที่มีโปรตีนปนอยู่มาก ใช้เติมในอาหารสัตว์ให้มีปริมาณโปรตีนเพียงพอ อาจได้จากกากถั่วต่างๆ หรือปลาป่น เศษเนื้อป่น อาหารเสริมแร่ธาตุเป็นกลุ่มอาหารสัตว์ที่มีแร่ธาตุต่างๆ เป็นส่วนประกอบอย่างเข้มข้น เช่น กระจับป่น เกลือจุนสี และธาตุเหล็ก เป็นต้น อาหารเสริมที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ อาหารเสริมวิตามิน เช่น น้ำมันตับปลา และวิตามินสังเคราะห์ นอกจากนั้น มีสารตัวเร่งการเจริญบางอย่าง เช่น ยาปฏิชีวนะ ใช้เติม ในอาหารสัตว์เพียงเล็กน้อย ช่วยให้สัตว์เจริญเติบโตได้ดี สารตัวเร่งนี้ต้องใช้อย่างระมัดระวังมีกฎหมาย ควบคุมการใช้ หากใช้มากอาจเป็นอันตรายกับผู้บริโภคเนื้อสัตว์ (ชาญชัย, 2533)

### ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, r)

ค่าสหสัมพันธ์ คือค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวมีค่าอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 หากค่าสหสัมพันธ์มีค่าเป็นลบ (r มีแนวโน้มในทิศทางติดลบ) หมายความว่า หากตัวแปรหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ตัวแปรหนึ่งมีค่าลดลง หากค่าสหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวก (r มีแนวโน้มในทิศทางบวก) หมายความว่า หากตัวแปรหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อีกตัวแปรหนึ่งมีเพิ่มขึ้น คล้อยตามส่วนค่ากึ่งกลาง คือ 0 หมายความว่า ตัวแปรทั้งสอง ไม่มีค่าสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (เทียมพบ, 2543)

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องบดอาหารแบบแรงเหวี่ยงจากจุดศูนย์กลาง (Ultra centrifugal mill) ใช้ตะแกรงกรองขนาด 1 มิลลิเมตร

1.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ความชื้น (Hot air oven)

1.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์เถ้า (Muffle furnace)

1.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก (Electric analysis balance)

1.5 โถดูดความชื้น (Desiccator)

1.6 อุปกรณ์ขนาดเล็ก ได้แก่ Kjeldahl flask, Erlenmeyer flask, Volumetric flask, ขวดใส่สารเคมี ข้อนตักสาร ปีกเกอร์ และกระบอกลง

### 2. สารเคมี

2.1 Sodium hydroxide (NaOH)

2.2 Hydrochloric acid (HCl)

2.3 Sulfuric acid ( $H_2SO_4$ )

2.4 Methyl Orange

2.5 Copper sulfate ( $CuSO_4$ )

2.6 Boric acid 4 เปอร์เซ็นต์ ( $H_3BO_3$ )

2.7 Potassium sulfate ( $K_2SO_4$ )

2.8 EDTA (Ethylene diamine tetra acetic acid)

2.9 CTAB (Cetyltrimethyl ammonium bromide)

2.10 Anti foam agent

2.11 Acetone

2.12  $Na_2HPO_4$

## การวางแผนการทดลอง

### ศึกษาระดับการเสริมใบสั๊กต่อปริมาณน้ำนมในโคนม

วางแผนการทดลองแบบ  $3 \times 3$  Latin square โดยใช้ 3 Treatment โดย Row คือ ระยะเวลาแต่ละช่วงของการให้นม ส่วน Column คือ ความแตกต่างของโคแต่ละตัว โดยใช้โคระยะรีดนมทั้งหมด 6 ตัว อายุไม่เกิน 5 ปี มี Lactation ที่ 1-2 มีการให้น้ำนมไม่ต่ำกว่า 15 กิโลกรัม/ตัว/วัน โดยแม่โคแต่ละ Treatment จะได้รับอาหารทดลอง 3 แบบ

โคกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ให้อาหารข้น และอาหารหยาบ (หญ้าเนเปียร์หมัก 100 เปอร์เซ็นต์)

โคกลุ่มที่ 2 ให้อาหารข้น และเสริมใบสั๊กหมัก 10 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนหญ้าเนเปียร์หมัก

โคกลุ่มที่ 3 ให้อาหารข้น และเสริมสั๊กหมัก 20 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนหญ้าเนเปียร์หมัก

แม่โคได้รับอาหารและน้ำดื่มครบตามโภชนาที่โคควรจะได้รับ ให้อาหารเวลา 06:00 น. และ 16:00 น. รีดนมเวลา 07:00 น. และ 16:30 น. การจัดการโคจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระยะเวลาคือ

ระยะที่ 1 ระยะปรับอาหาร 14 วัน เพื่อให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนปรับตัวตามสูตรอาหาร ทดลอง โดยโคจะได้รับอาหารหยาบอย่างเต็มที่

ระยะที่ 2 ระยะทดลองจริง ให้อาหารตามปริมาณที่กำหนดเป็นระยะเวลา 28 วัน โดยแบ่งออกเป็นช่วง 3 ช่วง รวมระยะเวลาตลอดการทดลอง 126 วัน สุ่มอาหารเหลือเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน ไขมัน CF, NDF, ADF และ ADL และสุ่มเก็บน้ำนมดิบจากโคทุกๆ 2 วัน แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำนมดิบ และคุณภาพน้ำนม

## การเก็บตัวอย่าง

### 1. อาหารหยาบ

#### 1.1. ใบสั๊ก

นำใบสั๊กมาสับเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 3 เซนติเมตร บรรจุใส่ถังหมักขนาด 150 ลิตรเหยียบให้แน่น แล้วปิดด้วยถุงพลาสติกก่อนปิดฝาภาชนะให้สนิทเพื่อไม่ให้อากาศเข้าไป ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดเชื้อรา ระหว่างการหมักได้ ใช้เวลาในการหมักไม่ต่ำกว่า 21 วัน เมื่อใบสั๊กหมักครบเวลาแล้วสามารถนำไปให้โคกินได้

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างใบสักหมัก 2 กิโลกรัม นำไปตากแดดทันที และอบด้วยเครื่องอบอุณหภูมิสูง (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้น นำตัวอย่างมาบด โดยใช้ตะแกรงขนาด 1 มิลลิกรัม เพื่อใช้ในการหาค่าประกอบทางเคมี และการย่อยได้

## 1.2 หญ้าเนเปียร์

นำหญ้าเนเปียร์สดมาสับเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 1 นิ้ว แล้วนำไปหมักในถุง ทำการอัดให้แน่น และผูกปากถุงให้สนิทเพื่อไม่ให้อากาศเข้าไป โดยจะใช้เวลาในการหมักไม่ต่ำกว่า 21 วัน เมื่อหญ้าเนเปียร์หมักครบเวลาแล้ว สามารถนำไปให้โคกินได้ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าเนเปียร์หมัก 2 กิโลกรัม นำไปตากแดดทันที และอบด้วยเครื่องอบอุณหภูมิสูง (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างมาบด โดยใช้ตะแกรงขนาด 1 มิลลิกรัม เพื่อใช้ในการหาค่าประกอบทางเคมี และการย่อยได้ต่อไป

## 2. อาหารชั้น

ทำการเก็บตัวอย่างอาหารชั้น โดยสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้โคกิน 2 กิโลกรัม จากนั้นนำ อาหารมาอบที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในเครื่องอบอุณหภูมิสูง (Hot air oven) ที่ไว้ 48 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้น เมื่อเสร็จ แล้วนำตัวอย่างมาบด โดยใช้ตะแกรงขนาด 1 มิลลิกรัม เพื่อใช้ในการหา องค์ประกอบทางเคมี และการย่อยได้ ต่อไป

## 3. การเก็บตัวอย่างน้ำนม

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมโคที่ใช้ทดลองแต่ละตัว 2 เวลา คือ เช้า-บ่ายครั้งละ 300 มิลลิลิตร บรรจุใส่ ขวดที่ปิดสนิทเก็บไว้ในที่เย็นนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม และคุณภาพน้ำนม ดังนี้

3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีน้ำนม ได้แก่ ไขมันนม (Fat), โปรตีนนม (Protein), น้ำตาลนม (LAC), ของแข็งไม่รวมไขมันนม (SNF) และของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (Total solids)

3.2 การวิเคราะห์ทางคุณภาพน้ำนม ได้แก่ Aerobic Plate Count (APC) และ Somatic cell count (SCC) โดยส่งไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการการตรวจสอบคุณภาพนมและผลิตภัณฑ์นม ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตว แพทย์ภาคตะวันตก กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร และสหกรณ์อำเภอ โพธาราม จังหวัดราชบุรีสถานที่และ เวลาทำการทดลอง ทำการทดลองที่ฟาร์มโคนมศรีประเสริฐฟาร์ม ณ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562

วิเคราะห์องค์ประกอบทาง เคมีของน้ำมัน ณ ห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพนม และ ผลิตภัณฑ์นม ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ ภาคตะวันตก กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์ อำเภอ โพธาราม จังหวัดราชบุรี โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และวิเคราะห์ค่าการย่อย ได้ของอาหารชั้น และอาหาร หยาบ ณ ห้องปฏิบัติการทาง โภชนศาสตร์สัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

### การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

นำตัวอย่างอาหาร 16 ตัวอย่าง ใช้วิธีวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis)

#### การวิเคราะห์ความชื้นด้วยเครื่อง Hot air oven

1. นำ Crucible หรือถาดอลูมิเนียมไปอบแห้งในตู้อบแห้ง ที่อุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมาทิ้งให้เย็นในโถอบแห้งให้ได้น้ำหนักที่คงที่
2. ชั่ง Crucible หรือถาดอลูมิเนียม จดบันทึกน้ำหนักไว้ แล้วชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 2-3 กรัม จดบันทึกน้ำหนัก
3. นำ Crucible ที่มีตัวอย่างอาหารไปอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง
4. เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำ Crucible หลังจากอบแห้งมาทิ้งให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก จดบันทึกน้ำหนัก

#### การวิเคราะห์เถ้าด้วยเครื่อง Muffe furnace

1. เผาถ้วยกระเบื้องที่สะอาด และแห้งในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ปลอ่ยให้เย็นในโถอบแห้ง แล้วชั่งเพื่อให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
2. เติมตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาเถ้าประมาณ 2-3 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องที่ทราบน้ำหนักแน่นอน จดบันทึกน้ำหนักตัวอย่างอาหาร โดยปกติแล้วจะใช้ตัวอย่างอาหารแห้งที่ได้จากการวิเคราะห์ความชื้นแล้ว
3. นำถ้วยกระเบื้องที่มีตัวอย่างอาหารไปเผาในตู้อบควัน จนกระทั่งหมดควัน

4. นำถ้วยกระเบื้องไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส เผาจนเป็นเถ้าสีขาว ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง
5. ใช้คีมคีบถ้วยกระเบื้องที่เผาเสร็จแล้วจากเตาเผาไปทิ้งให้เย็นในโถอบแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักและจดบันทึก

#### การวิเคราะห์หาโปรตีนหรือไนโตรเจนด้วยชุดเครื่องย่อย Digester & Scubber

1. ชั่งตัวอย่างอาหารลงใน flask จดบันทึกน้ำหนักไว้
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยาผสมประมาณ 2 กรัม และเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 96 เปอร์เซ็นต์ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร
3. เตรียม blank โดยทำเช่นเดียวกัน แต่ไม่มีตัวอย่างอาหาร
4. นำไปต้มบนเครื่องย่อยโดยนำ flask ไปต่อเข้ากับเครื่องย่อย ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส ย่อยทิ้งไว้ประมาณ 45 นาที หรือทำการย่อยจนได้สารละลายใส หลังจากนั้นนำ flask ไปตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำ flask ไปต่อเข้ากับเครื่องกลั่น
5. นำ boric acid 4 เปอร์เซ็นต์ ที่เตรียมไว้ใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ประมาณ 25 มิลลิลิตร เติม mixed indicator 2-3 หยด นำไปวางต่อเข้ากับเครื่องกลั่น ให้ปลาย condenser จุ่มลงในสารละลาย boric ใน flask
6. นำ erlenmeyer ที่ได้จากการกลั่นไปไทเทรตด้วยกรดมาตรฐาน แล้วนำค่าไตเตรตที่ได้ไปคำนวณเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ Nitrogen

#### การวิเคราะห์หาไขมันด้วยเครื่อง Soxhlet 8000

1. ปีกเกอร์สำหรับวิเคราะห์ไขมัน (Aluminum Extraction Beaker) ที่ผ่านการอบแห้งเพื่อไล่ความชื้นแล้วทิ้งให้เย็นในโถอบแห้ง แล้วนำปีกเกอร์มาชั่งน้ำหนัก จดบันทึกไว้
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารประมาณ 2-3 กรัม จดบันทึกไว้ แล้วห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ให้มิดชิด

3. นำสำลีสู่ด้านในของ extraction thimble บางๆ บูล้วนนำกระดาษที่ห่อตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วใส่ใน thimble แล้วบุสำลีสู่ข้างๆ อีกชั้นเพื่อทำให้สารละลายมีการกระจายสม่ำเสมอ
4. เปิดปุ่มเปิดเครื่อง เครื่องวิเคราะห์จะขยับ และมีการเคลื่อนที่เพื่อรองรับการประกอบชุดวิเคราะห์
5. นำ thimble ที่มีตัวอย่างพร้อมการวิเคราะห์ต่อเข้ากับชุดเครื่องวิเคราะห์
6. นำปีกเกอร์ต่อเข้าเครื่อง โดยในการใช้เครื่องวิเคราะห์ไขมันรุ่นนี้ให้ใส่ชุดปีกเกอร์ให้ครบทุก unit เพื่อป้องกันไม่ให้ column เกิดความเสียหาย
7. เติมสาร petroleum ether ในปีกเกอร์แต่ละ unit 85 มิลลิลิตร โดยการหมุนปุ่มเติมสารตามหมายเลขของ unit ที่ต้องการเติมสาร
8. ตรวจสอบความเรียบร้อยแล้วกดปุ่มสตาร์ท
9. เมื่อแน่ใจว่าปริมาณไขมันถูกสกัดออกหมด และตัวทำละลายถูกเก็บใน thimble หมด ให้ทิ้งปีกเกอร์ที่มีไขมัน และตัวทำละลายบางส่วนให้เย็น
10. Extraction thimble เมื่อใช้เสร็จแล้วให้นำสำลีสู่ข้างๆ แล้วนำไปล้างด้วย acetone หลายๆ ครั้ง จนมั่นใจว่าสารเคมีและไขมันบางส่วนที่ติดอยู่ใน extraction thimble หมดไป ส่วนตัวอย่างที่อยู่ในกระดาษกรอง ให้เก็บเพื่อทำการวิเคราะห์เยื่อใยหยาบ (crude fiber)
11. นำปีกเกอร์ไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส overnight แล้วทิ้งให้เย็นในโถอบแห้ง
12. ชั่งน้ำหนักปีกเกอร์หลังแห้งจดบันทึกไว้ และนำข้อมูลมาคำนวณเพื่อหา เปอร์เซนต์ ether extract

#### การวิเคราะห์หาเยื่อใยหยาบ Crude Fiber (CF) ด้วยเครื่อง Fibertec

1. ชั่งน้ำหนัก crucible และชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 2-3 กรัม จดบันทึกน้ำหนักไว้
2. นำ crucible ต่อเข้ากับเครื่อง cold extraction unit ทำการล้างตัวอย่างด้วย acetone เพื่อล้างไขมันที่หุ้มตัวอย่างออกก่อนทำการย่อยด้วย reagent solution
3. เอา crucible ออกจากเครื่อง cold extraction ตามสารช่วยย่อย (celite) 1 กรัม ลงใน crucible

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำ crucible ใส่เครื่อง Hot extraction unit ตรวจสอบให้แน่ใจว่า crucible อยู่ในตำแหน่งที่ต่อเข้ากับเครื่องแล้วโยกคันโยกลงมา ชุด column ของเครื่อง Hot extraction unit จะลงมาประกบกับปาก crucible พอดี
5. เลื่อนยกโยกด้านหน้า column ไปตำแหน่ง closed เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ที่ต้มร้อนๆ ประมาณ 150 มิลลิลิตร
6. เติม antifoam agents ประมาณ 2-3 หยด เพื่อลดการเกิดฟอง ปล่อยให้ย่อยด้วยกรด ประมาณ 1 ชั่วโมง
7. เมื่อครบเวลา ทำการกรองโดยเลื่อนคันโยกมาที่ตำแหน่ง vacuum ล้างด้วยน้ำกลั่นต้มร้อนๆ ครั้งละประมาณ 30 มิลลิลิตร แล้วกรองจนแห้ง
8. เติมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ที่ต้มร้อนๆ เติมลงไปประมาณ 100 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติม Antifoam ประมาณ 2-3 หยด เพื่อลดการเกิดฟอง ย่อยด้วยด่างต่อ ประมาณ 1 ชั่วโมง
9. กรองและล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนๆ 3 ครั้ง ล้างด้วย acetone 3 ครั้ง ครั้งละประมาณ 25 มิลลิลิตร แล้วกรองจนแห้ง
10. นำ crucible มาวางไว้ที่ crucible stand หลังจากนั้นนำ crucible ไปอบใน Drying oven ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส overnight
11. นำ crucible หลังอบแห้งไปทิ้งให้เย็นใน Desiccator แล้วนำ crucible ไปชั่งน้ำหนักจด บันทึกไว้
12. จากนั้นนำ crucible ไปเผาที่ Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนครบ 3 ชั่วโมง
13. หลังจากเผาเสร็จก็นำ crucible มาชั่งน้ำหนักหลังเผา จดบันทึกไว้มาคำนวณเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ crude fiber

### การวิเคราะห์หา Neutral detergent fiber (NDF) ด้วยเครื่อง Fibertex 2010 System

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารประมาณ 1 กรัม ใส่ลงใน crucible และใส่ celite 0.5 กรัม เพื่อช่วยในการกรอง
2. นำ crucible ไปเข้าเครื่อง Hot extraction unit กดคันโยกลง เติม solution ลงไปด้านบน condensers ช่องละประมาณ 150 มิลลิลิตร
3. หยด antifoam agent 2-3 หยดทุกๆ condensers
4. ต้ม 1 ชั่วโมงเมื่อครบเวลา vacuum เอาสารละลายใน boiling tube ออก
5. ล้างด้วยน้ำกลั่นต้มร้อนๆ 3 ครั้ง โดยใช้กระบอกฉีดน้ำกลั่น ล้างด้วย acetone 3 ครั้ง และกรองออกให้แห้ง
6. นำ crucible ไปอบที่ Drying oven ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส overnight
7. นำ crucible มาทำให้เย็นใน Desiccator แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก
8. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จดบันทึกน้ำหนักไว้มา คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ NDF

### การวิเคราะห์หา Acid detergent fiber (ADF) ด้วยเครื่อง Fibertex 2010 System

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารประมาณ 1 กรัม ใส่ลงใน crucible และใส่ celite 0.5 กรัม เพื่อช่วยในการกรอง
2. นำ crucible ไปเข้ากับเครื่อง Hot extraction unit กดคันโยกลง เติม solution ลงไป ด้านบน condensers ช่องละประมาณ 150 มิลลิลิตร
3. หยด antifoam agent 2-3 หยดทุกๆ condensers
4. ย่อยประมาณ 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา vacuum เอาสารละลายใน boiling tube ออก
5. ล้างด้วยน้ำกลั่นต้มร้อนๆ 3 ครั้ง โดยใช้กระบอกฉีดน้ำกลั่น ล้างด้วย acetone 3 ครั้ง และกรองออกให้แห้ง

6. นำ crucible ไปอบที่ Drying oven ที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส overnight
7. นำ crucible มาทำให้เย็นใน Desiccator แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก
8. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จดบันทึกน้ำหนักไว้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ ADF
9. ตัวอย่างที่ได้จากการหาเปอร์เซ็นต์ ADF ในถ้วย crucible ไม่ต้องล้างเก็บไว้วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ ADL ต่อไป

#### การวิเคราะห์หา Acid detergent Lignin (ADL) ด้วยเครื่อง Fibertex 2010 System

1. ใช้ตัวอย่างจากการหา ADF
2. เติม solution ลงใน crucible ประมาณ 25 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคน ย่อยประมาณ 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา vacuum เอาสารละลายใน boiling tube ออก
3. ล้างด้วยน้ำกลั่นต้มร้อนๆ 3 ครั้ง โดยใช้กระบอกฉีดน้ำกลั่น ล้างด้วย acetone 3 ครั้ง และ กรอง ออกให้แห้ง
4. นำ crucible ไปอบที่ Drying oven ที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส overnight
5. นำ crucible มาทำให้เย็นใน Desiccator แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก
6. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จดบันทึกน้ำหนักไว้มา คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ ADL

## สถานที่และเวลาทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ฟาร์มโคนม ณ ศรีประเสริฐฟาร์ม ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลองตั้งแต่ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม ณ ศูนย์วิจัย และพัฒนาการสัตว์แพทย์ภาคตะวันตก กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร และ สหกรณ์ตำบลเขาชะงุ้ม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรีโดยทำการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และวิเคราะห์หาค่าการย่อยได้ของอาหารชั้น และอาหารหยาบ โดยวิธี *In vitro* แบบ Pepsin-Cellulase และแบบ Daisy<sup>®</sup> System ณ ห้องปฏิบัติการทางโภชนศาสตร์สัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลองตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564

## ผลการทดลอง

### การหาค่าองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบปรับปรุงคุณภาพและอาหารชั้น และใบสักหมัก

จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของใบสักหมัก ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย (Crude fiber) Neutral detergent fiber (NDF) Acid detergent fiber (ADF) และ Acid detergent lignin (ADL) ของใบสักหมัก 0 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 94.46, 10.65, 9.87, 5.71, 46.04, 65.06, 43.85 และ 19.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบสักหมัก 2 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 94.48, 11.90, 10.10, 5.76, 46.34, 65.12, 44.45 และ 19.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบสักหมัก 3 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 93.50, 11.36, 10.45, 5.92, 46.77, 65.66, 44.51 และ 18.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบสักหมัก 4 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 93.36, 10.94, 10.30, 5.12, 47.66, 66.23, 45.26 และ 18.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ใบสักหมักยูเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ 0 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 94.02, 12.34, 10.83, 5.90, 47.84, 66.79, 45.34 และ 12.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบสักหมักยูเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ 2 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 93.62, 11.65, 11.65, 5.83, 47.04, 66.28, 45.51 และ 12.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบสักหมักยูเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ 3 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 92.83, 11.90, 12.90, 5.71, 48.34, 67.12, 46.74 และ 12.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบสักหมักยูเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ 4 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 93.49, 12.18, 12.48, 5.61, 48.51, 67.26, 46.34 และ 12.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ใบสักหมักยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ 0 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 94.05, 11.47, 12.88, 5.86, 48.74, 67.12, 46.27 และ 12.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบสักหมักยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ 2 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 93.11, 11.65, 13.24, 5.58, 48.34, 67.26, 46.77 และ 12.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบสักหมักยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ 3 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 93.41, 11.80, 14.72, 5.42, 49.00, 68.27, 47.91 และ 12.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบสักหมักยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ 4 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 93.00, 11.13, 14.96, 5.44, 49.31, 68.77, 47.07 และ 12.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ใบสักหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ 0 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 94.87, 11.90, 14.19, 5.81, 49.60, 68.34, 47.44 และ 12.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบสักหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ 2 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 93.00, 12.34, 15.39, 5.85, 50.84, 68.81, 47.67 และ 11.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบสักหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ 3 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 94.26, 12.36, 16.73, 5.27, 50.90, 69.75, 48.28 และ 11.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ใบสั๊กหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ 4 อาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 92.56, 11.19, 16.88, 5.18, 51.72, 69.14, 48.44 และ 11.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใบสั๊กหมัก มีค่าเท่ากับ 92.67, 10.41, 9.87, 5.84, 39.92, 64.12, 44.54 และ 11.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2** แสดงองค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้นและอาหารหยาบ

อาหารหยาบ	DM	ASH	CP	EE	CF	NDF	ADF	ADL
ใบสักหมัก 0 อาทิตย์	94.46	10.65	9.87	5.71	46.04	65.06	43.85	19.98
ใบสักหมัก 2 อาทิตย์	94.48	11.90	10.10	5.76	46.34	65.12	44.45	19.51
ใบสักหมัก 3 อาทิตย์	93.50	11.36	10.45	5.92	46.77	65.66	44.51	18.36
ใบสักหมัก 4 อาทิตย์	93.36	10.94	10.30	5.12	47.66	66.23	45.26	18.11
ใบสักหมักยูเรีย 2 % 0 อาทิตย์	94.02	12.34	10.83	5.90	47.84	66.79	45.34	12.21
ใบสักหมักยูเรีย 2 % 2 อาทิตย์	93.62	11.65	11.65	5.83	47.04	66.28	45.51	12.11
ใบสักหมักยูเรีย 2 % 3 อาทิตย์	92.83	11.90	12.90	5.71	48.34	67.12	46.74	12.05
ใบสักหมักยูเรีย 2 % 4 อาทิตย์	93.49	12.18	12.48	5.61	48.51	67.26	46.34	12.02
ใบสักหมักยูเรีย 4 % 0 อาทิตย์	94.05	11.47	12.88	5.86	48.74	67.12	46.27	12.14
ใบสักหมักยูเรีย 4 % 2 อาทิตย์	93.11	11.65	13.24	5.58	48.34	67.26	46.77	12.24
ใบสักหมักยูเรีย 4 % 3 อาทิตย์	93.41	11.80	14.72	5.42	49.00	68.27	47.91	12.05
ใบสักหมักยูเรีย 4 % 4 อาทิตย์	93.00	11.13	14.96	5.44	49.31	68.77	47.07	12.88
ใบสักหมักยูเรีย 6 % 0 อาทิตย์	94.87	11.90	14.19	5.81	49.60	68.34	47.44	12.56
ใบสักหมักยูเรีย 6 % 2 อาทิตย์	93.00	12.34	15.39	5.85	50.84	68.81	47.67	11.89
ใบสักหมักยูเรีย 6 % 3 อาทิตย์	94.26	12.36	16.73	5.27	50.90	69.75	48.28	11.60
ใบสักหมักยูเรีย 6 % 4 อาทิตย์	92.56	11.19	16.88	5.18	51.72	69.14	48.44	11.88
ใบสักหมัก	92.67	10.41	9.87	5.84	39.92	64.12	44.54	11.45
หญ้าเนเปียร์หมัก	92.88	10.49	4.69	1.57	39.24	58.84	49.81	3.92
อาหารชั้น	95.23	10.58	21.08	2.25	12.75	46.34	31.37	5.29

หมายเหตุ : DM คือ วัตถุแห้ง

Ash คือ เถ้า

CP คือ โปรตีน

EE คือ ไขมัน

CF คือ เยื่อใย

NDF คือ Neutral detergent fiber

ADF คือ Acid Detergent Fiber

ADL คือ Acid Detergent Lignin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผลของการเสริมไบสั๊กหมักต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม

การเปรียบเทียบระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำนม (MILK) เท่ากับ 12.05, 13.31 และ 12.73 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) แต่ในระดับการเสริมไบสั๊กหมัก หมักที่ ระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มี แนวโน้มปริมาณน้ำนมเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

การเปรียบเทียบระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อองค์ประกอบ น้ำนม พบว่า ปริมาณโปรตีนนม (PRO) เท่ากับ 2.66, 2.87 และ 2.89 เปอร์เซ็นต์/ตัว/วัน ตามลำดับ ปริมาณไขมันนม (FAT) เท่ากับ 3.36, 3.97 และ 4.05 เปอร์เซ็นต์/ตัว/วัน ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลนม (LAC) เท่ากับ 4.61, 4.87 และ 4.72 เปอร์เซ็นต์/ตัว/วัน ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (TS) เท่ากับ 11.94, 12.24 และ 12.41 เปอร์เซ็นต์/ตัว/วัน ตามลำดับ ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม (SNF) เท่ากับ 7.98, 8.29 และ 8.33 เปอร์เซ็นต์/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) แต่ระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มว่า องค์ประกอบน้ำนมเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

จากการเปรียบเทียบระดับการเสริมไบหมักที่ระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อคุณภาพ น้ำนม โดยมีปริมาณของโซมาติกส์เซลล์ (SCC) เท่ากับ 103.75, 74.14 และ 500.46  $\text{SCC} \times 10^3$  เซลล์/มิลลิลิตร / ตัว/วัน ตามลำดับ และพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (APC) เท่ากับ 383,916.67, 328,791.67 และ 217,958.33 เซลล์/มิลลิลิตร/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ (DMIT) เท่ากับ 39.65, 42.69 และ 41.55 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

ระดับการเสริมไบสั๊กหมักต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมโค พบว่า จากการเปรียบเทียบระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ (DMIR) เท่ากับ 33.65, 36.30 และ 35.34 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ (DMIC) เท่ากับ 6.01, 6.38 และ 6.21 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ (DMIT) เท่ากับ 39.65, 42.69 และ 41.55 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

การเปรียบเทียบระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อผลกำไรที่ได้ (INCOM) ต่อการเสริมไบสั๊กหมักในโคนม เท่ากับ 86.88, 103.00 และ 97.34 บาท/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) แต่ในระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ผลกำไรที่ได้จะสูงสุด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงระดับการเสริมไบสั๊กหมักต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม

ปัจจัย	ระดับของการเสริมไบสั๊กหมัก (เปอร์เซ็นต์)			SEM
	0	10	20	
DMIR	33.65	36.30	35.34	9.09
DMIC	6.01	6.38	6.21	0.01
DMIT	39.65	42.69	41.55	9.09
MILK	12.05	13.31	12.73	0.01
PRO	2.66	2.87	2.89	0.01
FAT	3.36	3.97	4.05	0.01
LAC	4.61	4.87	4.72	0.01
TS	11.94	12.24	12.41	1.14
SNF	7.98	8.29	8.33	0.01
SCC	103.75	74.17	50.46	1.82
APC	383,916.67	328,791.67	217,958.33	0.01
INCOM	86.88 <sup>a</sup>	103.00 <sup>a</sup>	97.34 <sup>b</sup>	7.28

<sup>a-b</sup> อักษรที่แตกต่างในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

หมายเหตุ : 0 คือ ระดับหญ้าเนเปียร์หมัก 100 เปอร์เซ็นต์

10 คือ ระดับการเสริมไบสั๊กหมัก 10 เปอร์เซ็นต์ หญ้าเนเปียร์หมัก 90 เปอร์เซ็นต์

20 คือ ระดับการเสริมไบสั๊กหมัก 20 เปอร์เซ็นต์ หญ้าเนเปียร์หมัก 80 เปอร์เซ็นต์

DMIC คือ ปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ (กิโลกรัม/ตัว/วัน)

DMIR คือ ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ (กิโลกรัม/ตัว/วัน)

DMIT คือ ปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ (กิโลกรัม/ตัว/วัน)

MILK คือ ปริมาณน้ำนม (กิโลกรัม/ตัว/วัน)

PRO คือ % /ตัว/วัน

FAT คือ % /ตัว/วัน

LAC คือ % /ตัว/วัน

TS คือ % /ตัว/วัน

SNF คือ % /ตัว/วัน

SCC คือ โซมาติกเซลล์ (Somatic Cell Count $\times 10^3$  เซลล์ /มิลลิลิตร/ตัว/วัน)

APC คือ Aerobic Plat Count เซลล์/มิลลิลิตร/ตัว/วัน

INCOM คือ กำไร (บาท/ตัว/วัน)

#### ผลต้นทุนการผลิตของการเสริมไบสั๊กหมักต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม

การวิเคราะห์การเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม ดังตารางที่ 4 พบว่า การเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนรวมของอาหารชั้น เท่ากับ 952.60 บาท หรือ 6.01 บาท/ตัว/วัน การเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนรวมของอาหารชั้น เท่ากับ 1012.78 บาท หรือ 6.38 บาท/ตัว/วัน และการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนรวมของอาหารชั้น เท่ากับ 985.27 หรือ 6.21 บาท/ตัว/วัน การเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนรวมของอาหารหยาบ เท่ากับ 1036.38 บาท หรือ 33.65 บาท/ตัว/วัน การเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนรวมของอาหารหยาบ เท่ากับ 1085.64 หรือ 36.60 บาท/ตัว/วัน และการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนรวมของอาหารหยาบ เท่ากับ 1038.20 หรือ 35.34 บาท/ตัว/วัน ต้นทุนไบสั๊กหมักทั้งหมด เท่ากับ 0.00, 69.74 และ 107.87 บาท ตามลำดับ ต้นทุนค่าหญ้าหมักทั้งหมด เท่ากับ 1036.38, 1015.90 และ 930.33 บาท ตามลำดับ ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด เท่ากับ 3025.37, 3184.05 และ 3061.66 บาท ตามลำดับ โดยในระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ 0 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ 10 เปอร์เซ็นต์และกลุ่มควบคุม

เมื่อวิเคราะห์รายได้จากการผลิตน้ำนม การเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้รวม 3205.30 บาท หรือ 228.95 บาท/ตัว/วัน การเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้รวม 3540.46

บาท หรือ 252.89 บาท/ตัว/วัน และการเสริมใบสักหมักที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้รวม 3386.18 บาท หรือ 241.87 บาท/ตัว/วัน โดยระดับการเสริมใบสักหมักที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้จากการผลิตน้ำมันที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับระดับการเสริมใบสักหมักที่ 0 เปอร์เซ็นต์ กับระดับการเสริมใบสักหมักที่ 20 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ผลกำไรที่ได้ การเสริมใบสักหมักที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีผลกำไรรวม 1216.32 บาท หรือ 86.88 บาท/ตัว/วัน การเสริมใบสักหมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลกำไรรวม 1442.05 บาท หรือ 103.00 บาท/ตัว/วัน และการเสริมใบสักหมักที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลกำไรรวม 1362.71 บาท หรือ 97.34 บาท/ตัว/วัน โดยในระดับการเสริมใบสักหมักที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลกำไรสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับระดับการเสริมใบสักหมักที่ 0 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์



ตารางที่ 4 แสดงต้นทุนการผลิต การเสริมใบสั๊กหมัก ต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม

ปัจจัย	ระดับการเสริมใบสั๊กหมัก (เปอร์เซ็นต์)		
	0	10	20
ต้นทุนค่าอาหารชั้น <sup>1/</sup>			
- ต้นทุนรวม (บาท)	952.60	1012.78	985.27
- ต้นทุนเฉลี่ย (บาท ต่อตัว ต่อวัน)	6.01	6.38	6.21
ต้นทุนค่าอาหารหยาบ <sup>2/</sup>			
- ต้นทุนรวม (บาท)	1036.38	1085.64	1038.20
- ต้นทุนเฉลี่ย (บาท ต่อตัว ต่อวัน)	33.65	36.60	35.34
ต้นทุนค่าใบสั๊กหมักทั้งหมด <sup>3/</sup> (บาท)	0.00	69.74	107.87
ต้นทุนค่าหญ้าหมักทั้งหมด (บาท)	1036.38	1015.90	930.33
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท)	3025.37	3184.05	3061.66
รายได้จากผลผลิตน้ำนม <sup>4/</sup>			
- รายได้รวม (บาท)	3205.30	3540.46	3386.18
- รายได้เฉลี่ย (บาท ต่อตัว ต่อวัน)	228.95	252.89	241.87
ผลกำไร			
- ผลกำไรรวม (บาท)	1216.32	1442.05	1362.71
- ผลกำไรเฉลี่ย (บาท/ตัว/วัน)	86.88	103.00	97.34

หมายเหตุ : 0 คือการเสริมหญ้าเนเปียร์หมัก

10 คือ ระดับการเสริมใบสั๊กหมัก 10 เปอร์เซ็นต์ หญ้าเนเปียร์หมัก 90 เปอร์เซ็นต์

20 คือ ระดับการเสริมใบสั๊กหมัก 20 เปอร์เซ็นต์ หญ้าเนเปียร์หมัก 80 เปอร์เซ็นต์

<sup>1/</sup> ราคาอาหารชั้น กิโลกรัมละ 12.26 บาท

<sup>2/</sup> ราคาอาหารหยาบ คือหญ้าเนเปียร์หมัก กิโลกรัมละ 2.70 บาท

<sup>3/</sup> ราคาใบสั๊กหมัก กิโลกรัมละ 1.50 บาท

<sup>4/</sup> ราคาน้ำนมดิบ กิโลกรัมละ 19.00 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงผลการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำนม องค์ประกอบ โชมาทิกเซลล์ จุลินทรีย์ ทั้งหมด ปริมาณอาหารที่กิน และกำไร

r	SUK	MILK	SCC	APC	DMIR	DMIC	DMIT	INC
SUK	1.00	0.45	-0.99	-0.98	0.60	0.22	0.54	0.63
MILK	0.45	1.00	-0.49	-0.31	0.95	0.84	0.99	0.86
SCC	-0.99	-0.49	1.00	0.96	-0.64	0.22	-0.58	-0.68
APC	-0.98	-0.31	0.96	1.00	-0.45	-0.15	-0.40	-0.48
DMIR	0.60	0.95	-0.64	-0.45	1.00	0.65	0.98	0.97
DMIC	0.22	0.84	0.22	-0.15	0.65	1.00	0.79	0.46
DMIT	0.54	0.99	-0.58	-0.40	0.98	0.79	1.00	0.90
INC	0.63	0.86	-0.68	-0.48	0.97	0.46	0.90	1.00

หมายเหตุ : SUK คือ ระดับการเสริมไบสั๊กหมัก

MILK คือ ปริมาณน้ำนม

SCC คือ การตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์

APC คือ การตรวจนับจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวในน้ำนมดิบ

DMIR คือ ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้

DMIC คือ ปริมาณอาหารชั้นที่กินได้

DMIT คือ ปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้

INC คือ กำไร

จากตารางที่ 5 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับการเสริมใบสั๊กหมักกับกำไร พบว่าค่า  $r$  สูงสุด เท่ากับ 0.63 เปอร์เซ็นต์ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับการเสริมใบสั๊กกับปริมาณน้ำนม โขมาติกเซลล์ จุลินทรีย์ ทั้งหมด ปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.45, -0.99, -0.98, 0.60, 0.22 และ 0.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำนมกับกำไร พบว่าค่า  $r$  สูงสุด เท่ากับ 0.99 เปอร์เซ็นต์ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำนมกับปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ พบว่าค่า  $r$  ต่ำสุด เท่ากับ -0.49 เปอร์เซ็นต์ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ น้ำนมกับระดับการเสริมใบสั๊กหมัก โขมาติกเซลล์ จุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ และปริมาณ อาหารทั้งหมดที่กินได้ มีค่า  $r$  เท่ากับ 0.45, -0.31, 0.95, 0.84 และ 0.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างโขมาติกเซลล์กับปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ พบว่าค่า  $r$  สูงสุด เท่ากับ 0.96 เปอร์เซ็นต์ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างโขมาติกเซลล์กับกำไร พบว่าค่า  $r$  ต่ำสุด เท่ากับ -0.99 เปอร์เซ็นต์ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างโขมาติก เซลล์กับระดับการเสริมใบสั๊กหมัก ปริมาณน้ำนม จุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ โดยมีค่าเท่ากับ -0.49, -0.64, 0.22, -0.58 และ -0.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ทั้งหมดกับปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ พบว่าค่า  $r$  สูงสุด เท่ากับ 0.96 เปอร์เซ็นต์ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ทั้งหมดกับระดับการเสริมใบสั๊กหมัก พบว่ามีค่า  $r$  ต่ำสุด เท่ากับ -0.98 เปอร์เซ็นต์ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ทั้งหมดกับปริมาณน้ำนม โขมาติกเซลล์ ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ ปริมาณ อาหารทั้งหมดที่กินได้ และกำไร โดยมีค่าเท่ากับ -0.31, -0.45, -0.15, -0.40 และ -0.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารชั้นที่กินได้กับปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ พบว่าค่า  $r$  สูงสุด เท่ากับ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารชั้นที่กินได้กับกำไร พบว่ามีค่า  $r$  ต่ำสุด เท่ากับ -0.64 เปอร์เซ็นต์ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารชั้นที่กินได้กับระดับการเสริมใบสั๊กหมัก ปริมาณน้ำนม โขมาติกเซลล์ จุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ โดยมีค่าเท่ากับ 0.60, 0.95, -0.45, 0.65 และ 0.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารหยาบที่กินได้กับปริมาณน้ำนม พบว่ามีค่า  $r$  สูงสุด เท่ากับ 0.84 เปอร์เซ็นต์ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารหยาบที่กินได้กับปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ พบว่ามีค่า  $r$  ต่ำสุด

เท่ากับ -0.15 เปอร์เซ็นต์ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารหยาบที่กินได้กับระดับการเสริมไบสัทหมัก โขมาติก เซลล์ จุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ และกำไร โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.22, 0.22, 0.65, 0.79 และ 0.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้กับปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ พบว่ามีค่า  $r$  สูงสุด เท่ากับ 0.99 เปอร์เซ็นต์ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้กับปริมาณน้ำมัน พบว่ามีค่า  $r$  ต่ำสุด เท่ากับ -0.58 เปอร์เซ็นต์ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้กับระดับการเสริมไบสัทหมัก โขมาติกเซลล์ จุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ และกำไร โดยมีค่าเท่ากับ 0.54, -0.40, 0.98, 0.79 และ 0.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกำไรกับปริมาณน้ำมัน พบว่ามีค่า  $r$  สูงสุด เท่ากับ 0.97 เปอร์เซ็นต์ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง กำไรกับปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ พบว่ามีค่า  $r$  ต่ำสุด เท่ากับ -0.68 เปอร์เซ็นต์ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกำไรกับระดับ การเสริมไบสัทหมัก โขมาติกเซลล์ จุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ และปริมาณอาหารทั้งหมด ที่กินได้ โดยมีค่าเท่ากับ 0.63, 0.86, -0.48, 0.46 และ 0.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

## วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเยื่อใย (CF) ของใบสักหมัก 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 47.66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับ ดวงกลม (2559) รายงานว่าการศึกษาการใช้เปลือกมะเขือเทศมีเยื่อใย เท่ากับ 58.46 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่ามีค่ามากกว่าการใช้ใบสักหมักยูเรีย 4 สัปดาห์ เนื่องจากสิ่งที่ใช้ทดลองมีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ค่าวัตถุแห้ง (Dry matter: DM) ของใบสักหมักยูเรียที่ 6 เปอร์เซ็นต์ 0 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 94.87 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่า ชิम्मพร (2561) รายงานผลชนิดของหญ้าเนเปียร์ ค่าวัตถุแห้งสูงที่สุด 73.15 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากชนิดของสัตว์ที่ใช้ทดลองมีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเถ้า (Ash) พบว่า ใบสักหมัก 0 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 10.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่า ชิम्मพร (2561) รายงานว่า ปอเทือง มีปริมาณเถ้า เท่ากับ 13.59 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากอาหารที่ใช้ทดลองมีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน (CP) พบว่า ใบสักหมัก 4 เปอร์เซ็นต์ 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 14.96 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่า ชิम्मพร (2561) กล่าวว่า กระจินมีปริมาณโปรตีน สูงสุด เท่ากับ 20.76 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสิ่งที่ใช้ทดลองมีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไขมัน (EE) พบว่า ใบสักหมัก 2 เปอร์เซ็นต์ 2 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 5.83 เปอร์เซ็นต์ มีความสอดคล้องกับ นภรัตน์ (2563) รายงานว่า การเสริมไขมันไหลจากน้ำมันปาล์มในอาหารโคโรดนม มีไขมัน 5.12 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยกว่า ใบสักหมัก 2 เปอร์เซ็นต์ 2 สัปดาห์ เนื่องจากสิ่งที่ใช้ทดลองมีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ NDF พบว่า ใบสักหมัก 4 เปอร์เซ็นต์ 3 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 68.27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่า นภรัตน์ (2563) กล่าวว่า การเสริมไขมันไหลจากน้ำมันปาล์มในอาหารโคโรดนม มีค่า NDF เท่ากับ 73.58 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากกว่าใบสักหมัก 4 เปอร์เซ็นต์ 3 สัปดาห์ เนื่องจากสิ่งที่ใช้ทดลองมีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ ADF พบว่า ใบสักหมัก 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 47.44 เปอร์เซ็นต์ มีความสอดคล้องกับ ขยพล (2563) รายงานว่า การเสริมไขมันในอาหารโคโรดนมส่งผลต่อ ADF

มีค่าเท่ากับ 59.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่า ไบสั๊กหมัก 6 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสิ่งที่ใช้ทดลองมีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ ADL พบว่า ไบสั๊กหมัก 4 เปอร์เซ็นต์ 2 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 12.24 มีความสอดคล้องกับ สุภิญญา (2562) รายงานว่า ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวหญ้าเนียร์ หรือ สายพันธุ์ในการปลูก มีองค์ประกอบเปอร์เซ็นต์ของลิกนิน (ADL) เท่ากับ 4.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ไบสั๊กหมัก 4 เปอร์เซ็นต์ 2 สัปดาห์ เนื่องจากสิ่งที่ใช้ทดลองมีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับต่างๆ คือ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปริมาณอาหารหยابที่กินได้ (DMIR) มีค่า 33.65, 36.30 และ 35.34 ตามลำดับ ส่วนปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ (DMIC) มีค่า 6.01, 6.38 และ 6.21 ตามลำดับ ปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ (DMIT) มีค่า 39.65, 42.69 และ 41.55 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) มีความสอดคล้องกับ จินดา และคณะ (2547) รายงานว่า อาหารหยابที่มีคุณภาพดี โคสามารถกินได้มาก เนื่องจาก มีความน่ากินสูงทำให้สามารถย่อยได้ดี และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าอาหารหยابที่มีคุณภาพต่ำ และสอดคล้อง วิศิษฐพร (2538) กล่าวว่า สัตว์เคี้ยวเอื้องที่ได้รับอาหารหยابเป็นอาหารหลักจะถูกจำกัดโดยความจุของกระเพาะ ทั้งนี้สังเกตได้จากสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ได้รับอาหารที่มีเยื่อใยอยู่สูง จะหยุดกินอาหารก่อนที่ได้รับพลังงานเพียงพอตามความต้องการ

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำนม (MILK) พบว่าปริมาณน้ำนมของสูตรอาหารที่ได้รับการเสริมไบสั๊กหมักที่ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 12.73 มีความสอดคล้องกับ ฉัตรชัย (ม.ป.ป.) รายงานว่า ผลของเมล็ดข้าวโพดดิบ บีบแตก ต่อองค์ประกอบน้ำนมของโครีดนม โดยปริมาณน้ำนมเฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 14.05 กิโลกรัม/วัน ซึ่งมีค่ามากกว่าการเสริมไบสั๊กหมักที่ 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสิ่งทีนำมาทดลองมีความแตกต่างกัน และเมื่อวิเคราะห์ไขมันใน (FAT) ในระดับการเสริมไบสั๊กหมักยูเรียที่ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 4.05 เปอร์เซ็นต์ สุภิญญา (2562) รายงานว่า ผลการศึกษาองค์ประกอบของน้ำนมโคต่อคุณภาพอาหาร มีค่าไขมันในนม (FAT) เท่ากับ 4.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่ามากกว่าการเสริมไบสั๊กหมักยูเรียที่ 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากอาหารทดลองมีความแตกต่างกัน และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของโปรตีน (PRO) ในระดับการเสริมไบสั๊กหมักยูเรียที่ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 2.89 เปอร์เซ็นต์ สุภิญญา (2562) กล่าวว่า โปรตีนจากการรีดนมตอนเช้า มีค่าเท่ากับ 2.81 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากสัตว์ทดลองชนิดเดียวกัน และการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำตาลในนม (LAC) การเสริมไบสั๊กหมักยูเรียที่ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 4.72 เปอร์เซ็นต์ มีความคล้ายกับ

สุภิญญา (2562) กล่าวว่า การเสริมอาหารต่อองค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลในนม ในโครีตนมช่วงเช้า เท่ากับ 4.52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการเสริมไบสั๊กหมักที่ 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากอาหารที่ทดลองมีความแตกต่างกัน

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณของแข็งในนม (TS) พบว่า ที่ระดับการเสริมไบสั๊กหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 11.94 เปอร์เซ็นต์ มีความใกล้เคียงกับงานวิจัยของ นัทธมน (ม.ป.ป.) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบองค์ประกอบ น้ำนมดิบจากสหกรณ์โคนมทั้ง 2 แห่ง คือ สหกรณ์โคนมมหาสารคาม และสหกรณ์โคนม พบว่า ค่าปริมาณของแข็งในนม (TS) เท่ากับ 11.94 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับงานวิจัยที่เสริมไบสั๊กหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ และ เปอร์เซ็นต์ ของแข็งไม่รวมไขมันนม (SNF) ที่ระดับการเสริมไบสั๊กหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 7.98 เปอร์เซ็นต์ มีความสอดคล้องกับ นัทธมน (ม.ป.ป.) รายงานว่า เปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมไขมันนม (SNF) มีค่าเท่ากับ 8.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่ามากกว่างานวิจัยที่ระดับการเสริมไบสั๊กหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสัตว์ที่ใช้ทดลองมีความแตกต่างกัน

เปรียบเทียบระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อคุณภาพน้ำนม เปรียบเทียบระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อ คุณภาพน้ำนม โดยมีปริมาณของ โขมาติกเซลล์ (SCC) เท่ากับ 103.75, 74.17 และ 50.46 ( $SCC \times 10^3$  เซลล์/มิลลิลิตร/ตัว/วัน) ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) โดยปริมาณโขมาติกเซลล์ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าลดลง เมื่อมีการเสริมไบสั๊กหมักเพิ่มขึ้น และพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (APC) เท่ากับ 383,916.67, 328,791.67 และ 217,958.33  $APC \times 10^3$  เซลล์/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) โดยปริมาณโขมาติกเซลล์ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าลดลง เมื่อมีการเสริมไบสั๊กหมักเพิ่มขึ้น มีความสอดคล้องกับ สาคร (2555) กล่าวว่า มาตรฐานของจำนวนโขมาติกเซลล์ในน้ำนม (SCC) ของโครีตนมปกติ จะไม่เกิน 300,000 เซลล์/มิลลิลิตร (Dohoo and Meek, 1982) หากมีค่า SCC สูงกว่ามาตรฐาน ค่า SCC สามารถบ่งบอกได้ว่า แมโค้นั้นป่วยเป็นโรคเต้านมอักเสบ

Pooja et al, (2018) รายงานว่า *Tectona grandis* Linn (Teak) เป็นที่รู้จักกันในชื่อ Sagwan เป็นไม้ที่มีสารประกอบของสารออกฤทธิ์หลักที่รับผิดชอบต่อการกระทำเหล่านี้ ได้แก่ เทคโทควิโนน ลาปาซอล และดีออกซีลาปาซอล Naphthoquinones, anthraquinones และ isoprenoid quinones เป็นสารเมแทบอไลต์ที่มีอยู่อย่างมากมายในไม้สัก นอกจากนี้ไม้สักรังยังมีไฟโตเคมีคอลอื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น ไตรเทอร์พีนอยด์ สเตียรอยด์ ลิกแนน เอสเทอร์ไขมัน และสารประกอบฟีนอลิกในทางเภสัชวิทยา พืชได้รับการตรวจสอบสารต้าน

อนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ต้านไข้ พิษต่อเซลล์ ยาแก้ปวด ฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด การรักษาบาดแผล และกิจกรรมต้านพลาสมา เดียม การทบทวนปัจจุบันเน้นที่แมงมุมพิษเคมีและเภสัชวิทยาของไม้สัก ซึ่งในใบสักสามารถลดอาการอักเสบต้านแมงมุมพิษได้ และช่วยลดโซมาติคเซลล์ (SCC)

ผลกำไรที่ได้ (INCOM) ของการเสริมใบสักหมัก 10 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า 0 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่า 103.00, 86.88 และ 97.34 ตามลำดับ การวิเคราะห์การเสริมใบสักหมักที่ ระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในโคนม พบว่าต้นทุนรวมของอาหารชั้น และอาหารหยاب ในสูตรอาหารเสริมใบสักหมักที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ต่ำที่สุด เท่ากับ 3025.37 บาท ส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับระดับการเสริมใบสักหมักที่ 10 เปอร์เซ็นต์และกลุ่มควบคุม 3184.05 และ 3061.66 บาท ตามลำดับ มีความสอดคล้องกับ เพ็ญศรี (2554) เป็นรายได้ที่เกษตรกรจะได้รับผลตอบแทนจากแม่โครีดนมทุกวัน โดยเกษตรกรจะมีการรีดนม 2 ช่วง คือช่วงเช้ากับเย็นแล้วนำนมดิบที่ได้จัดส่งไปยังสหกรณ์โคนม ราคาน้ำนมดิบปัจจุบันที่เกษตรกรได้รับ คือ กิโลกรัมละ 16 บาท และช่วยลดต้นทุนเพื่อเพิ่มผลผลิตให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับโค

### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ระดับการเสริมไบสั๊กหมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณน้ำนม คุณภาพน้ำนม มีแนวโน้มสูงขึ้น จำนวนโซมาติกเซลล์ และจุลินทรีย์ในน้ำนมลดลง ต้นทุนในการผลิตต่ำ แต่ได้กำไรจากผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น การเสริมไบสั๊กหมัก จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ที่สามารถลดต้นทุนการผลิต และแก้ไขปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบในช่วงฤดูร้อนได้



## เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547. ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพนครราชสีมา. นครราชสีมา. แหล่งที่มา: [www.sanomnews.net](http://www.sanomnews.net), 23 พฤศจิกายน 2563.
- กรมปศุสัตว์. ม.ป.ป. โรคเต้านมอักเสบ. แหล่งที่มา: <http://www.region7.dld.go.th>, 25 ธันวาคม 2563.
- กรมป่าไม้. 2556. องค์ความรู้ไม้สักไทย. แหล่งที่มา: [www.teak.pdf](http://www.teak.pdf), 8 มีนาคม 2563
- กลุ่มวิจัย และพัฒนาโคนม. ม.ป.ป. สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์กรมปศุสัตว์. แหล่งที่มา: <https://breeding.dld.go.th/dairy>, 25 ธันวาคม 2563.
- กรวิศุ์ ฦ กลาง. 2543. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไม้สักทอง. แหล่งที่มา: [www.wisdom.sc.mahidol.ac.th](http://www.wisdom.sc.mahidol.ac.th), 24 พฤศจิกายน 2563.
- ฉัตรชัย ภาสองชั้น. (ม.ป.ป.). การประเมินค่าพลังงานและผลของเมล็ดข้าวโพดหนึ่งบิบแตก ต่อองค์ประกอบ น้ำนมและความสมบูรณ์พันธุ์ของโครีดนม. ปรินญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต เกษตรศาสตร์ สัตวศาสตร์.
- ฉลอง และ สุณีรัตน์. 2546. การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคเต้านมอักเสบและการจัดการด้านสุขศาสตร์ของฟาร์มโคนมในจังหวัดพัทลุง. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ซารินา สือแม และ เทียนทิพย์ ไกรพรหม. ผลของการทดแทนกระถินเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อสมรรถภาพการผลิตแพะ และความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ และ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ฉิมพร ธรรมชีวัน และ ศุภชัย นาควิสุทธิ. 2561. ผลของความแตกต่างของสารเสริมหญ้าหมักที่มีผลต่อคุณภาพ และคุณค่าทางอาหารต่อการทำหญ้าหมัก. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ เทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- นัทธมน ตั้งจิตวัฒนาชัย, อาณัติ จันทรธิระติกุล และ เต๋นพงษ์ สาข์อง. ม.ป.ป. คุณภาพน้ำนมจากถั้วรวบรวมนมของเกษตรกรรายย่อยในเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม. สาขาสัตวศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นรัตน์ ผกาเชิด และ ชยพล มีพร้อม. (2563). ผลของการเสริมไขมันไหลผ่านจากน้ำมันปาล์มในอาหารโครีดนมต่อประสิทธิภาพการผลิต และองค์ประกอบน้ำนมโคนม. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์:จังหวัดกาฬสินธุ์.
- ปิ่น จันจุฬา และเมธา วรรณพัฒน์. 2546. บทบาทของอาหารเยื่อใยต่อกระบวนการหมักในรูเมน, ปริมาณ

- การกินได้, ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำมันในโครีตนม. ว. โคนม. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เพ็ญศรี ขุนทอง. 2554. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนทำฟาร์มโคนมของฟาร์มนำร่อง **สหกรณ์โคนมวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว**. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. สาขาเอกการบัญชี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. โรงพิมพ์ หจก. พันนี้พลับลิขิ่ง, กรุงเทพมหานคร.
- วิศิษฐ์พร สุขสมบัติ. 2538. การศึกษาความต้องการพลังงานโปรตีนในโคนมสาวลูกผสม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- วีรสิทธิ์ แสงเจริญ. ม.ป.ป. ผลของช่วงห่างการตัดต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปาก **ช่อง 1**. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ศาดรา กลิ่นประโคน. ม.ป.ป. การผลิตน้ำมันโค. แหล่งที่มา: <http://www.sit.google.com>, 10 พฤศจิกายน 2563
- สาคร ทองหล้า. 2555. ผลของการใช้สารสกัดจากลูกยอเพื่อป้องกันการเกิดโรคเต้านมอักเสบในแม่โค **ระยะหยุดพักรีดนม**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. ม.ป.ป. **โรคที่สำคัญในโคนม**. แหล่งที่มา: <https://www.baanjomut>, 1 มิถุนายน, 2563.
- สุภิญญา ชูใจ, ชีระพงษ์ รัตนพันธุ์ และ โฆษิต อารีย์กิจ. 2562. **คุณภาพอาหารต่อการให้ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการน้ำมันโค พื้นที่ จังหวัดพัทลุง**. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- สมชาย จันทร์ม่องแสง. 2541 การศึกษาความต้องการพลังงานโปรตีนในโคนมสาวลูกผสม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- อรุณี ภู่อุดแสง. 2553. การปลูกและจัดการสักเชิงเศรษฐกิจ. สำหรับเกษตรกรและภาคเอกชน. กลุ่มงานเศรษฐกิจป่าไม้. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้. กรมป่าไม้.
- D. Leenanuraksa, 2522. การผลิตหญ้าแห้งเพื่อเลี้ยงโค กระบือจากหญ้าเนเปียร์. งานวิจัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Puechkaset. 2559. **หญ้าเนเปียร์/หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ประโยชน์ และการปลูกหญ้าเนเปียร์**. แหล่งที่มา: <https://puechkaset.com>, 20 กุมภาพันธ์ 2564.
- Vyas P., D. Kumar., and P. Khandelwal. 2018. Tectona grandis (teak) – A review on its phytochemical and therapeutic potential