รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ความชื้น และไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ระหว่างการจัดเก็บ

The study of protein changes moisture and fat in brazil soybeans during storage

โดย

นางสาวมนสุภา แก้วไสยพอน รหัสนักศึกษา 62204068

นางสาวชรินทร์ทิพย์ กองยอด รหัสนักศึกษา 62204077

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร หลักสูตรสัตวศาสตร์

ปีการศึกษา 2565

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ความชื้น และไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ระหว่างการจัดเก็บ

The study of protein changes moisture and fat in brazil soybeans during storage

โดย

นางสาวมนสุภา แก้วไสยพอน รหัสนักศึกษา 62204068
นางสาวชรินทร์ทิพย์ กองยอด รหัสนักศึกษา 62204077

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษา
ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร หลักสูตรสัตวศาสตร์
ปีการศึกษา 2565

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ประจำปีการศึกษา 2565

เรื่อง	การศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ความชื้น และไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลระหว่างการจัดเก็บ
ผู้จัดทำรายงาน	นางสาวมนสุภา แก้วไสยพอน นางสาวชรินทร์ทิพย์ กองยอด
สถานประกอบการ	บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด ณ บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด สาขาสุพรรณบุรี
พนักงานที่ปรึกษา	นายบรรลือศักดิ์ เกิดทองดี ตำแหน่ง หัวหน้าอาวุโส 3 ประกันคุณภาพอาหารสัตว์ นายพาราดร มากเทพวงษ์ ตำแหน่ง หัวหน้าอาวุโส 2 ประกันคุณภาพวัตถุดิบ

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนรรษมลวรรณ พลมั่น)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทียมพบ ก้านเหลือง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสือส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรื่อง ส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาสัตวศาสตร์

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวมนสุภา แก้วไสยพอน และ นางสาวชรินทร์ทิพย์ กองยอด นักศึกษาสาขา วิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่าง วันที่ 1 สิงหาคม ถึง 30 พฤษจิกายน พ.ศ. 2565 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงานสหกิจ ณ บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด (สุพรรณบุรี) ได้มีการศึกษาจัดเก็บข้อมูล และจัดทำรายงานเรื่อง การศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ความชื้น และไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองระหว่างการจัดเก็บ

บัดนี้ การปฏิบัติสหกิจศึกษาได้เสร็จสิ้นลงแล้ว จึงขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ดังกล่าวมาพร้อม จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

มนสุภา แก้วไสยพอน

(นางสาวมนสุภา แก้วไสยพอน)

นักศึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาสัตวศาสตร์

ชรินทร์ทิพย์ กองยอด

(นางสาวชรินทร์ทิพย์ กองยอด)

นักศึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาสัตวศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวมนสุภา แก้วไสยพอน และ นางสาวชรินทร์ทิพย์ กองยอด ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด สาขาสุพรรณบุรี ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม ถึง 30 พฤษจิกายน พ.ศ. 2565 ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์ในการทำงานได้ปฏิบัติงานจริง รวมถึงการทำงานร่วมกับบุคลากรของบริษัท ได้รับความรู้จากแผนกประกันคุณภาพ เรื่องการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ และคุณภาพอาหารสำเร็จรูป สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษา ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือ และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. นายพาราดร มากเทพวงษ์ หัวหน้าอาวุโส 2 ประกันคุณภาพวัตถุดิบ
2. นายบรรลือศักดิ์ เกิดทองดี หัวหน้าอาวุโส 3 ประกันคุณภาพอาหารสัตว์

นอกจากนี้ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณผู้ปกครอง ที่ให้อุปการะอบรมเลี้ยงดู ตลอดจนส่งเสริมการศึกษา และให้กำลังใจ ขอขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนรรษมลวรรณ พลมั่น และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทียมพบ ก้านเหลือง ที่ปรึกษารายวิชาสหกิจศึกษาทุกท่านที่ให้คำแนะนำ รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์คอยติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินงานวิจัย และคอยช่วยเหลือไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานวิจัย อีกทั้งสละเวลาในการตรวจทาน ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่อง และให้ข้อคิดต่างๆ นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณบุคลากร บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด (สุพรรณบุรี) ทุกท่าน และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ที่ทำให้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาสำเร็จ และผ่านไปได้ด้วยดี และบุคคลท่านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งไม่ได้กล่าวนาม และขอขอบคุณเจ้าของเอกสาร และงานวิจัยทุกท่านที่ผู้วิจัยได้นำมาอ้างอิง จนกระทั่งการทำวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้จัดทำรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	การศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ความชื้น และไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลระหว่างการจัดเก็บ
ผู้เขียน	นางสาวมนสุภา แก้วไสยพอน
	นางสาวชรินทร์ทิพย์ กองยอด
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
ภาควิชา	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ธนรรษมลวรรณ พลมั่น
	ผศ.ดร.เทียมพบ ก้านเหลือง

บทคัดย่อ

การศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ความชื้น และไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลระหว่างการจัดเก็บ โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลจากรถขนส่งวัตถุดิบจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 5 ซ้ำ ตรวจสอบดูลักษณะทางกายภาพ และนำตัวอย่างที่เก็บมาวิเคราะห์หาค่าโปรตีน ความชื้น และไขมันในระหว่างการจัดเก็บ 0 วัน, 7 วัน, 14 วัน, 21 วัน, 28 วัน, 35 วัน และ 42 วัน วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลด้วยวิธีการสหสัมพันธ์ (Correlation) ผลการทดลองพบว่าความชื้น โปรตีน และไขมัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยค่าความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองมีแนวโน้มลดลงระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้เกิดการระเหยของน้ำภายในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ค่าโปรตีนของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเกิดจากค่าความชื้นในเมล็ดถั่วเหลืองลดลง การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

คำสำคัญ: เมล็ดถั่วเหลืองบราซิล, อุณหภูมิ, อาหารสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

กิติกรรมประกาศ.....ก
บทคัดย่อ.....ข
สารบัญ.....ค
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....1
1.2 วัตถุประสงค์.....1
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....1
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร.....2
2.1 ถั่วเหลืองภายในประเทศไทย.....2
2.2 ถั่วเหลืองบราซิล.....4
2.3 ลักษณะของถั่วเหลือง.....5
2.4 ประโยชน์ของถั่วเหลือง.....8
2.5 กระบวนการผลิตถั่วเหลือง.....9
2.6 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลือง.....11
2.7 การเก็บรักษาความชื้นของเมล็ดถั่วเหลือง.....12
2.8 โปรตีนในเมล็ดถั่วเหลือง.....12
2.9 ไขมันในเมล็ดถั่วเหลือง.....13
2.10 สารยับยั้งการใช้ประโยชน์ของโภชนะ.....14
2.11 รูปแบบถั่วเหลืองในอุตสาหกรรมอาหาร.....15
2.12 รูปแบบไซโลเก็บอาหารสัตว์ (Silo).....19
2.13 การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Near Infrared (NIR).....22
2.14 การวิเคราะห์ด้วยผลด้วยกระบวนการทางเคมี.....25
บทที่ 3 วิธีการทดลอง.....26
3.1 วัตถุดิบอาหารสัตว์ทดลอง.....26
3.2 อุปกรณ์การทดลอง.....26
3.3 วิธีการทดลอง.....26
3.4 การบันทึกข้อมูล.....27
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....27
3.6 สถานที่ทำการทดลอง.....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7 ระยะเวลาการทดลอง.....27
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....28
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....36
ข้อเสนอแนะ.....37
เอกสารอ้างอิง 38
ภาคผนวก.....41
ภาคผนวก ก ข้อมูลสถานประกอบการ.....42
ภาคผนวก ข ตารางผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ.....45
ภาคผนวก ค ภาพการทดลอง.....47
ภาคผนวก ผลการตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการด้วยระบบ TURNITIN.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ หน้า

1 แสดงลักษณะต้นถั่วเหลือง....5
2 แสดงลักษณะรากถั่วเหลือง....5
3 แสดงลักษณะใบถั่วเหลือง....6
4 แสดงลักษณะดอกถั่วเหลือง....6
5 แสดงลักษณะฝักถั่วเหลือง....7
6 แสดงลักษณะเมล็ดถั่วเหลือง....7
7 แสดงการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเหลือง....9
8 แสดงไซโลก้นกรวย....20
9 แสดงไซโลก้นเรียบ....20
10 แสดงไซโลปูน....21
11 แสดงเครื่อง NIR....24
12 แสดงแผนภูมิค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์....30
13 แสดงแผนภูมิค่าความชื้นในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล....31
14 แสดงแผนภูมิค่าโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล....32
15 แสดงแผนภูมิค่าไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล....34
16 แสดงแผนภูมิค่าความชื้น โปรตีน และไขมัน ในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล....35
17 แสดงตราสัญลักษณ์บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด....42
18 แสดงรถบรรทุกเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล....47
19 แสดงการสุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลจากรถบรรทุก....47
20 แสดงการสุ่มเก็บเมล็ดถั่วเหลืองจากสายพานเก็บตัวอย่างในคลังจัดเก็บวัตถุดิบ....48
21 แสดงการวัดอุณหภูมิของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล....48
22 แสดงการคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเมล็ดถั่วเหลือง....49
23 แสดงการสุ่มเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้แบ่งใส่ถุง....49
24 แสดงขั้นตอนการนำเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลส่งห้องปฏิบัติการ....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลือง....11
2 ค่าความชื้นของถั่วเหลือง....12
3 ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในถั่วเหลือง....13
4 ตำแหน่งพีกในแถบสเปกตรัม NIR 22
5 แสดงลักษณะกายภาพของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล....28
6 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น โปรตีน และไขมันในระหว่างการจัดเก็บ....29

ตารางผนวกที่

1 แสดงผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในอดีตประเทศไทยไม่มีระบบการจัดเก็บเมล็ดถั่วเหลืองที่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิ หรือความชื้นได้ อาจก่อให้เกิดเชื้อรา รวมไปถึงแมลงที่สามารถเข้าไปทำลายวัตถุดิบอาหาร แต่ในปัจจุบันมีการนำเมล็ดถั่วเหลืองมาจัดเก็บในไซโลที่มีมาตรฐาน ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นได้ อีกทั้งยังเป็นการจัดเก็บแบบระบบปิด สามารถป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าไปทำลาย แต่การนำไซโลที่ได้รับการยอมรับ มาช่วยในการจัดเก็บเมล็ดถั่วเหลือง ว่าสามารถช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนะมากน้อยเพียงใด หากมีปัจจัยภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง (สภาพอากาศ) ซึ่งปัจจุบันใช้เมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนหลัก ในการผลิตอาหารสัตว์ พบว่าอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ประสบปัญหาการขาดแคลนเมล็ดถั่วเหลืองภายในประเทศ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล และกำลังผลิตที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงมีการนำเข้าเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ซึ่งมีคุณภาพใกล้เคียงกับเมล็ดถั่วเหลืองภายในประเทศ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงทำการตรวจสอบคุณสมบัติของเมล็ดถั่วเหลืองที่จัดเก็บในไซโล เพื่อทราบถึงระยะเวลาในการจัดเก็บที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงค่าโปรตีน ความชื้น และไขมัน ของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลระหว่างการจัดเก็บ

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- ทราบถึงค่าการเปลี่ยนแปลงค่าโปรตีน ความชื้น และไขมัน ของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลระหว่างการจัดเก็บ
- ทราบถึงระยะเวลาในการจัดเก็บที่เหมาะสมของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตอาหารสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ถั่วเหลืองภายในประเทศไทย

ถั่วเหลืองมี ชื่อวิทยาศาสตร์: *Glycine Max* พืชเศรษฐกิจที่มักใช้ในการปลูกสลับกับการปลูกข้าว มีการรายงานปลูกถั่วเหลืองในประเทศจีน 5,000 ปีก่อน มีถิ่นกำเนิดที่หุบเขาแม่น้ำเหลือง โดยค้นพบจากการจารึกเมื่อ 2295 ปีก่อนพุทธกาล จากนั้นได้แพร่กระจายสู่ประเทศเกาหลี และญี่ปุ่น แล้วเข้าสู่ยุโรปในช่วงหลังพ.ศ. 2143 และไปสู่สหรัฐอเมริกาใน พ.ศ. 2347 ชาวอเมริกันได้ปลูกถั่วเหลืองเพื่อเป็นอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงวัวโดยไม่ได้นำเมล็ดมาใช้ประโยชน์ ในสหรัฐอเมริกามีการนำเข้าถั่วเหลืองจากจีน เพื่อผสม และคัดเลือกพันธุ์ ทำให้ได้เมล็ดโต ผลผลิตสูง เหมาะแก่การเพาะปลูก (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุโขทัย, 2560)

ในประเทศไทยสามารถปลูกถั่วเหลืองได้ทั้งปี การปลูกควรปรับหน้าดินให้เหมาะต่อการปลูก เมล็ดถั่วเหลือง ต้องการน้ำ 350 มิลลิลิตร ช่วงที่ไม่ควรขาดน้ำคือ ช่วงการงอก และช่วงออกดอก อายุการเก็บเกี่ยวจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ อยู่ในช่วงประมาณ 60 - 110 วัน (อารีย์, 2556)

2.1.1 สายพันธุ์ถั่วเหลืองในประเทศไทย

2.1.1.1 สายพันธุ์นครสวรรค์ 1 ปลูกเขตภาคกลาง ลักษณะกายภาพดังนี้ ต้นอ่อนสีม่วง ดอกม่วง ฝักใหญ่เมล็ดโต ปลูกครั้งแรกที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ มีการเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่น พบว่าถั่วเหลืองพันธุ์นี้สามารถเจริญเติบโตดีกว่าสายพันธุ์ สจ.5 ในเขตตอนกลาง จังหวัดนครสวรรค์ และ จังหวัดลพบุรี ชื่อว่า “นครสวรรค์ 1” มีอายุสั้นประมาณ 73 วัน อายุ 30 วัน ออกดอก 78 วัน สามารถเก็บเกี่ยวได้ ผลผลิตสูงเฉลี่ย 325 กิโลกรัม/ไร่

2.1.1.2 สายพันธุ์เชียงใหม่ สามารถปลูกได้ทุกพื้นที่ของประเทศ สามารถปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ ต้นอ่อนสีม่วง ทรงต้นตรง แตกกิ่ง ใบมีขนาดกว้าง และสั้น เมล็ดกลม สีเหลืองขนที่ฝักน้ำตาลอ่อนๆ ความสูงต้นเฉลี่ย 49 เซนติเมตร อายุสั้นกว่าสายพันธุ์ นครสวรรค์ 1 อายุที่สามารถเก็บเกี่ยวได้เฉลี่ย 80 และ 72 วัน ให้ผลผลิตสูง 260 กก./ไร่ และต้านทานโรคราน้ำค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 สายพันธุ์ศรีสำโรง 1 พัฒนามาจากนครสวรรค์ 1 ปลูกที่สถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรงสุโขทัย เพื่อหาพันธุ์ที่เหมาะกับแหล่งเพาะปลูกเขตภาคเหนือตอนล่าง ได้แก่ จังหวัดสุโขทัย จังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดตาก จัดการประเมินผลผลิตในเขตภาคเหนือตอนบน ตอนล่าง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า สายพันธุ์ศรีสำโรงมีความต้านทานต่อโรคได้ดีกว่า นครสวรรค์

2.1.1.4 สายพันธุ์สจ.5 สามารถปลูกได้ทุกที่ สามารถปรับตัวได้ดี ทนทานต่อโรค และทนต่อสภาพที่มีความชื้นสูงในดิน ในช่วงการปลูกได้มากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิตสูงสม่ำเสมอเฉลี่ย 320 กก./ไร่ โดยจะมีลักษณะของลำต้นยาว ดอกม่วง ฝักแก่สีน้ำตาลเข้ม อายุการเก็บเกี่ยว 100 วัน

2.1.1.5 สายพันธุ์เชียงใหม่ 60 เป็นพืชมีลักษณะลำต้นไม่ทอดยอด ต้นอ่อนโคนสีเขียว ฝักมีขนสีน้ำตาล มีการแตกกิ่งน้อย ใบสีเขียวเข้ม ดอกมีสีขาว เก็บเกี่ยวช่วงอายุ 97 วัน ฝักแก่มีสีน้ำตาล แตกยาก เมล็ดกลมสีเหลือง ขั้วเมล็ดมีสีน้ำตาล สามารถทนทานต่อโรค

2.1.1.6 สายพันธุ์ขอนแก่น พันธุ์ที่มีการปรับปรุง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สามารถปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะการปลูกในฤดูแล้ง พันธุ์ขอนแก่นมีโคนต้นอ่อนสีม่วง ใบมีสีเขียวกลีบดอกสีม่วง ฝักแก่สีน้ำตาลดำ เปลือกเมล็ดสีเหลือง ขั้วเมล็ดน้ำตาลแดงเข้ม ขนสี ข้อควรระวังการปลูกในฤดูฝน ทำให้ผลผลิตค่อนข้างแปรปรวน มีปริมาณของฝนไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้ผลผลิตต่ำกว่าการปลูกในช่วงฤดูแล้ง

2.1.1.7 สายพันธุ์เชียงใหม่ 6 สามารถปลูกในช่วงฤดูแล้ง และปลูกได้ผลผลิตดีในช่วงฤดูฝน สำหรับสายพันธุ์เชียงใหม่ 6 โคนต้นอ่อนมีสีม่วง กิ่งทอดยอด ใบมีสีเขียว และกว้าง กลีบดอกสีม่วง ฝักแก่สีน้ำตาลเข้ม เปลือกเมล็ดสีเหลือง สีขั้วน้ำตาล ลักษณะเมล็ดกลม ขนสีน้ำตาลอ่อน เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ สจ.5 และเชียงใหม่ 60 ทนทานต่อโรคราสนิมสูงกว่าพันธุ์สจ. 5 และเชียงใหม่ 60 (สำนักงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, 2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ถั่วเหลืองบราซิล

ถั่วบราซิลเป็นพืชตระกูลถั่ว ถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ รู้จักกันในหลายชื่อเช่น ถั่วปินโต ถั่วเปรู ถั่วลิสงเถา ถั่วอมาริลโล แต่เนื่องจากพบมากในตอนกลางของประเทศบราซิล นิยมเรียกว่า ถั่วบราซิล (สารานุกรมเสรี, 2565)

วงศ์ Fabaceae

สกุล Glycine

สปีชีส์ G. max

ชื่อทวินาม Glycine max (L.) Merr.

ไม้ล้มลุกขนาดเล็ก รากออกตามข้อ ลำต้นทอดเลื้อยคลุมดิน ใบรูปไข่ มีสีเขียวอ่อน ส่วนดอกเป็นดอกเดี่ยว มีสีเหลืองอ่อนสวย ก้านชู ดอกยาว เมื่อโตขึ้นลำต้นของถั่วเหลืองบราซิลแตกกิ่งก้าน เหมาะสำหรับใช้คลุมดิน ตกแต่งสวน และปลูกแทนสนามหญ้า บราซิลเป็นผู้ผลิตถั่วเหลืองที่สำคัญที่สุดในโลก เป็นพืชที่สำคัญมากเนื่องจากใช้เพื่อวัตถุประสงค์หลายประการตั้งแต่อาหารไปจนถึงการผลิตไบโอดีเซล (Sentelhas *et al*., 2015)

เมล็ดถั่วเหลืองที่สุ่มตัวเก็บตัวอย่างจากพื้นที่เพาะปลูกหลายๆประเทศ พบว่าระหว่างการจับเก็บแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบทางเคมี ที่ไม่มีความแตกต่าง หรือ มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยปลูกขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูก โดยมีปัจจัยอื่นๆ เช่น สภาพแวดล้อม สภาพอากาศ (Silva *et al*., 2023)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ลักษณะของถั่วเหลือง

- ต้นถั่วเหลือง ลักษณะเป็นพุ่ม มีแขนงกิ่ง โดยความสูงขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของดิน ลำต้นมีขนปกคุลมอยู่ทั่วไป ยกเว้นใบเลี้ยง กลีบดอก และต้นถั่วเหลืองมี 2 ประเภท ได้แก่ ชนิดทอดยอด และไม่ทอดยอด เมื่อเมล็ดแก่ฝักจะแห้ง ต้นจะตายตามไปด้วย จึงเป็นที่มาของชื่อ “ถั่วแม่ตาย” แสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะต้นของถั่วเหลือง
ที่มา: สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุโขทัย (2560)

- รากถั่วเหลือง มีลักษณะเป็นรากแก้วหยั่งลึก ความลึกประมาณ 30 - 45 เซนติเมตร ประกอบด้วยรากแก้วที่เจริญมาจากรากแรกของต้น และมีรากแขนงที่เจริญเช่นเดียวกัน แสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะรากถั่วเหลือง
ที่มา: Nattawit (2021)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใบถั่วเหลือง มีใบเลี้ยงต้นอ่อนเป็นใบเดี่ยว ใบปลาย 1 ใบ และใบที่อยู่ด้านข้าง 2 ใบเป็นส่วนที่ถัดจากเปลือกของเมล็ดถั่วเหลือง มีรูปร่างหลากหลายลักษณะ เช่น รูปร่างคล้ายไข่ เรียวยาว ส่วนก้านใบ มีหูใบ 2 อัน ใบมีขนสีน้ำตาล หรือสีเทาปกคุลม แสดงดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะใบถั่วเหลือง
ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2565)

- ดอกถั่วเหลือง ออกดอกเป็นช่อ มีช่อดอกเป็นแบบกระจาย ดอกสีขาว หรือม่วง ลักษณะด้อยคือ สีขาว เมื่อดอกบานเต็มมีขนาดประมาณ 5 เซนติเมตร เกิดตามมุมต่างๆของก้านใบ หรือยอดของลำต้น ช่อดอกที่เกิดบนยอดของลำต้น จะมีก้านช่อดอก และก้านดอกย่อย กลีบเลี้ยงที่อยู่นอกสุด และมีขนปกคุลม ถัดจากกลีบเลี้ยงที่อยู่ในชั้นกลีบรองดอก แสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะดอกถั่วเหลือง
ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฝักถั่วเหลือง ออกฝัก 2 - 10 ฝัก มีขนสีเทา หรือน้ำตาลปกคลุมอยู่ ฝักยาวประมาณ 2 - 7 เซนติเมตร ภายใน 1 ฝักมีเมล็ดประมาณ 5 เมล็ด ฝักอ่อนมีสีเขียว หากสุกจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หลังจากนั้นฝักแตกออกทำให้เมล็ดร่วงออกมา แสดงดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 แสดงลักษณะฝักถั่วเหลือง
ที่มา: เทคโนโลยีชาวบ้านออนไลน์ (2564)

- เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดมีสีเหลือง สีเขียว สีน้ำตาล หรือสีดำ เมล็ดมีรูปร่างแตกต่างกัน กลม รี และยาว เมล็ดเล็กมีน้ำหนักประมาณ 2 กรัม/100 เมล็ด เมล็ดใหญ่อาจมีน้ำหนักมากกว่า 40 กรัม/100 เมล็ด โดยทั่วๆไปมีน้ำหนัก 12 - 20 กรัม/100 เมล็ด แสดงดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 แสดงลักษณะเมล็ดถั่วเหลือง
ที่มา: เทคโนโลยีชาวบ้านออนไลน์ (2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 คุณสมบัติของถั่วเหลือง

2.3.1.1 ทนต่อการเหยียบย้ำ ทนแล้ง เมื่อปลูกสนามหญ้าโดยใช้ต้นหญ้าทั่วไป หากโดนเหยียบบ่อยๆ ก็อาจทำให้ตายได้ แต่สำหรับถั่วเหลืองบราซิลยังแข็งแรง เพราะมีรากแก้วแข็งแรง และลำต้นทอดเลื้อยถึงกัน จึงทนต่อการเหยียบย่ำได้ดีกว่า

2.3.1.2 ปลูกในที่ร่มได้ นอกจากทนแล้ง ทนแดด และทนต่อร่มเงา แม้อยู่ในที่แสงแดดน้อยก็ไม่ตาย นำไปปลูกใต้ต้นไม้ที่มีร่มเงาขนาดใหญ่ หรือใต้ร่มเงาจากชายคา ภายในบ้าน แต่ก็มีข้อเสีย อาจจะออกดอกได้น้อย และต้นยืดสูงได้ 2 – 3 นิ้ว

2.3.1.3 การควบคุมวัชพืช ช่วยให้ดินอุดมสมบูรณ์ สามารถเจริญเติบโตเต็มที่ ทำให้วัชพืชทั้งหลายเติบโตได้ยาก ควบคุมวัชพืชได้ดี ยังมีส่วนช่วยตรึงสารไนโตรเจน ตลอดจนปล่อยธาตุไรโซเบียม ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ สามารถปลูกร่วมกับพืชชนิดต่างๆ

2.3.1.4 ช่วยยึดหน้าดิน และป้องกันดินสไลด์ ด้วยรากแก้วที่แข็งแรง สานกันแน่นใต้ดินลึก 10 – 20 เซนติเมตร และลำต้นที่ทอดเลื้อยยาวถึงกัน ทำให้ต้นถั่วบราซิลช่วยยึดหน้าดินให้แน่น ป้องกันดินสไลด์ได้ดี เหมาะสำหรับปลูกบนเนินดินที่มีความลาดชันสูง

2.3.1.5 ใช้เป็นอาหารของสัตว์ เมล็ดถั่วบราซิล สามารถปลูกเพื่อเป็นอาหารสัตว์ ช่วยลดต้นทุนค่าเลี้ยงสัตว์ให้น้อยลง เป็นอาหารของสัตว์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น วัว ควาย ม้า แพะ แกะ

2.4 ประโยชน์ของถั่วเหลือง

2.4.1 ถั่วเหลืองเป็นอาหารสูง อุดมไปด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน มีไขมันสูง สามารถหาได้ง่าย ราคาไม่แพง การเก็บรักษาง่าย และผู้ผลิตยังเติมสารอาหารที่มีประโยชน์อื่นๆ ลงไป

2.4.2 การบริโภคนมถั่วเหลืองเป็นประจำ ทำให้เกิดประโยชน์ต่อรูปลักษณ์ภายนอก เช่น ช่วยทำให้ผิวพรรณสดใส เปล่งปลั่ง ดูมีน้ำมีนวล

2.4.3 การทานถั่วเหลืองเป็นประจำ ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดแข็งตัว โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และโรคเบาหวาน อีกทั้งยังช่วยบำรุงประสาท และสมอง

2.4.4 โปรตีนในถั่วเหลือง ถือเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี มีโปรตีนสูงเทียบเท่ากับนมวัว มีกรดอะมิโนจำเป็นอยู่หลายชนิดสามารถใช้ทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 ถั่วเหลืองมีไขมันสูง โดยมีน้ำมันอยู่ร้อยละ 12 - 20 น้ำมันจากถั่วเหลืองมีส่วนประกอบของไขมันไม่อิ่มตัวหลายชนิด เป็นกรดไขมันจำเป็นต่อร่างกาย ช่วยด้านการเจริญเติบโตของเด็ก และทารก (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุโขทัย, 2560)

2.5 กระบวนการผลิตถั่วเหลือง

การผลิตถั่วเหลืองของไทยมี 2 รูปแบบ คือ การผลิตสำหรับเป็นเมล็ดพันธุ์ การบริโภคเป็นอาหารสัตว์ โดยการผลิตเมล็ดพันธุ์ต้องการผลิตให้เมล็ดถั่วเหลืองที่สามารถเจริญเติบโตได้หลังจากได้รับปัจจัยที่เหมาะต่อการงอก และตรงตามพันธุ์ ส่วนการผลิตเพื่อบริโภค และเป็นอาหารสัตว์เน้นคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงที่มีคุณภาพดี (นิลุบล และละอองดาว, 2547) แสดงดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7 แสดงการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเหลือง
ที่มา: มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม (2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การเก็บเกี่ยว (Harvest) ในช่วงเมล็ดสุกแก่เริ่มต้นเก็บเกี่ยว และกรรมวิธีเก็บเกี่ยวมีความเกี่ยวข้องกับการจัดการ หรือก่อนการเก็บเกี่ยวตั้งแต่การเลือกพื้นที่ช่วงปลูก และสายพันธุ์ที่ใช้ในปลูก

2.5.1.1 ระยะสุกของถั่วเหลือง ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์เป็นระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งมากที่สุด แต่ความชื้นในเมล็ดสูงถึง 50 – 55 เปอร์เซ็นต์ ควรอยู่ในช่วงสุกเต็มที่ โดยสังเกต ฝักมีสีน้ำตาล 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนฝักบนต้นทำให้ความชื้นเมล็ดลดลง สังเกตได้จากจำนวนฝักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ผึ่งในร่ม และตากแดดให้แห้ง หลังจากนั้นนำมานวด ทำให้ได้เมล็ดที่มีคุณภาพดี ป้องกันการสูญเสียของผลผลิต เมล็ดสีเขียว และเมล็ดย่นน้อยลง

2.5.1.2 สภาพแวดล้อมหลังเมล็ดสุก มีผลกระทบต่อปริมาณ และคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลือง ความชื้นในอุณหภูมิสูง ทำให้เมล็ดถั่วเหลืองมีประสิทธิภาพในการงอก ลดน้อยลง ความแข็งแรงของเมล็ดลดลง ทำให้เกิดการเน่าเสีย และเชื้อรา สามารถเข้าไปทำลายให้เมล็ดเหี่ยว เมล็ดย่น เมล็ดปริ และเมล็ดร่วงหล่น ควรกำหนดช่วงระยะการปลูกให้เหมาะสมในแต่ละฤดู

2.5.1.3 วิธีการเก็บเกี่ยว ใช้แรงงานคนตัดที่โคนต้นด้วยเคียว หรือมีดแล้วตากถั่วเหลืองให้แห้ง (1 - 3 วัน) นำไปเก็บไว้ในที่ร่มกันฝน เพื่อรอการนวด วิธีเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองโดยใช้แรงคนมีผลกระทบต่อผลผลิต และคุณภาพในทางอ้อม เนื่องจากเก็บเกี่ยวได้ล่าช้า หากผลิตในปริมาณมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลือง

ค่าองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลือง ในปริมาณ 100 กรัม มีค่าคาร์โบไฮเดรตมีปริมาณ 30.16 กรัม/100 กรัม กลูโคสในเมล็ดถั่วเหลือง มีปริมาณ 7.33 กรัม/100 กรัม เส้นใยในเมล็ดถั่วเหลือง 9.33 กรัม/100 กรัม ไขมัน มีปริมาณ 19.94 กรัม/100 กรัม และค่าโปรตีนมีปริมาณ 36.49 กรัม/100 กรัม แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลือง

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณกรัมต่อ 100 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	30.16 กรัม
กลูโคส	7.33 กรัม
เส้นใย	9.30 กรัม
ไขมัน	19.94 กรัม
โปรตีน	36.49 กรัม

ที่มา: ดัดแปลงจากเมดไทย (2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การเก็บรักษาความชื้นของเมล็ดถั่วเหลือง

การเก็บเมล็ดถั่วเหลือง ควรบรรจุในภาชนะปิดสนิทป้องกันความชื้น เพื่อเก็บรักษาเมล็ดถั่วเหลืองไว้ได้นาน เนื่องจากเมล็ดถั่วเหลืองมีคุณสมบัติแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศ การเก็บรักษาในห้อง หรือสถานที่ ที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น อาจดูดความชื้นจากอากาศ ทำให้ความชื้นสูง ก่อให้เกิดกระตุ้นกระบวนการทางชีวเคมีในเมล็ดทำให้เกิดความร้อน และกระตุ้นจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นต้นเหตุให้เมล็ดเน่าเสีย มีสารพิษเกิดขึ้นภายในเมล็ดอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค หรือสัตว์เลี้ยงได้ (นิลุบล และละอองดาว, 2547) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความชื้นของถั่วเหลือง (% วัตถุแห้ง)

ชนิดของถั่วเหลือง	เปอร์เซ็นต์
เมล็ดถั่วเหลืองดิบ	10.00
กากถั่วเหลืองมีเปลือก	9.80
กากถั่วเหลืองไม่มีเปลือก	9.87
กากถั่วเหลืองเอกซ์ทรูด	5.80

ที่มา: ดัดแปลงจากกองโภชนาการกรมอนามัย (2530)

2.8 โปรตีนในถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิด แต่มีซิสทีนและเมทไธโอนีน โดยเฉพาะเมทไธโอนีน มีปริมาณค่อนข้างน้อยในถั่วเหลือง จึงจัดเป็น First Limiting Amino Acid โดยเมล็ดถั่วเหลืองประกอบด้วย โปรตีนประมาณ 38 – 40 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 18 – 21 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสกัดน้ำมันออกมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย 44 – 47 เปอร์เซ็นต์ หรือสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนในปริมาณสูง 35 – 40 เปอร์เซ็นต์ โดยสูงเป็น 2 เท่าของปริมาณโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์ และมีปริมาณเป็น 3 – 4 เท่า ของโปรตีนที่ได้จากไข่ หรือแป้งสาลี โปรตีนในถั่วเหลืองมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายสะสมโปรตีนไว้ในรูปของ Protein Bodies หรือ Protein Stage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการงอกโปรตีนในใบเลี้ยงจะมีปริมาณลดลง เนื่องจากถูกย่อยสลายเป็นกรดอะมิโน เพื่อใช้สำหรับการสร้างโปรตีน และสารประกอบไนโตรเจนขึ้นมาใหม่ โดยในเมล็ดมีเอนไซม์สำหรับย่อยโปรตีนหลายชนิดบางชนิดมีในเมล็ดแห้ง บางชนิดเกิดในระหว่างการงอก เอนไซม์ย่อยโปรตีนเกิดขึ้นจากโปรตีนที่สะสมอยู่ในเมล็ดที่มีอยู่แล้ว มาจากส่วนอื่นของเมล็ด โดยโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลือง มีกรดอะมิโนจำเป็น (นิติญา, 2552) แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในถั่วเหลือง

กรดอะมิโน	**mg/g**
ไอโซลิวซีน	37
ลิวซีน	74
ไลซีน	59
เมไทโอนีน	22
ไทโรซีน	64
ทรีโอนีน	42
ทริปโตเฟน	15
วาลีน	50

ที่มา: ดัดแปลงจากอรอนงค์ (2543)

2.9 ไขมันในเมล็ดถั่วเหลือง

เมล็ดถั่วเหลืองมีไขมันสูงประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เป็นวัตถุดิบอาหารที่มีพลังงานสูง ไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองประกอบไปด้วย กรดไขมันไม่อิ่มตัว และมีกรดไขมันจำเป็น ได้แก่ กรดลิโนเลอิค เป็นส่วนประกอบประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ จึงเหมาะสำหรับการนำมาใช้ในอาหารสัตว์ ไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองมีเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายไขมัน ซึ่งการย่อยสลายไขมันขั้นแรกจะได้กรดไขมัน และกลีเซอรอล โดยจะเปลี่ยนไปเป็นคาร์โบไฮเดรตสะสมในเมล็ด ส่วนกรดไขมันเข้าสู่ขบวนการ B - Oxidation ได้อะซีทิล (Acetyl) ถูกเปลี่ยนไปเป็นซูโครส ผ่านขบวนการไกลโคซิเลท (นิติญา, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 สารยับยั้งการใช้ประโยชน์ของโภชนะ (Antinutitional Factor)

เมล็ดถั่วเหลืองดิบมีสารพิษ (Toxic Factor) สารยับยั้งทริปซิน ทำให้เกิดอาการแพ้ มีสารกระตุ้นการจับตัวเป็นก้อนของเม็ดเลือดแดง (Lectins) สารซาโปนิน (Saponins) ไฟโตเอสโตรเจน (Phytoesterogens) และไฟติน (Phytin) ซึ่งสารพิษเหล่านี้ ทำให้คุณค่าทางโภชนะของเมล็ดถั่วเหลืองลดลง มีผลต่อการใช้ประโยชน์ หรือกระบวนการเมตาบอลิซึมของสารอาหารในสัตว์ ความร้อน หรือทำให้สุกในกระบวนการผลิต สามารถทำลายสารพิษได้ โดยเฉพาะการยับยั้งทริปซิน เป็นสารที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในการย่อยโปรตีน โดยจะรวมตัวกับทริปซิโนเจน (Trypsinogens) จากตับอ่อน ทำให้เอนไซม์เอนเทอโรไคเนส (Enterokynase) จากลำไส้เล็กไม่สามารถเปลี่ยนทริปซิโนเจนไปเป็นทริปซิน มีผลทำให้การย่อยโปรตีนไม่สมบูรณ์ ทำให้ตับอ่อนผลิต และหลั่งเอนไซม์ออกมามากเกินไป ส่วนเอนไซม์ที่เหลือใช้จะถูกขับออกนอกร่างกายมากกว่าปกติ ดังนั้น เมล็ดถั่วเหลืองดิบไม่ควรนำมาบริโภค หรือใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้ เนื่องจากในเมล็ดถั่วเหลืองดิบมีสารขัดขวางทางโภชนาการหลายชนิดที่ไม่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และบางชนิดมีโทษต่อผู้บริโภค ดังนี้

2.10.1 สารยับยั้งทริปซิน (Trypsin Inhibitor) มีกรดอะมิโนที่มีกำมะถัน สามารถขัดขวางการย่อยโปรตีนของเอนไซม์ทริปซิน และเอนไซม์ไคโมทริปซิน ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ส่งผลต่อย่อยในกระเพาะอาหารมีประสิทธิภาพที่ลดลง ตับอ่อนผลิตน้ำย่อยมากขึ้น ในพืชตระกูลถั่วมีการยับยั้งสารเอนไซม์ทริปซิน 2 ชนิด คือ Kunitz Inhibitor กับเอนไซม์ทริปซิน โดยรวมตัวกันเป็นสารประกอบและ Bowman - Birk Inhibitor สามารถยับยั้งทั้งเอนไซม์ทริปซิน และไคโมทริปซิน

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของดุจฤทัย เชาวะวณิช (2536) มีการตรวจหาปริมาณสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซินในพืชที่ ใช้เป็นอาหารบางชนิดจากผลการวิจัยพบว่า ในพืชตะกูลถั่วมีสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซินมากกว่าพืชอื่นๆ และพบสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซินได้มากที่สุด คือ เมล็ด และเมล็ดงอก วิธีการลดปริมาณสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซิน ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ และระยะเวลาของการให้ความร้อน วิธีเหล่านี้มีผลต่อปริมาณสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซินในพืชต่างกัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นที่ใช้ในแต่ละวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 ฮีมแอกกลูตานิน/เลคติน (Heamagglutinins/lectins) เป็นโปรตีนแตกต่างกัน 4 ชนิด โดยแต่ละชนิดมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่คล้ายกัน ปริมาณของคาร์โบไฮเดรตในแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน ประกอบด้วยโปรตีนประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในไกลโคโปรตีนซึ่งมีแมนโนส (Manose) 4.5 เปอร์เซ็นต์ และกลูโคสอะมีน (Glucosamine) 1 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้เม็ดเลือดแดงจับกันเป็นก้อน มีความสามารถในการนำสารอาหารไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายลดลง

2.10.3 สารจับตัวกับแร่ธาตุ (Metal Chelating Factors) คือ กรดไฟติก (Phytic Acid) และกรดโอเซลิก (Oxalic Acid) ที่สามารถจับตัวกับแร่ธาตุ แคลเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสีได้ ส่งผลให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโปรตีนกับกรดไฟติก เกิดการดูดซึม และการใช้ประโยชน์ลดลง สามารถทำลายได้ด้วยความร้อน โดยวิธีการทอด และคั่ว สามารถลดกรดไฟติกได้มากกว่าการต้ม หรือลวก

2.10.4 เอนไซม์ยูรีเอส (Urease) การวิเคราะห์ระดับความสุก - ดิบ ของถั่วเหลือง โดยการวัด Urease Activity โดยสังเกตค่าความแตกต่างของความเป็นกรดด่าง (pH) ที่เกิดขึ้นได้ เอนไซม์ยูรีเอสไม่มีผลต่อการยับยั้งโภชนาการของถั่วเหลือง สามารถใช้วัดระดับความสุกของถั่วเหลืองไขมันเต็ม และกากถั่วเหลืองได้ นอกจากนั้นเอนไซม์ยูรีเอสยังสามารถนำมาใช้การบอกระดับสารยับยั้งทริปซินที่มีในถั่วเหลืองได้ (ภัทรภร และวิทธวัช, 2550)

2.11 รูปแบบถั่วเหลืองในอุตสาหกรรมอาหาร

เมล็ดถั่วเหลืองดิบที่นำมาใช้เลี้ยงสัตว์ ส่งผลทำให้สัตว์ได้รับประโยชน์จากโปรตีนไม่เต็มที่ เจริญเติบโตช้า เพราะมีสารยับยั้งการใช้ประโยชน์จากโปรตีน ทริปซิน (Trypsin Insibitor) และเอมไซม์ยูรีเอส (Urease Enzyme) ส่งผลทำให้ปริมาณและคุณภาพของโปรตีนลดลงขณะเก็บรักษา แต่สามารถทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน ดังนั้น การนำเมล็ดถั่วเหลืองไปผลิตเป็นอาหารสัตว์จำเป็นต้องผ่านความร้อน เพื่อลดปริมาณสารเหล่านี้ เมล็ดถั่วเหลืองที่ใช้ในกระบวนผลิตอาหารมี 2 ชนิด คือ กากถั่วเหลือง (Soybean Meal) และถั่วเหลืองเอกซ์ทรูด หรือถั่วเหลืองไขมันเต็ม

2.11.1 กากถั่วเหลือง (Soybean Meal) เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันพืช โดยปริมาณโปรตีนกับกากถั่วเหลืองจะขึ้นอยู่กับวิธีการสกัด น้ำมัน และขนาดของเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ กากถั่วเหลืองที่มีเปลือกผสมอยู่ หรือ กากถั่วเหลือง 44 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะองค์ประกอบของกากถั่วเหลืองชนิดนี้พบว่า มีโปรตีนประมาณ 47.6 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยประมาณ 6.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกับอีกชนิดที่เป็นกากถั่วเหลืองที่ไม่มีเปลือกผสม หรือ กากถั่วเหลือง 49 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะองค์ประกอบของกากถั่วเหลืองชนิดนี้ พบว่ามีโปรตีนประมาณ 51.5 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยประมาณ 4.9 เปอร์เซ็นต์ กากถั่วเหลืองที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ต้องมีความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะเป็นเกล็ด บาง เบา มีลักษณะแข็ง กรอบ ไม่ดิบ และไหม้

2.11.2 ถั่วเหลืองที่ได้จากการนำเมล็ดถั่วเหลืองไปทำให้สุก ด้วยเครื่องเอกซ์ทรูด (Extruder) โดยไม่สกัดเอาไขมันออก ถั่วเหลืองชนิดนี้มีคุณค่าทางอาหารสัตว์สูง เป็นทั้งแหล่งโปรตีนและพลังงาน โดยมีโปรตีนประมาณ 39.1 เปอร์เซ็นต์ มีไขมันสูงถึง 20.1 เปอร์เซ็นต์ มีสาร Trypsin Inhibitor และยูรีเอสเหลืออยู่น้อยมาก มีลักษณะเป็น Gelatin ทำให้ขบวนการย่อยอาหารของสัตว์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น การเอกซ์ทรูดเป็นวิธีการให้ความร้อนแก่อาหาร อาศัยหลักการ เมื่ออาหารได้รับแรงอัด และการเสียดสีทำให้เกิดความร้อน เครื่องมือสำคัญอยู่ที่ส่วนของกระบอกอัด และเกลียวอัด หรือสกรูอัดอาหาร โดยเกลียวอัดจะหมุนเคลื่อนที่อยู่ภายในเกลียว ส่งอาหารให้ตามเกลียวอัด ทำให้มีความร้อนเกิดขึ้นจาก 2 สาเหตุ ดังนี้

- ความร้อนเกิดจากแรงอัด ในระหว่างที่เกลียวอัดส่งอาหารไปข้างหน้าตลอดเวลานั้น อาหารได้รับแรงอัดมาก ทำให้เกิดความร้อนขึ้นจำนวนหนึ่ง

- ความร้อนเกิดจากการเสียดสี ระหว่างที่อาหารอยู่ในกระบอกอัด เกิดการเสียดสีระหว่างอาหารกับผิวกระบอกอัดในขณะเคลื่อนที่

ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเสียดสี และแรงอัดนี้ทำให้เซลล์ของอาหารแตก ส่งผลให้เกิดความร้อนในปริมาณที่มากพอ ทำให้แป้งในอาหารทั้งหมดเปลี่ยนอยู่ในรูปของเจลาติน ความร้อนเกิดในกระบอกอัดอุณหภูมิสูงประมาณ 140-180 องศาเซลเซียส การลำเลียงอาหารในกระบอกอัดใช้เวลาเพียง 20 วินาที เครื่องเอกซ์ทรูดเป็นเครื่องให้ความร้อนแบบอุณหภูมิสูงใช้เวลาสั้น เหมาะในการผลิตอาหารเชิงอุตสาหกรรม (อภิชัย และคณะ, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.3 องค์ประกอบที่มีผลต่อการเอกซ์ทรูด

การผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเอกซ์ทรูด มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.11.3.1 ขนาดของวัตถุดิบ (Particle Size) ถ้าวัตถุดิบมีขนาดเล็กความละเอียดสูง มักจะเกิดปัญหาด้านการลำเลียง ติดถังก่อนลงเครื่องเอกซ์ทรูด ควรระวังเกี่ยวกับการเกิดอุณหภูมิที่สูงเกินไป (Over Cooked) ส่งผลให้เกิดการไหม้ และยังทำลายโปรตีนบางชนิดลงไป ทำให้คุณค่าทางโภชนาการต่ำลง

2.11.3.2 การปรับสภาพวัตถุดิบ (Conditioning) ใช้ไอน้ำ หรือน้ำในการเพิ่มอุณหภูมิ และควบคุมความชื้นของวัตถุดิบ ส่งผลโดยตรงต่อกำลังการผลิต และคุณภาพวัตถุดิบที่ผ่านเครื่องปรับสภาพจะมีความร้อนเริ่มต้นก่อนเข้าสู่เครื่องเอกซ์ทรูดสูงขึ้น ทำให้ใช้พลังงานในการเพิ่มอุณหภูมิของวัตถุดิบน้อยลง และวัตถุดิบสุกได้เร็วขึ้น สามารถเร่งกำลังการผลิตได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การควบคุมความชื้นวัตถุดิบอย่างหมาะสม จะส่งผลให้ควบคุมลักษณะพื้นผิว และรูปร่าง

2.11.3.3 อัตราการป้อนวัตถุดิบเข้า (Feed Rate) ระยะเวลาที่วัตถุดิบเคลื่อนตัวผ่านเครื่องเอกซ์ทรูด ส่งผลต่อกระบวนการเอกซ์ทรูดโดยตรง ดังนี้

-ระยะเวลาที่มากเกินไป (Feed Rate ต่ำ) ทำให้วัตถุดิบเกิดอุณหภูมิสูงเกิน (Over Cooked)

-ระยะเวลาที่สั้นเกินไป (Feed Rate สูง) ทำให้ไม่ได้อุณหภูมิของวัตถุดิบตามความต้องการ ผลิตภัณฑ์ไม่สุกเพียงพอ และลักษณะพื้นผิวไม่เป็นไปตามต้องการ

2.11.3.4 การฉีดน้ำเข้าที่ Inter Chamber เป็นการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิของวัตถุดิบ การฉีดน้ำในปริมาณที่เหมาะสม ทำให้ง่ายในกระบวนการเอกซ์ทรูด แต่อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จะลดลง ส่งผลถึงคุณภาพโดยตรง ในบางกรณีที่ต้องการนำสารที่ไม่ต้องการออกจากผลิตภัณฑ์ ที่มีความชื้นสูงก่อนออกจากรูเปิด ระเหยกลายเป็นไอน้ำออกจากผลิตภัณฑ์เป็นปริมาณสูง และพาสารที่ไม่ต้องการออกไปด้วย

2.11.3.5 การจัดเรียงชิ้นส่วนภายใน Barrel การเลือกใช้ลักขณะที่แตกต่างของ Pressure Screw, Steam Lock Chamber รวมถึงความสมบูรณ์ หรือการสึกหรอ ของแต่ละชิ้นส่วนภายใน Chamber ที่แตกต่างกัน ส่งผลในการเกิดอุณหภูมิ และความดันผลิตภัณฑ์โดยตรง ทำให้กำลังการผลิต และคุณภาพผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป

2.11.3.6 การเลือกใช้ Die หรือ Nose Cone (รูเปิด) เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดแรงเสียดทานในทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนตัวของวัตถุดิบ ก่อให้เกิดแรงดันและอุณหภูมิสูงขึ้น การควบคุมแรงดันที่เพิ่มขึ้นในรู Die และลดลง เมื่อออกจาก Die เป็นการควบคุมรูปร่าง, ขนาด, พื้น, ผิว และความชื้นของผลิตภัณฑ์ การใช้ Cutter ควบคุมขนาดของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้พื้นที่ของ Die กำหนดกำลังการผลิต และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผลของการเอกซ์ทรูดมีต่อสารอาหารในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คาร์โบไฮเดรตเกิดการเปลี่ยนแปลง คือ สารพวกน้ำตาลละลายน้ำ และน้ำตาลเชิงซ้อน บางชนิดถูกไฮโครไลซ์ ทำให้มีลักษณะอ่อนนิ่ม สารพวกเพคตินกระจายอยู่ในอาหารสำหรับแป้งปกติจะไม่ละลายในน้ำเย็น ซึ่งเม็ดแป้งอยู่ในผนังเซลล์เป็นเซลลูโลส น้ำจะซึมเข้าไปทำให้เกิดการพองตัว เกิดขึ้นในอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ขึ้นไปน้ำแป้งมีลักษณะเหนียวเกิดเป็น Gelatin และเพคตินสามารถละลายดีขึ้น การเกิด Gelatin มีข้อดีคือ สามารถอุ้มน้ำได้มาก ทำให้อาหารย่อยง่ายขึ้น และทำให้ Enzyme Amylase ทำงานได้เร็วย่อยแป้งให้อยู่ในสภาพที่ย่อย และดูดซึมได้ง่าย

- โปรตีน เมื่อได้รับความร้อนทำให้เสียสภาพ (Denature) โปรตีนย่อยได้ง่ายขึ้น มีคุณค่าทางอาหารมากขึ้น และการใช้ประโยชน์ของโปรตีนสูงขึ้น โดยการทำลายสารขัดขวางการย่อยได้จำพวก Trypsin และ Chymotrypsin Inhibitor มีในเมล็ดถั่วดิบ เช่น ถั่วเหลือง ถั่วมะแฮะ ทำให้โปรตีนทนต่อการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน (Proteced Protein) สามารถใช้เป็น By Pass Protein ย่อยที่กระเพาะแท้ (Abomasum) และลำไส้เล็ก (Small Intestine) ทำให้ได้ Amino Acid ที่เป็นประโยชน์ต่อตัวสัตว์โดยตรง แต่การใช้อุณหภูมิเอกซ์ทรูดสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส จะทำให้ปริมาณไลซีนที่ใช้ประโชน์ได้ลดลง

- ไขมันช่วงร้อนจัดอุณหภูมิประมาณ 121 - 149 องศาเซลเซียส ไม่ทำลายไขมันมีกลิ่นตามธรรมชาติอาจมีการสูญเสีย หากใช้อุณหภูมิเอกซ์ทรูดสูงประมาณ 177 - 204 องศาเซลเซียส วัตถุดิบจะมีกลิ่นหอมกระตุ้นความอยากกินอาหาร

- ไวตามิน การเอกซ์ทรูดมีผลต่อไวตามิน เมื่อวัตถุดิบอาหารสัตว์สัมผัสกับอุณหภูมิสูง ทำให้การใช้ประโยชน์ลดลง การผ่านกระบวนการเอกซ์ทรูดต้องพิจารณาถึงความคงทนของไวตามิน ยังสัมผัสกับความชื้นจากไอน้ำ การผ่านแม่พิมพ์สำหรับการอัดเม็ด (Die) ไวตามินที่ไวต่อความร้อน เช่น ไวตามิน A และ D แตกออก มีผลกระทบต่อไวตามินในอาหารสัตว์ สุดท้ายทำให้ประสิทธิภาพของไวตามิน แร่ธาตุ พรีมิกซ์ (Vitamin - Mineral Premix) ลดลง (ประชา, 2537)

การใช้เครื่องเอกซ์ทรูดปรับปรุงคุณภาพอาหารสัตว์ สามารถทำได้หลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง เมล็ดธัญญพืช อาหารเลี้ยงสัตว์ และอาหารปลา อาหารผ่านเครื่องเอกซ์ทรูด อุณหภูมิ 115 - 145 องศาเซลเซียส ในเวลาสั้นๆ จะเป็นการฆ่าเชื้อโรค และทำให้แป้งสุกเหมาะแก่การใช้ประโยชน์แก่สัตว์ โดยเฉพาะลูกสัตว์ที่กำลังหัดกินอาหาร เช่น ลูกสุกร อาหารที่ผ่านการเอกซ์ทรูดจะทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีขึ้น 1 – 3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นทุนการผลิตค่าอาหารลดลง 3 – 8 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดถั่วเหลืองที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ ปริมาณกากถั่วเหลืองและเปลือกถั่วเหลือง มีการนำเข้าเมล็ดถั่วเหลืองมากถึง 3,996,771.95 ตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564)

การขนส่งเมล็ดถั่วเหลืองระหว่างประเทศ การขนย้ายเมล็ดถั่วเหลืองสิ่งที่ต้องระวังคือการกระทบกระเทือนโดยเฉพาะเมื่อเมล็ดมีความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จะแตกร้าวได้ง่าย ระวังการ ถูกฝนในระหว่างการขนย้าย โดยเฉพาะเมื่อการขนส่งให้ระยะทางไกลจากต่างประเทศที่มีการขนย้ายทางเรือต้องบรรจุลงตู้คอนเทนเนอร์ที่ปิดมิดชิด ไม่มีรูรั่ว (นิลุบล และละอองดาว, 2547)

2.12 รูปแบบไซโลเก็บอาหารสัตว์ (Silo)

“ไซโล” ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 หมายถึง “สิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ ทำจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน ภายในมีระบบกันชื้นและระบายอากาศ สำหรับเก็บผลผลิตการเกษตรไว้ชั่วคราวก่อนส่งออก” ถังขนาดใหญ่ใช้บรรจุธัญพืช เก็บวัตถุดิบปริมาณมาก ทำให้ต้องมีการควบคุมสภาพการเก็บรักษาอุณหภูมิ และการควบคุมความชื้นให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อควบคุมไม่ให้วัตถุดิบเสียหาย โดยมีการติดตั้งเครื่องลดความชื้น (Grain Dryer) ภายในไซโล เพื่อป้องกันเชื้อราที่สามารถสร้างสารพิษ (Toxin) และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ส่วนใหญ่ไซโลมีลักษณะเป็นถังทรงกลมขนาดใหญ่มักทำจาก สแตนเลส เหล็กชุบ Galvanized หรือ ปูน ทำจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน วัตถุดิบที่นิยมจัดเก็บในไซโล เช่น ข้าวโพด ปลายข้าว ข้าวสาลี เมล็ดถั่วเหลือง กากถั่วเหลือง เจ้าหน้าที่ประจำไซโลจะทำหน้าที่รับวัตถุดิบลงถัง มีการกระจายวัตถุดิบที่ต้องการไปยังกระบวนการผลิต เมื่อวัตถุดิบภายในถังไซโลหมด จะมีการเคลียร์ถัง โดยให้เจ้าหน้าประกันคุณภาพเป็นผู้รับผิดชอบภายในไซโล เพื่อตรวจสอบเชื้อรา แมลง และวัตถุดิบตกค้าง รูปแบบของไซโลมี 2 รูปแบบ คือ ไซโลแบบกรวย และไซโลแบบเรียบ (Noppawanpanseekhae, 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.1 ไซโลแบบกรวย (Hopper Silo)

ไซโลแบบกรวย ลักษณะถังก้นกรวย วางยกสูงจากพื้นดิน เพื่อสะดวกในการลำเลียงขนถ่ายเมล็ดพืชออกจากถังด้านล่าง ด้วยอุปกรณ์ลำเลียง (Conveyor) ดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 แสดงไซโลก้นกรวย (Hopper Silo)
ที่มา: ถ่ายเมื่อวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2565 ณ บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ สุพรรณบุรี

2.12.2 ไซโลก้นเรียบ (Flat Silo หรืออาจเรียกว่า Flat Bottom Silo)

ไซโลก้นเรียบ คือ ไซโลมีลักษณะเป็นถังก้นเรียบขนาดใหญ่ ใช้อุปกรณ์ลำเลียง เพื่อลำเลียงวัสดุเข้าด้านบน และลำเลียงออกจากทางด้านล่างของถัง มีใบกวาด ติดตั้งอยู่ภายใน เพื่อให้ผลผลิตสามารถระบายลงสู่ช่องลำเลียงทางด้านล่างของถังได้ทั้งหมดไม่ตกค้าง แสดงดังภาพที่ 9

ภาพที่ 9 แสดงไซโลก้นเรียบ (Flat Silo)
ที่มา: Noppawanpanseekhae (2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไซโลทั้งสองแบบมีหลักการทำงานคล้ายกัน และจะมีสายพาน (Conveyor) ลำเลียงวัตถุดิบออกจากถังไซโลไปยังโรงเรือน โดยไซโลแบบกรวยมีลักษณะเป็นถังก้นกรวย วางยกสูงจากพื้นดินเพื่อสะดวกในการลำเลียงวัตถุดิบ ไซโลก้นเรียบมีลักษณะเป็นถังก้นเรียบ มีสายพานเพื่อลำเลียงวัตถุดิบออกจากก้นถัง นอกจากนี้ในถังไซโลก้นเรียบยังมีใบกวาดวัตถุดิบ (Sweep Auger) เพื่อกวาดวัตถุดิบไม่ให้ติดค้างที่ก้นถัง

ไซโลเหล็กจะอยู่ที่ Tower 1 และส่งวัตถุดิบให้กับ Tower 1 และ Tower 2 การทำงานของไซโลเหล็กจะเป็นแบบควบคุมโดยคน (Manual) ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 75% หากอากาศภายนอกอุณหภูมิเกิน 35 องศาเซลเซียส พัดลมจะไม่เปิดทำงาน ถ้าความชื้นต่างกัน 5% ความร้อนภายนอก และภายในต่างกัน 5 องศาเซลเซียส พัดลมจะทำงาน

ไซโลปูนขนาดใหญ่มี 6 ถัง จะดึงวัตถุดิบให้ Tower 3 วัตถุดิบที่เก็บ เช่น ข้าวโพด เมล็ดถั่ว ข้าวสาลี ปลายข้าว ส่าเหล้า (ODGS) Bakery Meal กาก และรำ มีการทำให้วัตถุดิบเคลื่อนที่โดยจะใช้การหมุนวนวัตถุดิบในถัง เพื่อไม่ให้วัตถุดิบจับตัวกันเป็นก้อน จะมีการหมุนวนถัง 8 ชั่วโมง/ครั้ง ใช้เวลาในการวน 90 นาที เพื่อให้วัตถุดิบได้ระบายความชื้น ทำให้เกิดการระบายอากาศขึ้นภายในไซโล ใช้พัดลมเป่าในไซโลวันละ 2 ครั้ง เช้า - เย็น 1 ชั่วโมง ไซโลปูนเป็นระบบที่มีการตรวจความชื้นอัตโนมัติ ดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 แสดงไซโลปูน

ที่มา: ถ่ายเมื่อวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2565 ณ บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ สุพรรณบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Near Infrared (NIR)

คลื่นแสงเนียร์อินฟาเรต (Near Infrared; NIR) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้คลื่นแสงแม่เหล็กไฟฟ้าการตรวจสอบคุณภาพตัวอย่าง โดยไม่ทำลาย (Non - Destructive Technology) ช่วงความยาวคลื่นที่ 700 – 2500 นาโนเมตร เป็นเทคนิคที่ใช้เวลาน้อยประหยัดแรงงาน และลดต้นทุนการผลิตโดยใช้การตรวจวัดความเข้มแสงที่ถูกดูดกลืนโดยโมเลกุลขององค์ประกอบทางเคมี แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงหาความสัมพันธ์กับค่าวิเคราะห์ทางเคมีโดยวิธีการ Chemometrics เพื่อให้ได้สมการในการทำนายปริมาณสารชนิดนั้นๆ ปัจจุบันมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมในหลายๆด้าน อาทิ อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมน้ำมัน โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหาร และการเกษตรมีการนำเทคโนโลยีใช้ในการตรวจสอบ ควบคุมคุณภาพผลิตผลทั้งผัก ผลไม้ เมล็ดพันธุ์ รวมถึงเมล็ดพืช ถูกนำมาใช้ในการตรวจวัดผลิตภัณฑ์ ทั้งในเชิง ปริมาณ และคุณภาพ ตั้งแต่การตรวจสอบวัตถุดิบไปจนถึงการตรวจสอบ ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้เมื่อฉายแสงในช่วงความยาวคลื่น NIR ลงไปบนตัวอย่าง แสงจะถูกดูดกลืนโดยกระตุ้น ให้เกิดการสั่นของโมเลกุลใน Functional Groups ต่างๆ 2 ลักษณะคือ การยืดหด (Stretching) และการเปลี่ยนมุม (Blending) ช่วงความถี่ Overtones และ Combination ของหมู่ฟังก์ชัน O - H, CH, N - H และ O = H เป็นโมเลกุลหลักของสารอินทรีย์ ถ้าโครงสร้างโมเลกุลของสารตัวอย่างที่ตรวจวัด มีความซับซ้อนสเปกตรัมที่ได้จะยิงมีการทับซ้อนกันมากขึ้น โดยองค์ประกอบทางเคมี แต่ละชนิดจะมีตำแหน่งของพีกในแถวสเปกตรัมที่แตกต่าง (ดนัย และคณะ, 2556) แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตำแหน่งพีกในแถบสเปกตรัม NIR ขององค์ประกอบต่างๆ ในผลผลิตทางการเกษตร

องค์ประกอบ	ตำแหน่งความยาวคลื่น (นาโนเมตร)
น้ำ (ความชื้น)	1940
คาร์โบไฮเดรต	2100
โปรตีน	2180
ไขมัน	2310

ที่มา: Shenk *et al*., (2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.1 ส่วนประกอบของเครื่อง NIR ประกอบไปด้วย

2.13.1.1 แหล่งกำเนิดแสง (Light Source) เป็นแหล่งให้พลังงานแสง

2.13.1.2 โมโนโครมาเตอร์ (Monochromator) เป็นอุปกรณ์แยกความคลื่นแสงออกแต่ละความยาวคลื่น โดยอาศัยเกรตติ้ง (Grating) ที่มีช่องผ่านแสงเข้า ออก เพื่อควบคุมให้อยู่ในช่วงความยาวคลื่นที่ต้องการ

2.13.1.3 ตำแหน่งที่วางตัวอย่าง (Sample Presentation) โดยที่แสงจะกระทำกับตัวอย่างในรูปแบบที่ต้องการวิเคราะห์

2.13.1.4 ตัวตรวจวัดสัญญาณ (Detector) เป็นอุปกรณ์ที่วัดความเข้มของแสง หรือค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

2.13.1.5 ระบบอ่านสัญญาณ (Read Out) เป็นตัวแปลค่าออกมาอาจเป็นตัวเลขหรือเป็นเส้นกราฟแล้วบันทึกผลด้วยคอมพิวเตอร์

2.13.2 ปัจจัยที่มีผลต่อเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัม (Factors Affecting NIR Spectra)

2.13.2.1 ขนาดอนุภาคของตัวอย่าง (Particle Size) ตัวอย่างที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกันทำให้ได้เส้นสเปกตรัมที่แตกต่างกัน โดยตัวอย่างขนาดเล็กสามารถสะท้อนแสงได้ดีกว่าตัวอย่างขนาดใหญ่ ดังนั้นค่าการดูดกลืนแสงของเส้นสเปกตรัมตัวอย่างที่มีขนาดเล็กจึงมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่

2.13.2.2 ความชื้น (Moisture) ตัวอย่างที่มีความชื้นสูงจะมีค่าการดูดกลืนแสงของเส้นสเปกตรัมสูงกว่า ตัวอย่างที่มีความชื้นต่ำ

2.13.2.3 อุณหภูมิของตัวอย่าง (Sample Temperature) ตัวอย่างที่มีขนาดและรูปร่างเดียวกัน แต่อุณหภูมิแตกต่างกัน ทำให้ได้เส้นสเปกตรัมที่ต่างกัน เนื่องจากอุณหภูมิของตัวอย่างจะมีผลโดยตรงต่อโมเลกุลของน้ำ ความแตกต่างของสเปกตรัมนี้จะไม่สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจน แต่สามารถส่งผลกระทบต่อความแม่นยำสมการได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.3 ข้อดีของเครื่อง NIR

2.13.3.1 สามารถวิเคราะห์ได้รวดเร็วมากคือ ภายใน 1 นาทีทราบผลพร้อมกันทุกๆ ค่า เช่น โปรตีน ไขมันเยื่อใย ความชื้น

2.13.3.2 ไม่ทำลายตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์มีมูลค่าสูงจะสามารถใช้ตัวอย่างนั้นได้ โดยวัตถุดิบไม่ถูกทำลายเสียหาย

2.13.3.3 ไม่มีการใช้สารเคมีเป็นการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและสภาพแวดล้อม

2.13.3.4 ประหยัดจากที่ต้องใช้ไฟฟ้า ในการอบ การเผา การสกัดจะใช้พียงแค่การสแกนด้วยเครื่อง NIR เพียงเครื่องเดียว

2.13.3.5 บุคลากร มีเวลาพัฒนางาน หรือรับผิดชอบงานอื่นๆ ได้มากขึ้น เนื่องจาก NIR สามารถวิเคราะห์ได้ง่าย และรวดเร็วมาก

2.13.4 ข้อด้อยของเครื่อง NIR

การใช้งานเครื่อง NIR มีสมการที่เป็นสมการเฉพาะของตัวอย่างนั้นๆ เพราะองค์ประกอบของตัวอย่างแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทางเคมี ดังนั้นแต่ละสมการจึงจำเพาะกับตัวอย่าง และต้องอาศัยค่าทางสถิติมาคำนวณ ต้องใช้จำนวนตัวอย่างที่เพียงพอ ทำให้สมการเกิดความผิดพลาดต่ำที่สุด (เข้าใกล้ 0) นั้นเอง แต่ปัจจุบันได้มีการแก้ปัญหาจากการสร้างสมการโดยอาศัยข้อมูลจากหน่วยงานที่ได้มีการรวบรวมตัวอย่างไว้ และสร้างสมการสำเร็จรูปขึ้นมาในแต่ละชนิด ผู้จำหน่ายหลายรายได้แสดงวิธีการนี้เพื่อให้ผู้ใช้งาน สามารถใช้เครื่อง NIR ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว เพียงแค่ปรับแต่ง ให้สามารถทำงานได้กับตัวอย่างของตน แสดงดังภาพที่ 11

ภาพที่ 11 แสดงเครื่อง NIR

ที่มา: ถ่ายเมื่อวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2565 ณ บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ สุพรรณบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 การวิเคราะห์ด้วยผลด้วยกระบวนการทางเคมี

ห้องปฏิบัติการเปียก หรือห้องปฏิบัติการทดลอง เป็นห้องปฏิบัติการประเภทหนึ่ง จำเป็นต้องใช้สารเคมีประเภทต่างๆ และมีความเสี่ยงที่จะ "เปียก" ดังนั้นห้องจึงต้องได้รับการออกแบบและควบคุมอย่างระมัดระวัง เพื่อไม่ให้เกิดการรั่วไหล การปนเปื้อน สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของสารเคมีในอาหารสัตว์ได้หลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น

- การวิเคราะห์โปรตีน เป็นการย่อยสารอินทรีย์ด้วยกรดซัลฟูริก กรดซัลฟูริกจะเปลี่ยนไนโตรเจนเป็นแอมโมเนีย ซัลเฟต โพแทสเซียมซัลเฟตเป็นตัวเพิ่มจุดเดือดของกรดซัลฟูริก และคอปเปอร์เป็นตัวเร่ง จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มากเกินพอในสารละลายที่ย่อยได้ หลังจากนั้นนำไปกลั่นแอมโมเนียออกมาลงในกรดสารละลายกรดบอริก จึงนำไปทำการไตเตรตหาปริมาณไนโตรเจนด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก และคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน

- การวิเคราะห์ไขมัน (Fat) โดยวิเคราะห์ปริมาณไขมัน 0.50 – 20.00 g/100g

Crude Fat : สารจากการสกัดตัวทำละลายสารอินทรีย์ประกอบด้วยไขมันแท้และสารคล้ายไขมัน

หลักการ : นำตัวอย่างบรรจุใน Thimble จุ่มลงในตัวทำละลายที่ต้มน้ำเดือดเพื่อทำการสกัดสารออกมาให้ได้มากที่สุด แล้วนำ Thimble ถูกยกให้เหนือตัวทำละลาย เพื่อชะล้างตัวอย่างที่ถูกสกัดลงมา โดยการไหลของตัวทำละลายที่กลั่นตัวลงอย่างต่อเนื่อง ตัวทำละลายก็จะถูกระเหย และเก็บรวบรวมโดยกระบวนการควบแน่น จากนั้นนำ Crude Fat ที่สกัดไปอบแห้งนำไปชั่งคำนวณปริมาณไขมันที่เหลือ

- การคำวณหาความชื้น โดยหลักการแล้วสามารถทำโดยนำวัตถุดิบที่ต้องการหาความชื้นมาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกค่าไว้เป็น มวลวัตถุเริ่มต้น จากนั้นจึงนำมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 - 100 °C จนกระทั่งน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง จากนั้นบันทึกค่าไว้เป็นมวลวัตถุที่แห้ง แล้วนำมาคำนวณตามสูตร ดังนี้

% ความชื้น(ต่อน้ำหนักเปียก) = (มวลวัตถุเริ่มต้น - มวลวัตถุที่แห้ง) x 100/มวลวัตถุเริ่มต้น

% ความชื้น(ต่อน้ำหนักแห้) = (มวลวัตถุเริ่มต้น - มวลวัตถุที่แห้ง) x 100/มวลวัตถุที่แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เมล็ดถั่วเหลืองบราซิลแบ่งเป็น

1. เมล็ดถั่วเหลืองบราซิลจากรถขนส่งวัตถุดิบอาหารสัตว์
2. เมล็ดถั่วเหลืองบราซิลจากคลังจัดเก็บวัตถุดิบอาหาร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล

- ถุงซิบล็อค ขนาด 8×12 นิ้ว
- เทอร์โมมิเตอร์
- กระบวนสำหรับตักวัตถุดิบ
- ปากกาเคมี

วิธีการทดลอง

1. สุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลบนรถขนส่งวัตถุดิบ โดยมีการเก็บครั้งละ 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 250 กรัม ใส่ถุงซิบล็อค ขนาด 8×12 นิ้ว
2. ดูลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล และนำตัวอย่างที่ได้ไปหาค่าความชื้น โปรตีน และไขมัน โดยกระบวนการทางเคมี
3. นำค่าที่ได้มาจดบันทึกลงในสมุด
4. ติดตามผล และเก็บตัวอย่างที่นำไปจัดเก็บในคลังวัตถุดิบสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
5. นำตัวอย่างที่สุ่มได้จากคลังจัดเก็บมาตรวจสอบลักษณะทางกายภาพหาค่าความชื้น โปรตีน และไขมัน
6. นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์แล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ในทุกๆ สัปดาห์ รวมระยะเวลา 6 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลจากการจัดเก็บเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลมีความแตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 เมล็ดถั่วเหลืองบราซิลจากบนรถขนส่งวัตถุดิบ โดยกำหนดระยะเวลาในการจัดเก็บ 1 สัปดาห์ พบว่ามีการนำเข้าเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล 4 ครั้ง/สัปดาห์ กลุ่มที่ 2 เมล็ดถั่วเหลืองบราซิลจากคลังจัดเก็บวัตถุดิบอาหาร พบว่ามีการจัดเก็บในคลังรวมระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยมีการจดบันทึก 1 ครั้ง/สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลค่าความชื้น, โปรตีน, ไขมัน และลักษณะทางกายภาพมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี Correlation เพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

สถานที่ทำการทดลอง

บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด เลขที่ 119 หมู่ 3 ตำบล สระพังลาน อำเภอ อู่ทอง จังหวัด สุพรรณบุรี 72220

ระยะเวลาการทดลอง

เริ่มต้นการทดลองวันที่ 4 สิงหาคม 2565 สิ้นสุดการทดลองวันที่ 15 กันยายน 2565 รวมระยะเวลาการทดลอง 6 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ลักษณะกายภาพของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

จากการสังเกตลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ในระยะเวลาการจัดเก็บของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ในระหว่างวันที่ 0 ถึง วันที่ 42 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสีเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล จากสีเหลืองอ่อนเป็นสีเหลืองอมน้ำตาลเข้ม หากจัดเก็บระยะเวลานานจะทำให้สีของเมล็ดถั่วเหลืองเกิดการเปลี่ยนแปลงจากเดิมมากขึ้น และยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพการแปรรูปเมล็ดถั่วเหลือง ลักษณะของอาหารที่ได้จะมีเปลี่ยนแปลงของสีตามไปด้วย ทำให้มูลค่าทางการค้าและการยอมรับสีเมล็ดถั่วเหลืองจากผลิตอาหารและผู้บริโภคลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Yousif *et al.*, (2014) ศึกษาเกี่ยวกับการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเหลืองส่งผลกระทบต่อสี และเนื้อสัมผัส พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดถั่วเหลืองในอุณหภูมิสูงเป็นระยะนาน ส่งผลให้คุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองลดลง และสีเข้มขึ้น สูญเสียน้ำภายในเมล็ดถั่วเหลือง และคุณภาพในการนำไปเป็นอาหารสัตว์ลดลงอีกด้วย แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะกายภาพของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

ระยะการจัดเก็บ (วันที่)	สี
0	เหลืองอ่อน
7	เหลืองอ่อน
14	เหลืองอ่อน
21	เหลือง
28	เหลืองอมน้ำตาลอ่อน
35	เหลืองอมน้ำตาล
42	เหลืองอมน้ำตาลเข้ม

จากการศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ความชื้น และไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลระหว่างการจัดเก็บ โดยวิธีการเก็บสุ่มตัวอย่างจากไซโล เพื่อนำไปวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการโดยวิธี Wet Chemistry และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Near Infarade (NIR) ดังแสดงในตาราง 6

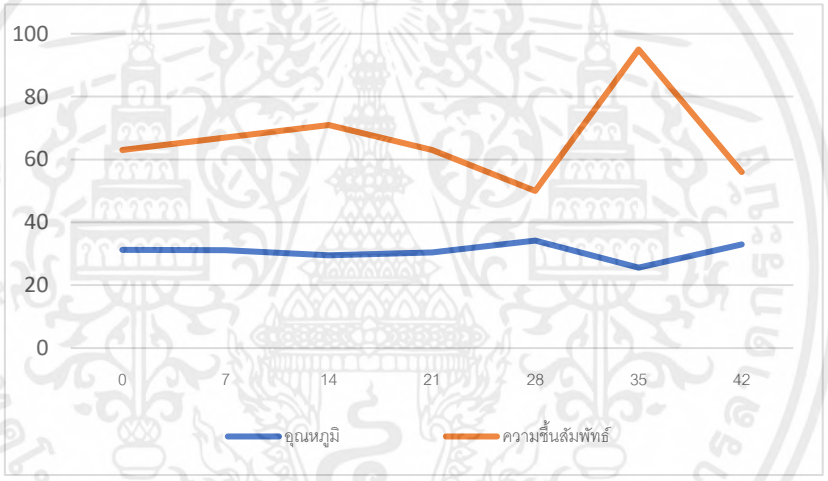
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น โปรตีน และไขมันในระหว่างการจัดเก็บ

Date	Moisture NIR	Moisture WC	Crude Protein NIR	Crude Protein WC	Crude Fat NIR	Crude Fat WC
0	11.19±0.40^{acdef}	11.70±0.33^{a}	34.21±0.22^{abcde}	34.06±0.23^{abc}	19.01±0.14^{a}	18.84±0.41^{a}
7	11.32±0.13^{ad}	11.12±0.13^{be}	33.76±0.40^{be}	33.70±0.45^{ad}	18.92±0.13^{ae}	18.89±0.51^{ac}
14	11.34±0.11^{ad}	11.23±0.15^{ce}	34.26±0.48^{cd}	34.34±0.36^{bcf}	19.00±0.28^{ad}	18.80±0.53^{a}
21	10.70±0.12^{b}	11.31±0.07^{def}	34.36±0.43^{dc}	34.45±0.33^{cf}	19.06±0.18^{a}	19.20±0.10^{ac}
28	11.02±0.18^{cef}	11.54±0.09^{af}	34.01±0.03^{ed}	33.48±0.40^{de}	19.07±0.13^{a}	19.35±0.29^{ac}
35	11.30±0.07^{de}	11.18±0.20^{be}	33.20±0.11^{f}	33.16±0.15^{e}	18.75±0.17^{bde}	19.34±0.25^{ac}
42	10.94±0.11^{bf}	11.12±0.10^{be}	34.59±0.11^{c}	34.61±0.18^{f}	19.37±0.11^{c}	19.46±0.56^{bc}

หมายเหตุ ^{a,b,c,d,e,f} ที่แตกต่างกันในแถวคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

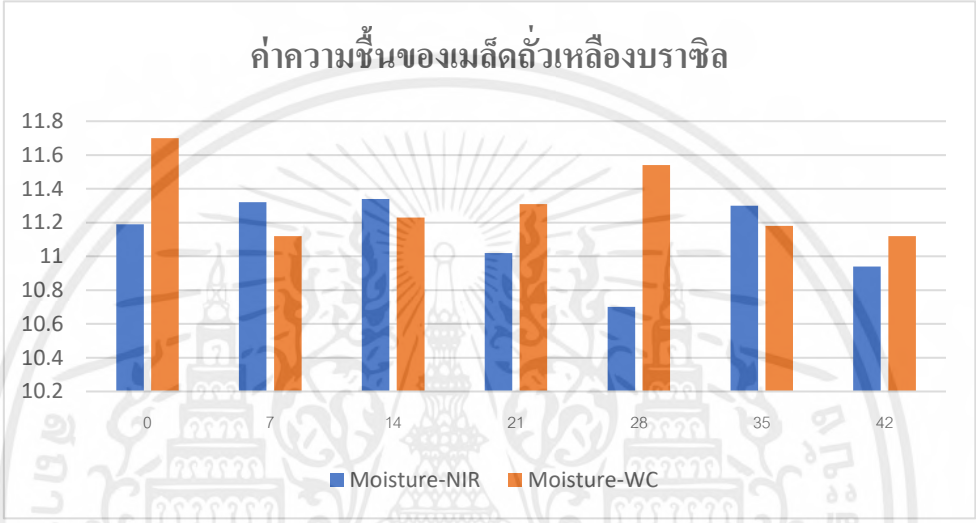
จากตารางที่ 6 พบว่า ค่าความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ NIR ในวันที่ 0 มีค่าความชื้นเท่ากับ 11.19±0.40 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในการจัดเก็บโดยมีค่าความชื้น ในวันที่ 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 ของการจัดเก็บเท่ากับ 11.32±0.13, 11.34±0.11, 10.70±0.12, 11.02±0.18, 11.30±0.07 และ 10.94±0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ในวันที่ 42 ของการจัดเก็บมีค่าความชื้นต่ำกว่าวันที่ 0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่วันที่ 28 ของการจัดเก็บมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ส่งผลทำให้อุณหภูมิภายนอกไซโล มีผลต่ออุณหภูมิภายในไซโลในระหว่างการจัดเก็บ แสดงภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แสดงแผนภูมิอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ วิธี Wet Chemistry ในวันที่ 0 มีความชื้นเท่ากับ 11.70±0.33 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันที่จัดเก็บโดยมีค่าความชื้นในวันที่ 7, 14, 21, 35 และ 42 ของการจัดเก็บเท่ากับ 11.12±0.13, 11.23±0.15, 11.31±0.07, 11.54±0.09, 11.18±0.20 และ 11.12±0.10 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังภาพที่ 13

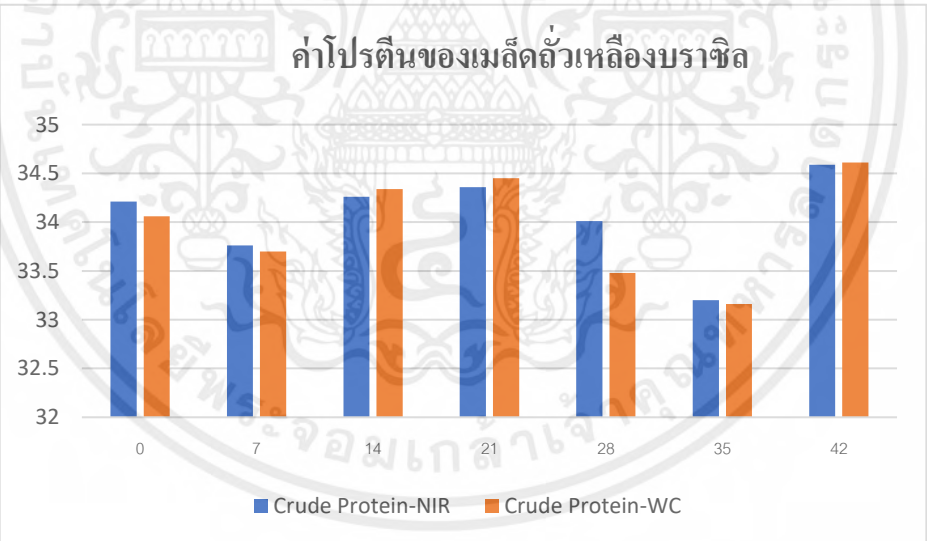


ภาพที่ 13 แผนภูมิค่าความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

ความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ในวันที่ 42 ของการจัดเก็บมีค่าความชื้นต่ำกว่าวันที่ 0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Bazoni *et al*., (2017) ได้ศึกษาการประเมินการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลงไปจากเดิมขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการเก็บรักษา อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา ความร้อน และความชื้นนำไปสู่การเสื่อมคุณภาพ ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียในการผลิตอาหารสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของค่าโปรตีนของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล จากการวิเคราะห์เครื่องมือ NIR ดังแสดงในตารางที่ 6 พบว่า ในวันที่ 0 มีค่าโปรตีนเท่ากับ 34.21±0.22 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันที่จัดเก็บ โดยมีค่าโปรตีน ในวันที่ 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 ของการจัดเก็บมีค่าโปรตีนเท่ากับ 33.76±0.40, 34.26±0.48, 34.36±0.43, 34.01±0.03, 33.20±0.11 และ 34.59±0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับค่าโปรตีนของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ในวันที่ 42 ของการจัดเก็บจะมีค่าโปรตีนสูงกว่าวันที่ 0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการโดยวิธี Wet Chemistry ในวันที่ 0 มีค่าเท่ากับ 34.06±0.23 เปอร์เซ็นต์ โดยวันที่ 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 ของการจัดเก็บมีค่าโปรตีนเท่ากับ 33.70±0.45, 34.34±0.36, 34.45±0.33, 33.48±0.40, 33.16±0.15 และ 34.61±0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าโปรตีนของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลในวันที่ 42 ของการจัดเก็บจะมีค่าโปรตีนสูงกว่าวันที่ 0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากค่าความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองลดลง ส่งผลทำให้ความเข้มข้นของค่าโปรตีนเพิ่มขึ้น แสดงดังภาพที่ 14



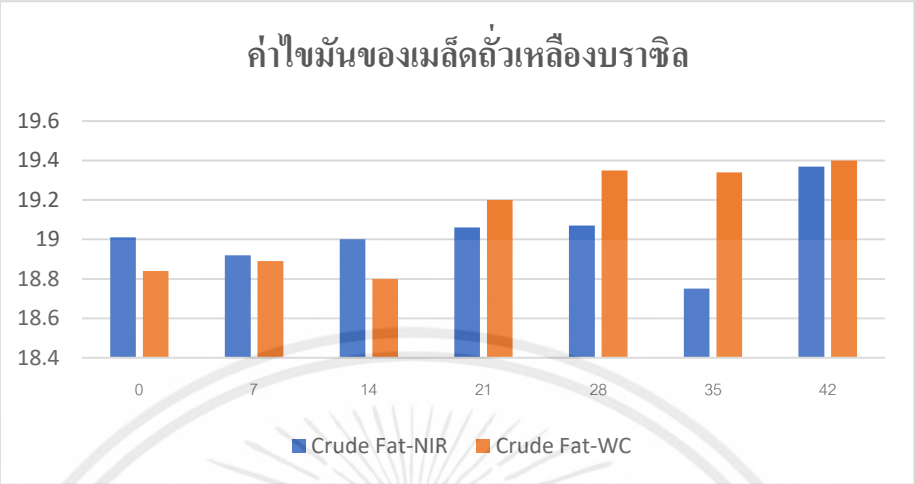
ภาพที่ 14 แผนภูมิค่าโปรตีนของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ziegler *et al*. (2018) ได้ทำการศึกษาผลของความชื้นและอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาของโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลือง โดยวันแรกที่เก็บมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 76.6 และ 79.7 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความชื้น 12 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส หลังจาก 12 เดือน ของการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเหลืองพบว่าค่าโปรตีนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 81.4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียสแต่ในการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเหลืองที่ค่าความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าโปรตีนลดลงจากเดิมเท่ากับ 77.4 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ค่าความชื้นมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณความเข้มข้นโปรตีนในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเหลือง

ในส่วนของค่าไขมันของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล จากการวิเคราะห์เครื่องมือ NIR (ตารางที่ 6) พบว่า ในวันที่ 0 มีค่าไขมันเท่ากับ 19.01±0.14 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันที่จัดเก็บโดยวันที่ 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 ของการจัดเก็บมีค่าไขมันเท่ากับ 18.92±0.13, 19.00±0.28, 19.06±0.18, 19.07±0.13, 18.75±0.17 และ 19.37±0.11 เปอร์เซ็นต์ ค่าไขมันของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ในวันที่ 42 ของการจัดเก็บจะมีค่าสูงไขมันกว่าวันที่ 0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ โดยวิธี Wet Chemistry วันที่ 0 มีค่าไขมันเท่ากับ 18.84±0.41 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวน วันที่จัดเก็บโดยวันที่ 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 ของการจัดเก็บ มีค่าไขมันเท่ากับ 18.89±0.51, 18.80±0.53, 19.20±0.10, 19.35±0.29, 19.34±0.25 และ 19.46±0.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าไขมันของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ในวันที่ 42 ของการจัดเก็บมีค่าไขมันสูงกว่าวันที่ 0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงดังภาพที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

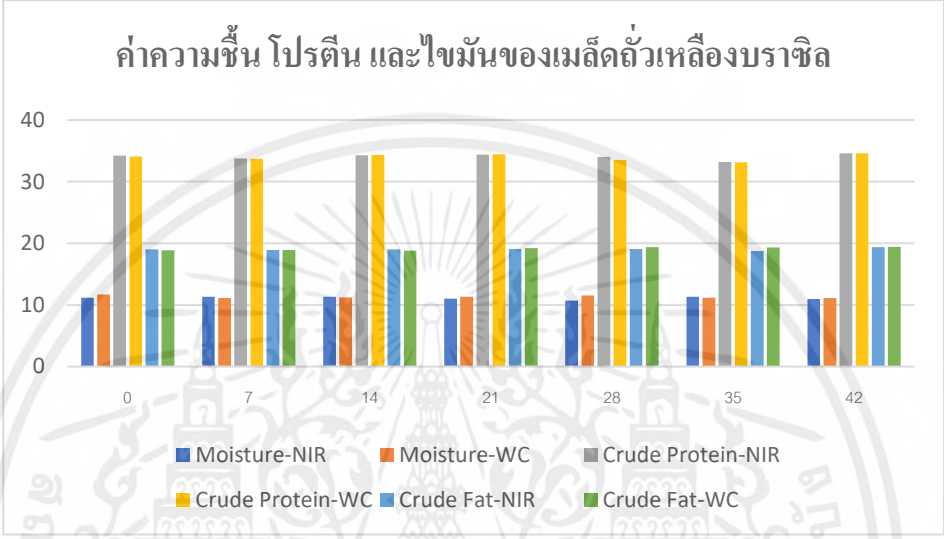


ภาพที่ 15 แสดงแผนภูมิค่าไขมันของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Alencar and Faroni (2011) การทดลองของถั่วเหลืองที่เก็บรักษาด้วยความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันเพิ่มขึ้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบเก็บรักษากับความชื้น 16 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของน้ำมันที่สกัดจากถั่วเหลืองที่เก็บไว้ที่ 13 เปอร์เซ็นต์ ได้มีการตรวจสอบว่าเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันเพิ่มขึ้นจาก 0.2 เป็น 1.25 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น หากต้องการกรดไขมันที่มีความเข้มข้นสูง ควรมีการเก็บรักษาถั่วเหลืองด้วยความชื้นต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความชื้น โปรตีน และไขมัน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ NIR และวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี Wet Chemistry พบว่า เกิดการเปลี่ยนแปลง มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 แสดงแผนภูมิค่าความชื้น โปรตีน และไขมันของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

เมื่อเปรียบเทียบการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ NIR กับการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Wet Chemistry โดยวิเคราะห์ค่าความชื้น โปรตีน และไขมันของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ระหว่างการจัดเก็บในวันที่ 0 ถึง 42 แสดงดังตารางที่ 6 ค่าความชื้นลดลงตามระยะเวลาการจัดเก็บ ส่งผลทำให้ค่าโปรตีน และไขมันมีปริมาณความเข้มข้นสูงขึ้น เมื่อเกิดการระเหยของน้ำภายในเมล็ดถั่วเหลือง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hellevang (2018) การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความชื้นในเมล็ดถั่วเหลืองระหว่างการจัดเก็บ พบว่า การควบคุมอุณหภูมิของถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษาเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์กรดไขมัน และปริมาณโปรตีน ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความชื้น อุณหภูมิ และเวลาในการเก็บรักษา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณภูมิสูงขึ้น ส่งผลทำให้ค่าความชื้นลดลง ในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลากลางคืนอุณภูมิลดลง ส่งผลทำให้ค่าความชื้นสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงของความชื้น โปรตีน และไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ระหว่างการจัดเก็บในระยะเวลา 6 สัปดาห์ สรุปได้ว่า ค่าความชื้นในเมล็ดถั่วเหลืองมีแนวโน้มลดลง ระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากเกิดการแลกเปลี่ยนความชื้นกับอุณหภูมิภายใน และภายนอกไซโล มีการคายความชื้นภายในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ซึ่งส่งผลทำให้ค่าโปรตีนของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล มีค่าความเข้มข้นของโปรตีนเพิ่มขึ้นตามระดับของการลดลงของความชื้น การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงของ ความชื้น โปรตีน และไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ระหว่างการจัดเก็บในระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาทดลอง หากมีการศึกษาค่าความชื้นโปรตีน และไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล ในระยะเวลามากกว่า 6 สัปดาห์ อาจจะทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ดังนั้น ควรมีการศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงของโภชนะในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล โดยมีการเก็บรักษามากกว่า 6 สัปดาห์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2557. **การจัดทำศูนย์เมล็ดพันธุ์พืชชุมชม (ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง).** กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 15 พฤษภาคม 2566.

กรมวิชาการเกษตร. 2565. **ถั่วเหลืองพันธุ์ใหม่ "กวก. เชียงใหม่ 7" ให้ผลผลิตสูงตอบโจทย์โดนใจเกษตรกร.** ถั่วเหลือง. แหล่งที่มา: https://www.doa.go.th, 5 ธันวาคม 2565.

กองโภชนาการ. 2530. **คุณค่าอาหารไทยส่วนที่กินได้ 100 กรัม.** กรุงเทพฯ: กองโภชนาการ กรมอนามัย. 48.

ดุจฤทัย เชาวะวณิช. (2536). **Effect of cooking on the trypsin inhibitor activity of someplant foodstuffs.** แหล่งที่มา: http://pikul.lib.ku.ac.th, 16 พฤศจิกายน 2565.

ดนัย บุณยเกียรติ, ปาริชาติ เทียนจุมพล, พิเชษฐ์ น้อยมณี, วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์ และชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน. 2556. **การประเมินคุณภาพ ดัชนีการสุกแก่และการหาสารพิษตกค้างในผักและ ผลไม้ด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกทรสโกปี้.** โครงการหลวง.

เทคโนโลยีชาวบ้านออนไลน์, 2564. **"ถั่วเหลือง" สมุนไพร พืชโปรตีนสูง ช่วยลดการเกิดสิว.** ถั่วเหลือง. แหล่งที่มา: https://www.technologychaoban.com, 14 พฤศจิกายน 2565.

นิลุบล ทวีกุล และละอองดาว แสงหล้า. 2547. **วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง**. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 171 หน้า.

นิติญา โพธิ์ทอง. 2552. **ผลของถั่วงอกในอาหารต่อสรรถภาพการผลิตของไก่ไข่.** สาขาวิชาสัตวศาสตร์ สำนักงานบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ประชา บุญญสิริกุล. 2537. **บทบาทของเอกซ์ทรูดเดอร์ที่มีผลต่ออุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย.** อาหาร, 24(1) : 1-12.

ภัทรกร ทัศพงษ์ และวิทธวัช โมฬี. 2550. **สารต้านโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์**. สำนักงานเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม. 2564. **วิธีเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ได้ทั้งผลผลิต ได้ทั้งเมล็ดพันธุ์.** แหล่งที่มา: https://www.mitrpholmodernfarm.com, 15 ธันวาคม 2565.

เมดไทย. 2563. **สรรพคุณและประโยชน์ของถั่วเหลือง.** แหล่งที่มา: https://medthai.com, 3 มีนาคม 2566.

สารานุกรมเสรี. 2565. **ถั่วเหลือง.** แหล่งที่มา: https://th.wikipedia.org/wiki/ถั่วเหลือง, 15 มีนาคม 2566

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. **สินค้าเกษตรถั่วเหลือง.** แหล่งที่มา: https://oae.go.th. 15 ธันวาคม 2565

สำนักงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2563. **เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง.** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา http://www.doa.go.th/fcri/, 15 ธันวาคม 2565.

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุโขทัย. 2560. **ถั่วเหลือง.** แหล่งที่มา: https://www.opsmoac.go.th/sukhothai.com, 3 มกราคม 2566.

อารีย์ โยธิน, 2556. การปลูกถั่วเหลืองเพิ่มผลผลิต. สวนเงินไร่ทอง. แหล่งที่มา : https://www.rakbankerd.com/agriculture/print, 4 มีนาคม 2566.

อรอนงค์ กังสดาลอำไพร. 2543. **อาหารเสริมสุขภาพ : ถั่วเหลือง.** แหล่งที่มา: http://www.pharm.chula.ac.th/clinic101_5/article/Soy.html, 3 มกราคม 2566

อภิชัย เมฆบังวัน, นรินทร์ ทองวิทยา, วินัย โยธินศิริกุล และจำรูญ มณีวรรณ. 2545. **การปรับปรุงคุณค่าโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการเอกซ์ทรูด.** ภาควิชาเทคโนโลยีทางทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

Alencar, D.R.E and L.R. Faroni. 2011. Storage of Soybeans and Its Effects on Quality of Soybean Sub-Products. **Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products.** pp. 46-66, doi:10.5772/18022.

Bazoni, H.V. Carlos., Elza I. Ida, Douglas F. Barbin and Louise E. Kurozawa. 2017. Near-infrared spectroscopy as a rapid method for evaluation physicochemical

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

changes of stored soybeans. **Journal of Stored Products Research.** 73(2017): 1-6. doi:10.1016/j.jspr.2017.05.003**.**

Nattawit Suwan. 2021. **ถั่วเหลืองฝักสด เป็นโรคโคนเน่า ช่วงติดดอกถึงติดฝัก.** ถั่วเหลือง. แหล่งที่มา: https://kasetgo.com, 7 ธันวาคม 2565.

Noppawanpanseekhae. 2014. **ไซโล (SILO)**. แหล่งที่มา: https://kpi-shop.com, 30 ธันวาคม 2565.

Sentelhas, P. C., Battisti, G. M. S Camara, J. R. B. Farias, A. C. Hampf and C. Nendel. 2015. The soybean yield gap in Brazil – magnitude, causes and possible solutions for sustainable production. **Journal of Agricultural Science.** 153, 1394–1411. doi:10.1017/S0021859615000313.

Shenk, J. S., J. J. Workman, and M. O. Westerhaus. 2001. Application of NIR spectroscopy to agriculture products. **In: D. A. Burns, and E. W. Ciurczak, (eds.), Handbook of Near-Infrared Spectroscopy. 2nd ed. Marcel Dekker Inc., New York**. pp. 419 – 474.

Silva, D. M. F. H. E., N. C. L. Menza, G. G. Munareto and A. J. Zanon. 2023. Soybean seed protein concentration is limited by nitrogen supply in tropical and subtropical environments in Brazil. **The Journal of Agricultural Science**. 161(2):1-33. doi:10.1017/S0021859623000199.

Yousif, M. A., 2014. Soybean Grain Storage Adversely Affects Grain Testa Color, Texture and Cooking Quality. **Journal of Food Quality.** 37:18-28. doi:10.1111/jfq.12064.

Ziegler, V., C.D. Ferreira, J.F. Hoffmann, M.d. Oliveira and M.C. Elias. 2018. Effects of moisture and temperature during grain storage on the functional properties and isoflavone profile of soy protein concentrate. **Food Chemistry**. 242: 37-44. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.09.034.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลสถานประกอบการ

ภาพที่ 17 แสดงตราสัญลักษณ์บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด

บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด (สุพรรณบุรี)

บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินเกี่ยวกับธุรกิจผลิตอาหารสัตว์สำหรับไก่, สุกรเป็นหลัก และมีการผลิตอาหารสัตว์บางส่วนสำหรับเป็ดไข่ และเป็ดเนื้อ อาหารสัตว์ส่วนใหญ่จะนำไปใช้เป็น อาหารสำหรับไก่ และสุกรในฟาร์มที่บริษัทเป็นเจ้าของ และเป็นผู้ดำเนินกิจการเองหรือในฟาร์มของเกษตรกร นอกจากนี้ยังจำหน่ายอาหารสัตว์ให้แก่บุคคลอื่นอีกด้วย บริษัทฯ เป็นผู้ผลิตอาหารแบบครบวงจรที่มีความ เชี่ยวชาญในการผลิตไก่ และสุกร โดยมีการดำเนินธุรกิจทั้งในประเทศไทย และประเทศเวียดนาม ซึ่งสามารถแบ่งสายผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้

- ธุรกิจไก่ ได้แก่ การเพาะพันธุ์ไก่ การผลิต และจำหน่ายเนื้อไก่ ลูกไก่ ไก่พันธุ์เนื้อ ไก่พันธุ์ไข่ รวมถึง ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อไก่
- ธุรกิจสุกร ได้แก่ การเพาะพันธุ์สุกร และการจำหน่ายสุกรมีชีวิต
- ธุรกิจอาหารสัตว์ ได้แก่ การผลิตและการจำหน่ายอาหารสัตว์ โดยมุ่งเน้นอาหารสำหรับไก่และสุกร
- ธุรกิจอื่นๆ ได้แก่ ให้บริการศูนย์วิจัยและพัฒนาวัคซีน จำหน่ายเวชภัณฑ์ ซึ่งวิจัยและพัฒนาโดยมีการผลิตและจำหน่ายบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารสัตว์ และอุปกรณ์การเกษตรที่ทำจากพลาสติก บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน ผู้ผลิตอาหารแบบครบวงจรที่มี ความเชี่ยวชาญในการผลิตไก่และสุกร โดยมีการดำเนินธุรกิจทั้งประเทศไทย และประเทศเวียดนาม ตามคุณภาพ และการควบคุมความปลอดภัยที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ได้แก่ GAP, GMP, ISO9001, HACCP, ISO14001, HALAL และ Green Industry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิสัยทัศน์

เราเป็นผู้ผลิตอาหารที่มีคุณภาพ และปลอดภัยตามมาตรฐานสากลของโลก

พันธกิจ

การบริหาร

- บริหารงานอย่างโปร่งใสสามารถตรวจสอบได้
- มีความรับผิดชอบต่อสังคม คู่ค้า พนักงาน และผู้ถือหุ้น
- ผลิตสินค้าที่มีความปลอดภัย และมีคุณภาพ

นวัตกรรม

- สร้างสรรค์นวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ๆ
-พัฒนาผลิตภัณฑ์และช่องทางการจัดจำหน่าย

พันธกิจ

-พัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่องให้มีความเป็นมืออาชีพ
-พัฒนาระบบบริหารจัดการภายในให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล
- พัฒนาระบบข้อมูลสารสนเทศเพื่อบริหารงานเชิงกลยุทธ์

ค่านิยมองค์กร (Core Value)

เพื่อรวมพลังความคิดและความเชื่อของพนักงานทุกคนให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

THAI FOODS GROUP (TFG) มีค่านิยมองค์กร

คุณค่า: ส่งมอบคุณค่าจากสินค้าและบริการจากบริษัทสู่ลูกค้าที่ ถือเป็นคนสำคัญ

คุณภาพ: ส่งมอบสินค้าและบริการที่ได้มาตรฐานเพื่อตอบสนอง ความต้องการของลูกค้า ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คุณธรรม: คิดดี ทำดี ปลูกฝัง หล่อหลอมให้มีจิตสำนึกที่ดี ยึดมั่นการประพฤติปฏิบัติที่ดีงาม และเป็นแบบอย่างแก่คนในสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมรรถนะหลักของไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป (Core Competency)

ซื่อสัตย์ : ยึดมั่นในสิ่งที่ถูกต้องและชอบธรรม ด้วยความซื่อตรงจริงใจ เชื่อถือได้

รับผิดชอบ : มุ่งมั่นปฏิบัติหน้าที่ด้วยใจให้งานเป็นไปตามเป้าหมาย

รอบรู้ : พนักงานของเราเป็นผู้มีความหลากหลายที่นำมาซึ่งความสามารถในการปรับเปลี่ยนวิธีคิดและ วิธีปฏิบัติงาน การประสานเพื่อความสำเร็จ รู้ซึ้งรู้จริง รู้กว้าง และความสามารถนำมาแก้ไข ปรับปรุง และสามารถพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

สู้งาน : มุ่งมั่น ตั้งใจ อดทน เพียรพยายามเพื่อเป้าหมายแห่งความสำเร็จในงาน

ประสานดี : ประสานดีอย่างเยี่ยมทั้งคนในและคนนอกองค์กร เพื่อบรรลุเป้าหมายไปด้วยกัน

มีวินัย : ปฏิบัติตามแนวทางของระเบียบกฎเกณฑ์ขององค์กรด้วยความเคร่งครัดและชัดเจน

ใส่ใจสังคม : ใส่ใจและห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม ด้วยระบบมาตรฐานสากลเพื่อนำไปสู่การพัฒนาธุรกิจอย่างยั่งยืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ภาคผนวกตารางที่ 1 แสดงการบันทึกผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

Day	Moisture-NIR	Moisture-WC	Crude Protein-NIR	Crude Protein-WC	Crude Fat-NIR	Crude Fat-WC	อุณหภูมิ
0	11.12	12.07	34.07	33.82	19.1	18.84	35.2
0	10.84	11.58	34.57	33.88	18.86	18.21	36.2
0	10.84	11.96	34.06	34.27	18.91	19.08	33.6
0	11.8	11.64	34.1	33.98	19.2	19.29	34.2
0	11.34	11.23	34.26	34.34	19	18.8	35.7
7	11.4	11	33.17	33.17	19.08	18.54	34.2
7	11.2	11	33.54	33.35	18.77	18.71	34.2
7	11.3	11.2	34.08	33.77	18.94	18.39	34.2
7	11.5	11.1	33.95	33.9	18.8	19.18	34.2
7	11.2	11.3	34.07	34.31	19.01	19.62	34.2
14	11.3	11.01	34.22	34.07	19.14	18.75	30.3
14	11.2	11.37	33.45	33.86	19.32	19.36	30.3
14	11.5	11.31	34.41	34.54	18.6	18.11	30.3
14	11.3	11.31	34.66	34.57	19.07	19.3	30.3
14	11.4	11.15	34.57	34.67	18.87	18.48	30.3
21	10.8	11.3	33.76	34.5	19.1	19.21	31.3
21	10.8	11.36	34.55	34.29	18.84	19.1	31.3
21	10.7	11.36	34.17	34.93	19.21	19.31	31.3
21	10.5	11.2	34.42	34.49	19.23	19.3	31.3
21	10.7	11.34	34.92	34.04	18.9	19.1	31.3
28	10.8	11.63	33.99	33.62	18.86	19.24	31.4
28	11	11.41	34.04	33.62	19.06	19.86	31.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกตารางที่ 1 (ต่อ)

Day	Moisture-NIR	Moisture-WC	Crude Protein-NIR	Crude Protein-WC	Crude Fat-NIR	Crude Fat-WC	อุณหภูมิเมล็ดถั่ว
28	11.2	11.56	33.97	32.82	19.17	19.32	31.4
28	10.9	11.49	33.99	33.9	19.08	19.11	31.4
28	11.2	11.62	34.05	33.42	19.18	19.23	31.4
35	11.3	11.06	33.1	33.03	18.7	18.9	31.2
35	11.2	10.91	33.1	32.97	18.67	19.41	31.2
35	11.3	11.37	33.35	33.31	18.81	19.49	31.2
35	11.3	11.36	33.17	33.23	19.01	19.53	31.2
35	11.4	11.2	33.27	33.24	18.58	19.37	31.2
42	11.1	11.24	34.56	34.44	19.19	18.5	32.3
42	10.9	11.19	34.52	34.84	19.48	19.85	32.3
42	10.9	11.11	34.47	34.42	19.41	19.58	32.3
42	11	10.97	34.69	34.65	19.37	19.84	32.3
42	10.8	11.09	34.73	34.71	19.38	19.52	32.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ภาพการทดลอง

ภาพที่ 18 แสดงรถบรรทุกเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

ภาพที่ 19 แสดงการสุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลจากรถบรรทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 20 แสดงการสุ่มเก็บเมล็ดถั่วเหลืองจากสายพานเก็บตัวอย่างในคลังจัดเก็บวัตถุดิบ

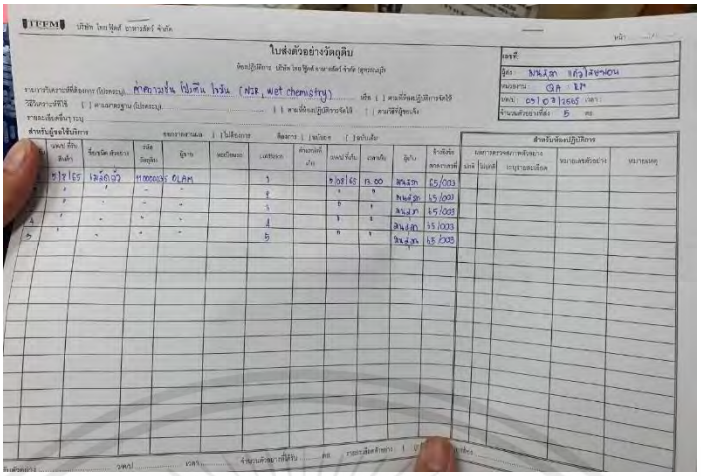
ภาพที่ 21 แสดงการวัดอุณหภูมิของเมล็ดถั่วเหลืองบราซิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 22 แสดงการคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเมล็ดถั่วเหลือง

ภาพที่ 23 แสดงการสุ่มเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้แบ่งใส่ถุงจำนวน 5 ถุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



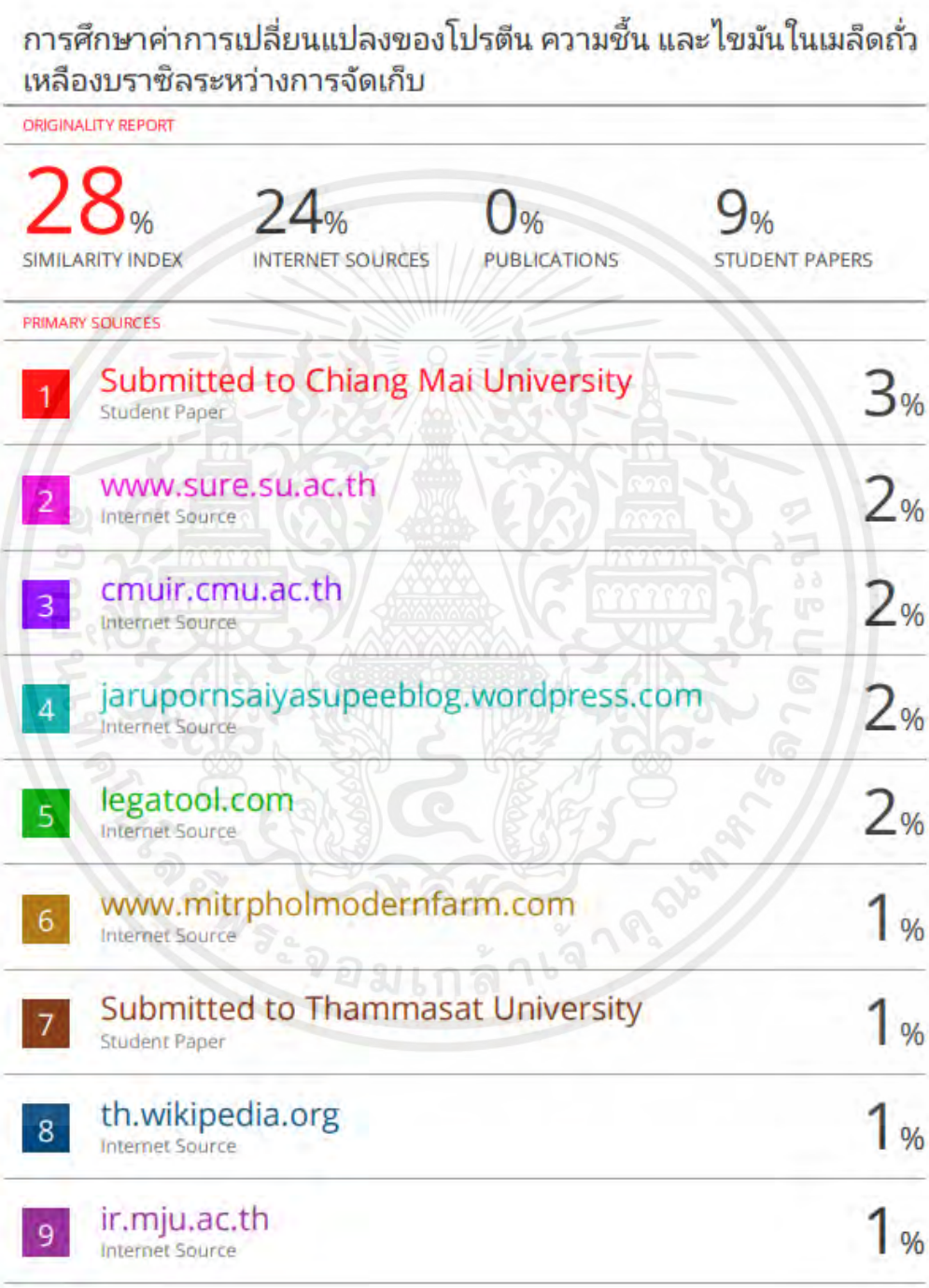
ใบส่งตัวอย่างวัตถุดิบ

ภาพที่ 24 แสดงขั้นตอนการนำเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลส่งแลป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลการตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการด้วยระบบ TURNITIN



การศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ความชื้น และไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองบราซิลระหว่างการจัดเก็บ

ORIGINALITY REPORT

28%	24%	0%	9%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Chiang Mai University Student Paper	3%
2	www.sure.su.ac.th Internet Source	2%
3	cmuir.cmu.ac.th Internet Source	2%
4	jarupornsaiyasupeeblog.wordpress.com Internet Source	2%
5	legatool.com Internet Source	2%
6	www.mitrpholmodernfarm.com Internet Source	1%
7	Submitted to Thammasat University Student Paper	1%
8	th.wikipedia.org Internet Source	1%
9	ir.mju.ac.th Internet Source	1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	kb.psu.ac.th Internet Source	1 %
11	engineerthailand.com Internet Source	1 %
12	Submitted to Prince of Songkla University Student Paper	1 %
13	nbdcthailand.com Internet Source	1 %
14	www.foodnetworksolution.com Internet Source	1 %
15	esc.doae.go.th Internet Source	1 %
16	www.aida-engineering.co.th Internet Source	1 %
17	Submitted to Mae Fah Luang University Student Paper	1 %
18	sure.su.ac.th Internet Source	<1 %
19	doi.nrct.go.th Internet Source	<1 %
20	repository.rmutp.ac.th Internet Source	<1 %
21	ethesisarchive.library.tu.ac.th Internet Source	<1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22	nirapplication.blogspot.com Internet Source	<1 %
23	Submitted to Mahidol University Student Paper	<1 %
24	www.aru.ac.th Internet Source	<1 %
25	sutir.sut.ac.th:8080 Internet Source	<1 %
26	Submitted to Suan Dusit Rajabhat University Student Paper	<1 %
27	kaset.today Internet Source	<1 %
28	e-library.ldd.go.th Internet Source	<1 %
29	medthai.com Internet Source	<1 %
30	sgc.mju.ac.th Internet Source	<1 %
31	myferretstore.net Internet Source	<1 %
32	www.thapra.lib.su.ac.th Internet Source	<1 %
33	Submitted to Suan Sunandha Rajabhat University	<1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34	Submitted to Kasetsart University Student Paper	<1 %
35	iaid.in.th Internet Source	<1 %
36	www.esanpedia.oar.ubu.ac.th Internet Source	<1 %
37	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
38	Submitted to Naresuan University Student Paper	<1 %
39	Submitted to Maejo University Student Paper	<1 %
40	etheses.rbru.ac.th Internet Source	<1 %
41	opacimages.lib.kmitl.ac.th Internet Source	<1 %
42	expert.dld.go.th Internet Source	<1 %
43	libdoc.dpu.ac.th Internet Source	<1 %
44	www.city.nagoya.jp Internet Source	<1 %
45	Submitted to Rangsit University	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

57	hdl.handle.net Internet Source	<1 %
58	kb.psu.ac.th:8080 Internet Source	<1 %
59	profile.yru.ac.th Internet Source	<1 %
60	tourismlibrary.tat.or.th Internet Source	<1 %
61	webs.rmutl.ac.th Internet Source	<1 %
62	www.buchi.com Internet Source	<1 %
63	www.luckyworm.net Internet Source	<1 %
64	www.renovablesverdes.com Internet Source	<1 %
65	www.repository.rmutt.ac.th Internet Source	<1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้