



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การสูญเสียความชื้นในกระบวนการจัดเก็บอาหารสำเร็จรูปในคลังอาหารสำเร็จรูป
Shrink moisture process of storing in the warehouse

โดย

นางสาวปุณณวีร์	ชายกุล	รหัสนักศึกษา	62204065
นางสาววันเพ็ญ	ขุนณรงค์	รหัสนักศึกษา	62204070
นางสาวอัจฉราพร	อารีราษฎร์	รหัสนักศึกษา	62204080

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 11326445 สหกิจศึกษา
สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การสูญเสียความชื้นในกระบวนการจัดเก็บอาหารสำเร็จรูปในคลังอาหารสำเร็จรูป
Shrink moisture process of storing in the warehouse

โดย

นางสาวปณณวีร์	ชายกุล	รหัสนักศึกษา	62204065
นางสาววันเพ็ญ	ขุนณรงค์	รหัสนักศึกษา	62204070
นางสาวอัจฉราพร	อารีราษฎร์	รหัสนักศึกษา	62204080

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 11326445 สหกิจศึกษา
สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
ประจำปีการศึกษา 2565

เรื่อง การสูญเสียความชื้นของอาหารสำเร็จรูปในระหว่างกระบวนการจัดเก็บ
อาหารในคลังอาหารสำเร็จรูป

ผู้จัดทำ นางสาวปุณณวีร์ ชายกุล
นางสาววันเพ็ญ ชุนณรงค์
นางสาวอัจฉราพร อารีราษฎร์

สถานประกอบการ บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด (สุพรรณบุรี)

พนักงานที่ปรึกษา นายบรรลือศักดิ์ เกิดทองดี ตำแหน่ง หัวหน้าอาวุโส 3 ประกันคุณภาพ
นายพาราตร มากเทพวงษ์ ตำแหน่ง หัวหน้าอาวุโส 2 ประกันคุณภาพ

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนรรชมลวรรณ พลมัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสือส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรื่อง ส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาสัตวศาสตร์

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวปณณวีร์ ชายกุล นางสาววันเพ็ญ ขุนณรงค์ และนางสาวอัจฉราพร อารีราษฎร์ นักศึกษาสาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2565 ถึง 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด (สุพรรณบุรี) ซึ่งได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ให้ทำการศึกษาและจัดทำรายงานเรื่อง การสูญเสียความชื้นของอาหารสำเร็จรูป ในระหว่างกระบวนการจัดเก็บอาหารในคลังอาหารสำเร็จรูป

บัดนี้ การปฏิบัติสหกิจศึกษาได้เสร็จสิ้นลงแล้ว จึงขอส่งรายงานการปฏิบัติสหกิจศึกษา ดังที่กล่าวมา พร้อมจำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับค่าปรึกษาต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

ปณณวีร์

(นางสาวปณณวีร์ ชายกุล)

วันเพ็ญ

(นางสาววันเพ็ญ ขุนณรงค์)

อัจฉราพร

(นางสาวอัจฉราพร อารีราษฎร์)

นักศึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาสัตวศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ข้าพเจ้าได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด (สุพรรณบุรี) ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2565 ทำให้กลุ่มของข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ จากผู้เชี่ยวชาญที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในสาขาวิชาชีพ และการทำงานในภาคหน้า ซึ่งรายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับการอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่ายที่ได้ให้ความรู้ และคำแนะนำที่ดี ดังนี้

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

นอกจากนี้ ขอกราบขอบพระคุณผู้ปกครอง ที่ให้การอบรมเลี้ยงดู และสนับสนุนทางการศึกษาเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณบุคลากร บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด (สุพรรณบุรี) ทุกท่านและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ที่ทำให้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาสำเร็จและผ่านไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธนวรรษมลวรรณ พลมัน อาจารย์ที่ปรึกษารายวิชาสหกิจศึกษาที่ให้คำแนะนำ รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ และช่วยแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดทำในครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบพระคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำรายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำรายงาน

เรื่อง	การสูญเสียความชื้นของอาหารสำเร็จรูปในระหว่างกระบวนการจัดเก็บ อาหารในคลังอาหารสำเร็จรูป
ผู้เขียน	นางสาวปุณณวีร์ ชายกุล นางสาววันเพ็ญ ชุนณรงค์ นางสาวอัจฉราพร อารีราษฎร์
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
ภาควิชา	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ชนรรชมลวรรณ พลมัน

บทคัดย่อ

การศึกษาการสูญเสียความชื้นของอาหารสำเร็จรูปในระหว่างกระบวนการจัดเก็บอาหารในคลังอาหารสำเร็จรูป โดยอาหารสำเร็จรูปแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 อาหารสุกรเบอร์ 413 (บรรจุกระสอบพลาสติกเคลือบ) และ กลุ่มที่ 2 อาหารโคอุ้มท้องเบอร์ 781 (บรรจุกระสอบพลาสติกมีถุงซับใน) อาหารทดลองทั้งสองกลุ่มมีการจัดวางบนพาเลท จำนวนเท่ากัน โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทั้งหมด 3 ซ้ำ ส่งห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (Water activity : aw) และสังเกตลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่น และสิ่งปลอมปน ตั้งแต่อาหารอายุ 0 วัน, 7 วัน, 14 วัน, 21 วัน, 28 วัน, 35 วัน, 42 วัน และ 49 วัน วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลด้วยวิธีการสหสัมพันธ์ (Correlation) ผลการทดลองพบว่า การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพเบื้องต้นของอาหารที่ศึกษาไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่กลับพบว่าอาหารสุกรเบอร์ 413 พบมอดเล็กน้อย เมื่อทำการทดลองหาค่าความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (aw) ของอาหารทดลองทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ความชื้นของอาหารทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 49 วัน

คำสำคัญ: ความชื้น, ปริมาณน้ำอิสระ, ระยะเวลา, การจัดเก็บ

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ.....	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	2
2.1 โรงงานอาหารสัตว์ไทยฟู้ดส์อาหารสัตว์	2
2.2 การรับวัตถุดิบ	3
2.3 วัตถุดิบอาหารสัตว์	3
2.4 กระบวนการผลิต	11
2.5 กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ.....	12
2.6 การบรรจุอาหารสำเร็จรูป	14
2.7 บรรจุภัณฑ์	16
2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอาหารสำเร็จรูป	19
2.9 การสูญเสียระหว่างการเก็บรักษา	19
2.10 ความปลอดภัยของอาหาร.....	21
2.11 การเสื่อมเสียของอาหาร (food spoilage)	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	23
3.1 อาหารทดลอง	23
3.2 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง.....	23
3.3 วิธีการทดลอง.....	24
3.4 วิธีการตรวจสอบและวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ.....	25
3.5 การวิเคราะห์ความชื้น	25
3.6 หาค่าปริมาณน้ำอิสระ	26
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	26
3.8 สถานที่ทำการทดลอง	26
3.9 ระยะเวลาในการทดลอง.....	26
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	23
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	32
ข้อเสนอแนะ.....	32
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก.....	36
ภาคผนวก ก ตารางผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ.....	37
ภาคผนวก ข ภาพการทดลอง.....	40
ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการ ด้วยระบบ TURNITIN.....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงส่วนประกอบทางเคมีของข้าวโพด.....	4
2. แสดงส่วนประกอบทางเคมีของปลายข้าว.....	5
3. แสดงส่วนประกอบทางเคมีของมันสำปะหลัง.....	6
4. แสดงส่วนประกอบทางเคมีของรำละเอียด.....	7
5. แสดงส่วนประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลือง.....	8
6. แสดงส่วนประกอบทางเคมีของกากมะพร้าว.....	9
7. แสดงส่วนประกอบทางเคมีของกากแรปซีด.....	10
8. แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มอาหารทดลอง.....	27
9. แสดงค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของอาหารทดลองกลุ่มที่ 1.....	28
10. แสดงค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของอาหารทดลองกลุ่มที่ 2.....	39
11. แสดงปริมาณน้ำหนักของอาหารทดลองทั้ง 2 กลุ่ม.....	31
ตารางผนวกที่	
1. แสดงผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ อาหารทดลองกลุ่มที่ 1.....	38
2. แสดงผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ อาหารทดลองกลุ่มที่ 2.....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงแผนผังที่ตั้งส่วนต่างๆภายในโรงงานไทยฟู้ดส์.....	3
2. แสดงผังกระบวนการผลิตอาหารสัตว์.....	11
3. แสดงกระบวนการผลิตอาหารสัตว์.....	12
4. แสดงการวิเคราะห์โดยเทคนิค NIR.....	13
5. แสดงระบบพาเลทไทเซอร์แมชชีนแบบหุ่นยนต์จัดเรียงสินค้า.....	15
6. แสดงพาเลทจัดเก็บในคลังอาหารสำเร็จรูป.....	15
7. แสดงรถไซโลบรรทุกอาหารประเภทBulk.....	16
8. แสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์.....	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่	หน้า
1. อาหารทดลองเบอร์ 413ARA26 อาหารสุกรน้ำหนัก 26 ถึง 60 กิโลกรัม.....	40
2. อาหารทดลองเบอร์ 781ASB26 อาหารโคอุ้มท้องและโคให้นม.....	40
3. ภายในคลังเก็บอาหารสำเร็จรูป.....	41
4. เครื่อง Humidity meter วัดความชื้นสัมพัทธ์.....	41
5. เก็บตัวอย่างอาหารสำเร็จรูป.....	42
6. ใบส่งตัวอย่างห้องปฏิบัติการ.....	42
7. ระบุรายละเอียดของตัวอย่างอาหาร.....	42
8. ชั่งน้ำหนักกระสอบอาหาร.....	43
9. ลักษณะทางกายภาพ.....	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การสูญเสียความชื้น (Shrink moisture) เป็นการสูญเสียคุณภาพของอาหารนับว่ามีความสำคัญ ต่อปริมาณน้ำหนักของอาหารสัตว์ หรือวัตถุดิบอาหารสัตว์ในระหว่างการรับเข้า การผลิต การจัดการ และการเก็บรักษา ซึ่งในอาหารสัตว์ควรมีความชื้นในระดับไม่ควรเกิน 13% เพื่อความปลอดภัยของอาหาร เนื่องจากอาหารสัตว์สำเร็จรูป หากอาหารมีความชื้นสูง อาหารเกิดการจับกลุ่ม เกาะติดกันเป็นก้อน หากมีความชื้นเกินสามารถทำให้อาหารแห้ง และแข็ง จะส่งผลต่อลักษณะรูปร่าง และความน่ากินของอาหาร ทำให้การย่อยได้ของอาหารสัตว์ลดลง นอกจากความชื้นที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารมีการเปลี่ยนแปลงแล้ว ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ยังเป็นส่วนบ่งชี้ถึงคุณภาพ และอายุการเก็บรักษา เนื่องจากเป็นสิ่งสามารถบอกลักษณะที่จุลินทรีย์ และเชื้อรา สามารถเจริญเติบโต ส่งผลให้คุณภาพของอาหารลดลง ซึ่งในกระบวนการผลิตมีขั้นตอนการเพิ่ม และลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ตรงตามมาตรฐานกำหนด เพื่อลดปัญหาการสูญเสียคุณภาพของอาหารในระหว่างการเก็บรักษา และความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายให้แก่เกษตรกร เพื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ให้ได้รับผลประโยชน์มากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการสูญเสียความชื้นของอาหารสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อศึกษาความชื้น ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมีผลต่อน้ำหนักของอาหาร และลักษณะทางกายภาพที่อาจเกิดเปลี่ยนแปลงระหว่างการจัดเก็บ เพื่อนำมาปรับใช้ในการจัดเก็บอาหารสำเร็จรูปให้มีประสิทธิภาพป้องกันการเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลให้เกิดความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษาภายในคลังอาหารสำเร็จรูปก่อนจัดจำหน่ายไปยังเกษตรกร

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 โรงงานอาหารสัตว์ไทยฟู้ดส์อาหารสัตว์

2.1.1 การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ (Raw Material : RM) ทำหน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบโดยการสุ่มเก็บตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบลักษณะทางกายภาพเบื้องต้น ได้แก่ สี กลิ่น การปลอมปน ของวัตถุดิบเบื้องต้น เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบเบื้องต้นแล้วจะมีการนำตัวอย่างไปส่งห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีชีวภาพ และ หาค่าโภชนะ

2.1.2 การตรวจสอบคุณภาพระหว่างการผลิต (Inline) เป็นการตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ระหว่างทำการผลิต

2.1.3 คลังเก็บวัตถุดิบ เป็นสถานที่เก็บวัตถุดิบ สารเสริม แร่ธาตุ ที่มีการจัดการตามการเก็บที่เหมาะสมกับชนิดวัตถุดิบ ภายในคลังจะมีการแบ่งสัดส่วนพื้นที่ในการจัดเก็บวัตถุดิบ แยกเป็นประเภท เบ้าท์ และกระสอบ

2.1.4 ซิโล (Silo) เป็นถังขนาดใหญ่ทำจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน สามารถเก็บวัตถุดิบได้ปริมาณมาก ทำหน้าที่จัดเก็บวัตถุดิบ เช่น ข้าวโพด ปลายข้าว ข้าวสาลี เมล็ดถั่วเหลือง กากถั่วเหลือง โดยภายในซิลโจะมึระบบกันความชื้น และมีการระบายอากาศ ซึ่งมีการควบคุมสภาพการเก็บรักษา และมีการกระจายวัตถุดิบที่ต้องการไปยังกระบวนการผลิต

2.1.4.1 ซิโลเหล็ก การทำงานของซิลโเหล็กจะเป็นแบบควบคุมโดยเจ้าหน้าที่

2.1.4.2 ซิโลปูน มีขนาดใหญ่ ใช้เก็บวัตถุดิบ เช่น ข้าวโพด เมล็ดถั่ว ข้าวสาลี ปลายข้าว กากและรำต่างๆ มีการทำให้วัตถุดิบเคลื่อนที่โดยจะใช้การรวนวัตถุดิบในถัง เพื่อไม่ให้วัตถุดิบจับตัวเป็นก้อน และได้ระบายความชื้นภายในถัง ซิโลปูนเป็นระบบที่มีการตรวจความชื้นอัตโนมัติ

2.1.5 โรงผลิตเชื้อเพลิงและไอน้ำ โดยเครื่องกำเนิดไอน้ำหรือหม้อไอน้ำ (Boiler) เป็นอุปกรณ์สำหรับการผลิตไอน้ำ กระบวนการผลิตไอน้ำเริ่มต้นจากการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ ทำให้น้ำในหม้อไอน้ำระเหยกลายเป็นไอ เนื่องจากการระเหยของน้ำถูกจำกัดอยู่ในพื้นที่ของหม้อน้ำ จึงทำให้เกิดความดันที่นำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิต หรือขับเคลื่อนเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.6 คลังเก็บอาหารสำเร็จรูป ทำหน้าที่ในการ รับ-จ่าย อาหารสำเร็จรูป และทำการจัดเก็บตามลำดับ ตามหลักการผลิตก่อนส่งออกขายก่อน (First in First out) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงแผนผังที่ตั้งส่วนต่างๆภายในโรงงานอาหารไทยฟู้ดส์

ที่มา: <https://www.google.co.th/maps>

2.2 การรับวัตถุดิบ

ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์สำเร็จรูป การจัดสรรหาวัตถุดิบที่ดีเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต และการจัดเก็บไม่ให้วัตถุดิบเสื่อมคุณภาพ ควรมีการตรวจสอบคุณภาพเพื่อให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด โดยใช้เครื่อง NIR (Near infrared spectroscopic) ซึ่งสามารถให้ผลวิเคราะห์ได้ภายใน 2-3 นาที โดยสามารถให้ผลวิเคราะห์ออกเป็นค่าความชื้น โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย หากตรวจสอบแล้วผลการวิเคราะห์ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด จะเข้าสู่กระบวนการชั่งน้ำหนัก และลงวัตถุดิบตามสถานที่จัดเก็บ โดยในส่วนของวัตถุดิบต้องมีการลดความชื้นก่อนการจัดเก็บ เช่น เมล็ดข้าวโพดจะลำเลียงผ่านระบบลำเลียงเพื่อคัดแยกสิ่งแปลกปลอม และเครื่องลดความชื้น เพื่อให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานเพื่อรอการเข้ากระบวนการผลิต ส่วนวัตถุดิบที่ต้องทำให้สุก เช่น ถั่วเหลือง เมล็ดข้าวโพด จะมีการแยกสิ่งปลอมปน และย่อยขนาดโดยผ่านเข้าเครื่องบด แล้วนำเข้าสู่กระบวนการนึ่งด้วยเครื่อง Extruder เพื่อให้วัตถุดิบมีความสุกตามมาตรฐานนำไปจัดเก็บตามสถานที่ที่กำหนดเพื่อรอการดึงไปใช้ในการผลิตอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วัตถุดิบอาหารสัตว์

2.3.1 ประเภทพลังงาน

2.3.1.1 ข้าวโพด เป็นวัตถุดิบอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญหาได้ง่ายใช้ในอาหารไก่และสุกร ข้าวโพดเมล็ดสีเหลืองมีปริมาณแคลอรีที่ช่วยให้สีของเนื้อไก่ และไข่แดงมีสีที่เข้มขึ้น ในอาหารสุกร และสัตว์ปีกสูงถึง 3,168-3,370 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม มีโปรตีนประมาณ 8-9% และมีกรดอะมิโนจำเป็น ได้แก่ โลซีน ทรีโทเฟน และเมทไธโอนีนต่ำ ในส่วนของระดับแคลเซียมต่ำ แต่ฟอสฟอรัสกลับสูง ดังแสดงในตารางที่ 1 ข้าวโพดที่มีความชื้นสูงเชื้อราสามารถเกิดขึ้นได้ง่าย และการปนเปื้อนของสารพิษที่สำคัญคือ อัลฟาโทกซิน ซึ่งเกษตรกรควรระมัดระวังในการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยทั่วไปสามารถใช้ข้าวโพดได้โดยไม่มีข้อจำกัด แต่หากใช้ข้าวโพดในระดับสูงในสุกรขุนทำให้สุกรมีมันเหลว ไม่ตอบสนองของผู้บริโภค และไม่เป็นที่ต้องการของตลาด สำหรับอาหารเป็ด เนื่องจากเป็ดมีความทนทานต่อสารพิษอัลฟาโทกซินได้ค่อนข้างต่ำ (กองอาหารสัตว์, 2529) ข้อแนะนำในการใช้ ควรบดเมล็ดข้าวโพดให้ละเอียดก่อนนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์ เพราะสัตว์ไม่สามารถย่อย เมล็ดข้าวโพดทั้งเมล็ดได้ ควรเลือกใช้ข้าวโพดที่แห้งสนิทไม่มีราและไม่มีสิ่งอื่นปลอมปน เช่น ชังข้าวโพดควรเลือกซื้อข้าวโพดมาบดเองดีกว่าซื้อข้าวโพดบดสำเร็จรูปเนื่องจากข้าวโพดบดมักพบสิ่งปลอมปนสูง เช่น แกลบ หินฝุ่น เป็นต้น

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของข้าวโพด

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
ความชื้น	13.00
โปรตีน	8.00
ไขมัน	4.00
เยื่อใย	2.50
เถ้า	1.30
แคลเซียม	0.01
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.10

ที่มา: สมคิด (2550)

2.3.1.2 ปลายข้าว (Rice broken) เป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว ซึ่งจะได้ส่วนของปลายข้าวประมาณ 15% ปลายข้าวจัดได้ว่าเป็นวัตถุดิบให้ พลังงานที่มีความสำคัญยิ่ง มีอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีคุณสมบัติให้พลังงานสูง มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสุกร และสัตว์ปีกเท่ากับ 3,596 และ 3,500 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม มีโปรตีนประมาณ 8% มีไขมัน และเยื่อใยต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 2 เก็บไว้ใช้ได้ยาวนานโดยไม่หืน ซึ่งสามารถใช้ได้อย่างเต็มที่ในสูตรอาหารสุกร และสัตว์ปีก โดยไม่มีข้อจำกัดในการใช้ ข้อเสนอแนะในการใช้ ไม่ควรใช้ปลายข้าวเหนียวล้วนๆ ในสูตรอาหารสุกร เพราะจะทำให้สุกรท้องผูกหรือถ้าใช้ปลายข้าวเหนียวล้วนๆ ในสูตรอาหารก็ควรเติมวัตถุดิบที่ช่วยระบาย (กองวัตถุดิบอาหารสัตว์, 2549) เช่น รำละเอียดควรเลือกใช้ปลายข้าวที่มีขนาดเล็ก เพราะสุกร และสัตว์ปีกจะย่อยได้ดีกว่าปลายข้าวที่มีขนาดใหญ่ แต่ถ้าไม่สามารถเลือกได้ ก็ควรนำปลายข้าวเม็ดใหญ่มาบดให้มีขนาดเล็กกลงก่อนที่จะนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของปลายข้าว

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
ความชื้น	12.00
โปรตีน	8.00
ไขมัน	0.90
เยื่อใย	1.00
เถ้า	0.70
แคลเซียม	0.03
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.04

ที่มา: สมคิด (2550)

2.3.1.3 มันสำปะหลัง (Cassava root) มีการนำมันสำปะหลังมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของมันเส้น โดยการนำหัวมันสำปะหลังสดมาบดหรือไม่เป็นขนาดเล็กๆ แล้วทำให้แห้งเป็นเวลา 3-5 วัน มีแห้งประมาณ 75-80% ให้พลังงานใกล้เคียงกับข้าวโพด และมีโปรตีนต่ำประมาณ 2% ดังแสดงในตารางที่ 3 มันสำปะหลังสดไม่ควรนำมาเป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากมีสารพิษที่เป็นกรดไฮโดรไซยานิก ต้องผ่านกระบวนการลดสารพิษลงก่อนนำมาเป็นมันเส้น หรือมันหมัก ในส่วนของสูตรอาหารที่มีมันเส้นสูงมักควรเสริมโปรตีนที่มีคุณภาพที่ดี เนื่องจากในมันสำปะหลังมีระดับโปรตีนต่ำทำให้ราคาอาหารที่ผสมรวมด้วยจึงมีราคาสูงขึ้น และเป็นเหตุทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่นิยมนำมันสำปะหลังมาใช้ ยกเว้นในช่วงที่มีราคาต่ำ มันเส้น หรือมันหมักหากยังคงมีสารพิษหลงเหลือสารเป็นเอกสารที่ส่งวนเวียนสำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลืออยู่ควรใช้ไม่เกิน 20% ในสูตรอาหารของสุกรเล็ก และลูกไก่เล็ก (สุกัญญา, 2530) ส่วนในข้อเสนอนี้ ควรบดให้ละเอียดก่อนนำไปใช้ผสมอาหารเลี้ยงสัตว์ อาหารที่ใช้มันเส้นบดจะมีความเป็นฝุ่นมาก ควรเสริมไขมันในระดับ 1-3% อาจมีการใช้วิธีการอัดเม็ดอาหาร หรือให้อาหารในรูปแบบเปียก ควรเลือกไขมันเส้นเมื่อมีราคาต่ำกว่าข้าวโพด หรือปลายข้าว

ตารางที่ 3 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของมันสำปะหลัง

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
ความชื้น	10.00
โปรตีน	2.50
ไขมัน	0.75
เยื่อใย	3.70
เถ้า	3.70
แคลเซียม	0.12
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.05

ที่มา: สมคิด (2550)

2.3.1.4 รำละเอียด (Rice bran) เป็นเศษวัสดุที่เหลือจากการสีข้าวเช่นเดียวกับปลายข้าว เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในสูตรอาหารสุกร หรือสัตว์ปีก มีคุณสมบัติและข้อจำกัดในการใช้ ให้โปรตีนถึง 12% ดังแสดงในตารางที่ 4 หากเป็นรำที่ได้จากโรงสีขนาดกลาง ให้มีโปรตีนเพียงแค่ 7% เนื่องจากมีส่วนของแกลบปนอยู่มากมีไขมันสูง 12-13% ทำให้มีกลิ่นหืนง่ายเก็บได้ไม่นาน มีวิตามินบีชนิดต่างๆสูง ยกเว้นไนอะซิน สัตว์นำมาใช้ประโยชน์ได้น้อย แต่มีคุณสมบัติเป็นยาระบาย หากใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารสัตว์ปริมาณที่สูง จะทำให้สัตว์ถ่ายอุจจาระเหลวไม่ควรใช้ประกอบสูตรอาหารสุกรเล็ก ระยะหย่านม ถึง 10 สัปดาห์ เนื่องจากมีปริมาณเยื่อใยสูง ข้อแนะนำ ควรใช้รำละเอียดที่สดใหม่ ไม่มีกลิ่นหืน ไม่ควรเก็บรำละเอียดไว้เกิน 1 เดือน เพราะรำละเอียดจะเริ่มหืนสัตว์ไม่ชอบกินในสุกรระยะเจริญเติบโต (น้ำหนัก 20-60 กก.) ไม่ควรเกิน 30% ในสูตรอาหาร สามารถใช้รำละเอียดผสม ในอาหารสุกรพ่อแม่พันธุ์ได้มากกว่า 30% ในสูตรอาหารในอาหารไก่เนื้อไม่ควรใช้รำละเอียดเกิน 10% ควรเลือกซื้อรำที่ใหม่ และไม่มีการปลอมปนด้วย วัสดุต่างๆ (Rukcom, 2019)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของรำละเอียด

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
ความชื้น	12.00
โปรตีน	12.00
ไขมัน	12.00
เยื่อใย	11.00
เถ้า	10.90
แคลเซียม	0.06
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.47

ที่มา: สมคิด (2550)

2.3.2 ประเภทโปรตีน

2.3.2.1 กากถั่วเหลือง (Soybean meal) เป็นเศษวัตถุดิบเหลือใช้จากโรงงานสกัดน้ำมันถั่วเหลืองมี 2 ชนิด คือ กากถั่วเหลืองที่ได้จากการอัดน้ำมัน และกากถั่วเหลือง ผ่านการสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี โดยมีข้อจำกัดในการใช้ กากถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนสูง น้อยกว่าปลาป่นที่มีโปรตีนถึง 42-48% ขึ้นอยู่กับกระบวนการสกัดน้ำมัน มีไขมัน 1-4% ระดับธาตุแคลเซียม และฟอสฟอรัสต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 5 กากถั่วเหลืองที่ได้รับความร้อนไม่เพียงพอ โดยเฉพาะกากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน ก่อให้มีสารยับยั้งทริปซินหลงเหลืออยู่ในระดับสูง มีผลทำให้การย่อยได้ลดลง โดยเฉพาะในสัตว์เล็ก เจริญเติบโตได้ช้า ในกรณีที่กากถั่วเหลืองได้รับความร้อนปริมาณมากเกินไป จะเกิดสีน้ำตาลคล้ำและเหม็นไหม้ ทำให้คุณภาพโปรตีนต่ำลง ส่งผลให้การย่อยได้ของไลซีน ลดลง ไม่ควรนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะในสัตว์เล็ก ข้อแนะนำในการใช้ การใช้กากถั่วเหลืองในระดับสูง จะต้องเสริมธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินบีรวมในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ การเลือกซื้อควรสังเกตดูว่า กากถั่วเหลืองนั้นไม่ดิบหรือสุกจนเกินไป สังเกตได้โดยการดูจากสี หรือโดยการชิม เช่น กากถั่วเหลืองที่สุกไม่ถึงโดยเฉพาะกากถั่วเหลืองแบบอัดน้ำมัน ถ้าชิมดูจะมีรสและกลิ่นเหม็นเขียวเหมือนถั่วเหลืองดิบ ในอาหารสัตว์เล็กควรเลือกใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันเนื่องจากปลอดภัยมากกว่าการใช้กากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน (Rukcom, 2019)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลือง

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
ความชื้น	10.00
โปรตีน	44.00
ไขมัน	1.00
เยื่อใย	7.00
เถ้า	6.00
แคลเซียม	0.25
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.20

ที่มา: สมคิด (2550)

2.3.2.2 กากมะพร้าว (Coconut meal) เป็นเศษวัสดุที่นับเป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันมะพร้าว มีคุณสมบัติและขอบเขตในการใช้ คือ มีโปรตีน 18-21% ดังแสดงในตารางที่ 6 หากใช้กากมะพร้าวจากการคั้นกะทิมีโปรตีนเพียงแค่ 1.2% แต่กลับมีเยื่อใยสูงถึง 12% ซึ่งสามารถนำมาใช้ในสูตรอาหารได้น้อย เนื่องจากมีปริมาณไขมันสูงทำให้มีกลิ่นเหม็นง่าย และยังมีคุณสมบัติเป็นไขมันประเภทอิ่มตัว หากนำมาใช้ผสมในสูตรอาหารในระดับสูงจะส่งผลให้ซากสัตว์ และ ฮีสทิตินซึ่งเป็นกรดอมิโนที่จำเป็นต่ำ ในการใช้กากมะพร้าวควรมีการเสริมด้วยวัตถุดิบชนิดอื่นที่มีไลซีนในระดับที่สูงร่วมด้วย ในสูตรอาหารสัตว์ปีกควรใช้กากมะพร้าวปริมาณไม่เกิน 15% และ สูตรอาหารสุกรไม่ควรเกิน 20% เนื่องจากกากมะพร้าวจากการคั้นกะทิ มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ ในสูตรอาหารสัตว์ระยะรุ่น-ขุน ควรใช้ในปริมาณที่ไม่เกิน 10% อีกทั้งควรมีการปรับเปลี่ยนสูตรอาหารให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์แต่ละชนิด และแต่ละช่วงวัย (Rukcom, 2019)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของกากมะพร้าว

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
ความชื้น	10.00
โปรตีน	21.00
ไขมัน	6.00
เยื่อใย	12.00
เถ้า	7.00
แคลเซียม	0.20
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.20

ที่มา: สมคิด (2550)

2.3.2.3 กากเรปซีด (Rapeseed meal) มีคุณสมบัติ และข้อจำกัดในการใช้ ได้มาจากการอัดน้ำมันของเมล็ดพืชตระกูลเรป (Rape) มีการนำเข้ามาใช้ผลิตเป็นอาหารสัตว์ช่วยทดแทนการขาดแคลนกากถั่วเหลือง ซึ่งมีโปรตีน 38% ไขมัน 3.8 % และ เยื่อใย 11.1% ดังแสดงในตารางที่ 7 โดยน้ำหนักแห้ง มีเมทไธโอนีนสูง เมื่อเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลือง กากเรปซีดในอดีต กลูโคซิโนเลต (Glucosinolate) มีสารพิษสูง แต่ในปัจจุบันมีสายพันธุ์เรปชนิดใหม่ เรียกว่าแคโนลา (Canola meal) สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนกากถั่วเหลืองได้ดี มีเยื่อใยในระดับที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลือง แต่มีความน่ากินน้อยกว่ากากถั่วเหลือง หากนำมาผสมอาหารในปริมาณมากเกินไปสัตว์อาจไม่กินอาหาร จึงมีข้อเสนอแนะในการใช้ คือ ในอาหารสุกรรุ่น-ขุน และ ในอาหารไก่เนื้อ สามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ในระดับ 10-15% และสูตรอาหารไก่ไข่ ใช้ในระดับที่ไม่ควรเกิน 12% (สุชน และคณะ, 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของกากเรปซีด

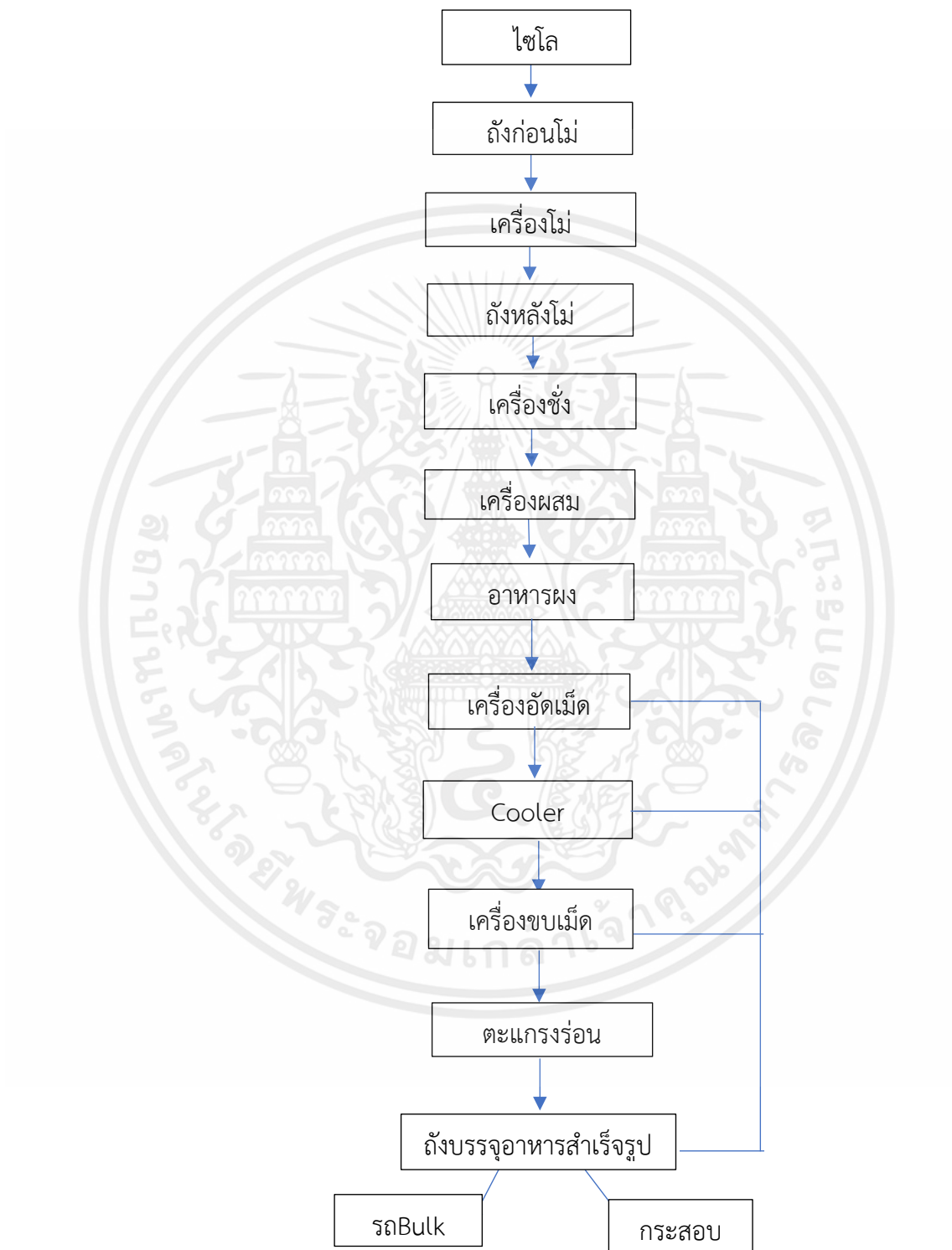
ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
แคลเซียม	0.68
โปรตีน	38.10
ไขมัน	2.70
เยื่อใย	15.70
ไลซีน	1.80
เมทไธโอนีน + ซีสตีน	1.70
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	1.17

ที่มา: สมคิด (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 กระบวนการผลิต

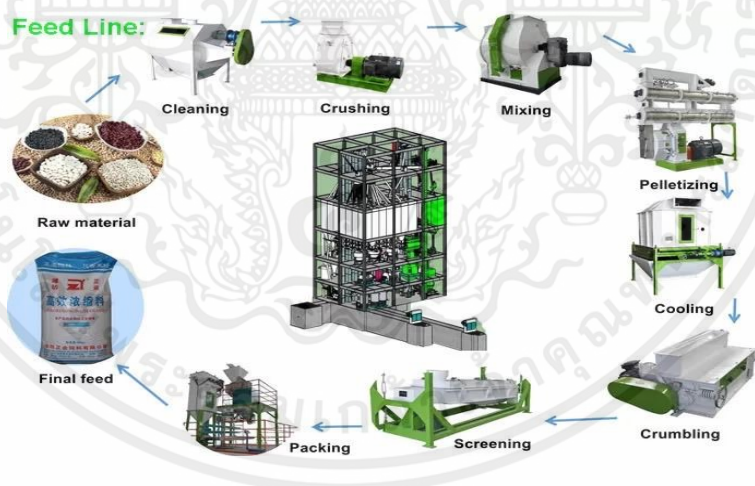
แผนผังกระบวนการผลิตอาหารสัตว์



ภาพที่ 2 แผนผังกระบวนการผลิตอาหารสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้วัตถุดิบตามที่ต้องการเข้าสู่กระบวนการผลิต ซึ่งวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ใช้ผสมในแต่ละสูตรอาหาร ถูกควบคุมการชั่งปริมาณตามที่ฝ่ายวิชาการกำหนดเพื่อให้ได้คุณค่าทางโภชนาการที่ครบถ้วน วัตถุดิบที่ได้มาตรฐานตามสูตรอาหารจะถูกคลุกเคล้ากับ Premix สารเสริม และ ของเหลวด้วยเครื่องผสม (Batch) ที่ถูกควบคุมโดยระบบ Computer machine control จากนั้นอาหารจะผ่านเครื่อง Feed Cleaner เพื่อทำการคัดแยกสิ่งแปลกปลอมประเภทโลหะ และอโลหะ เมื่อคัดแยกเสร็จจึงทำการลำเลียงไปเก็บยังถังอาหารผง เพื่อรอทำการอัดเม็ดโดยแยกเก็บตามอาหารแต่ละสูตร เมื่ออาหารลำเลียงเข้าสู่กระบวนการอัดเม็ดและขึ้นรูป อาหารผงต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อปรับสภาพอาหารและฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคโดยไอน้ำ ซึ่งช่วยเพิ่มความน่ากิน และอาหารไม่เป็นฝุ่น หลังจากนั้นเข้าสู่กระบวนการอัดเม็ด โดยอาหารเม็ดมีการฉีดไขมันก่อนและหลัง และเข้าสู่กระบวนการลดความร้อนเพื่อลดระดับความร้อนและความชื้นของอาหารสัตว์ เพื่อป้องกันและลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจเกิดจากความชื้น และป้องกันไม่ให้อาหารเกิดการเกาะกลุ่มและจับตัวเป็นก้อน ป้องกันการเกิดเชื้อรา ส่วนอาหารที่ต้องลดขนาดจะเข้าสู่เครื่องลดขนาดเพื่อให้ได้ตามขนาดมาตรฐาน หลังจากนั้นจะถูกลำเลียงผ่านเครื่องคัดแยกเศษโลหะก่อนลงสู่ถังเก็บอาหารสำเร็จรูป ดังแสดงในภาพที่ 3



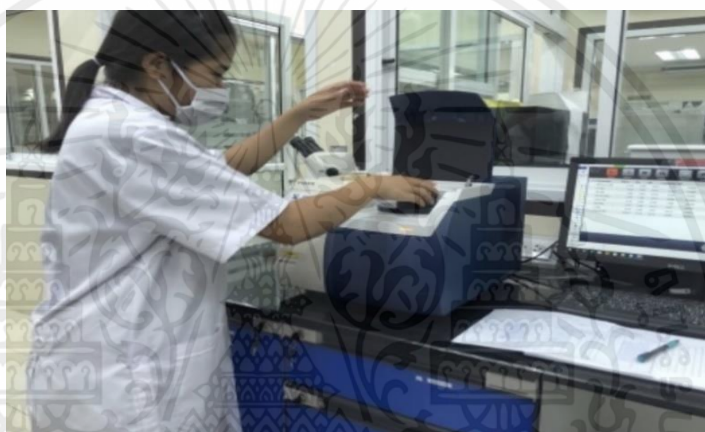
ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการผลิตอาหารสัตว์

ที่มา: AMEC (2525)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ

2.5.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค (Near Infrared Instrument : NIR) ใช้สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณองค์ประกอบต่างๆ เช่น ความชื้น โปรตีน ไขมัน กาก หรือ Parameter อื่นๆ ของอาหารสัตว์ และวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยอาศัยความสัมพันธ์ของการดูดกลืนแสงในช่วงอินฟราเรดย่านใกล้ ข้อมูลสเปกตรัมในช่วงอินฟราเรดย่านใกล้ถูกเก็บ และเปลี่ยนเป็นปริมาณหรือความเข้มข้นขององค์ประกอบ โดยอาศัยสมการเทียบมาตรฐานที่สร้างจากตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรที่น่าสนใจ โดยคลื่นแสง NIR จะมีความยาวคลื่นที่ 770-2500 nm



ภาพที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค NIR

2.5.2 การวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ (Wet Chemistry) หรือ ห้องปฏิบัติการทดลอง เป็นห้องปฏิบัติการประเภทหนึ่งซึ่งจำเป็นต้องใช้สารเคมีประเภทต่างๆ และมีความเสี่ยงที่จะ "เปี้ยว" ดังนั้น ห้องจึงต้องได้รับการออกแบบ และควบคุมอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดการรั่วไหล และการปนเปื้อน

2.5.2.1 การวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analysis) เป็นการวิเคราะห์ความชื้นด้วยวิธีการอบทำให้แห้ง (Drying Method) เป็นการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นทางอ้อม (Indirect Method) โดยคำนวณจากน้ำหนักตัวอย่างที่หายไป ค่าความชื้นที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะมีค่าความชื้นรวมกับสารระเหยได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ดังนั้นค่าความชื้นจึงไม่ใช่ค่าความชื้นที่แท้จริง แต่การหาความชื้นด้วยวิธีนี้สามารถทำได้ง่าย สะดวก และราคาถูก โดยใช้หลักการของจุดเดือดของน้ำที่ 100°C น้ำจะเปลี่ยนสภาพกลายเป็นไอและระเหยหายไปโดยวิธีนี้เป็น การนำตัวอย่างวัตถุดิบและอาหารสัตว์ที่ผ่านการบดละเอียด ใส่ภาชนะเข้าไปอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลานานจนมีน้ำหนักคงที่ และคิดค่าน้ำหนักที่หายไปเป็นค่าของความชื้นหรือน้ำที่ระเหยออกไปจากตัวอย่าง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2 การวิเคราะห์หาค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity : aw) เป็นการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ในภาชนะปิดโดยใช้เซนเซอร์มี 2 แบบคือ

1) ตัวเก็บประจุ (Capacitance Relative Humidity Sensor) วัดได้จากความชื้นสัมพัทธ์เหนืออาหารในสภาวะสมดุล (Equilibrium Relative Humidity, ERH) หารด้วย 100

$$Aw = ERH/100$$

2) เซนเซอร์สะท้อนกระจกจุดอิมิตัว (Chilled-Mirror Dewpoint Sensor) อัตราส่วนของความดันไอ (Vapor Pressure) ของน้ำในอาหาร (P) ต่อความดันไอน้ำบริสุทธิ์ (Po) ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

$$Aw = P/Po$$

ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity) เริ่มตั้งแต่ 0-1 เป็นช่วงที่ทำให้อาหารมีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ทำให้การเก็บรักษาอาหารได้นานขึ้น

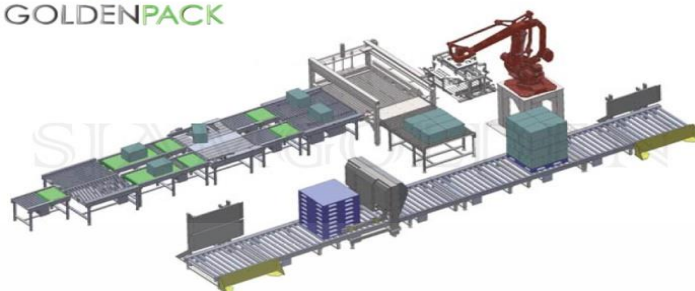
2.6 การบรรจุอาหารสำเร็จรูป

แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.6.1 อาหารถุง (Bag) ในการบรรจุจะมีการพิมพ์วันที่ผลิต วันล่วงอายุ ลำดับการผลิต บนบรรจุภัณฑ์ ซึ่งวันล่วงอายุ จะนับจากวันที่ผลิตไป 3 เดือน โดยขั้นตอนบรรจุจะมีแม่เหล็กดักจับโลหะก่อนการบรรจุ เพื่อป้องกันการหลุดรอดของโลหะลงไปในถุงอาหาร และมีการตรวจสอบการบรรจุโดยการวัดอุณหภูมิขณะบรรจุ รวมทั้งชั่งน้ำหนักบรรจุ ใช้การจัดเรียงสินค้าบนพาเลท โรบอทหุ่นยนต์ (Palletizer Machine) เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับระบบจัดเรียงสินค้าบนพาเลทอย่างเป็นระเบียบ ซึ่งสามารถกำหนดลักษณะการใช้งานที่หลากหลายของบรรจุภัณฑ์ หรือ วัสดุผลิตภัณฑ์สินค้าที่แตกต่างกันตามที่ต้องการ

เหมาะสำหรับการใช้งานในระบบบรรจุภัณฑ์ ระบบขนส่ง และระบบโลจิสติกส์ โรบอทหุ่นยนต์จัดเรียงพาเลท ที่เป็นเครื่องจักรสำหรับหยิบจับ และจัดวางวัสดุบนพาเลทที่ละชิ้น ทำให้ช่วยประหยัดเวลาอย่างมากในขั้นตอนจัดเรียงสินค้าจัดวางบนพาเลท จัดเรียงสินค้าในโกดัง จัดเรียงสินค้าในสต็อกสินค้า ช่วยสร้างศักยภาพพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ กระบวนการทำงานที่มีความมั่นคงและยั่งยืน ประหยัดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนการทำงานอย่างเห็นพบได้อย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงระบบพาเลทไทเซอร์แมชชีนแบบหุ่นยนต์จัดเรียงสินค้า
ที่มา: บริษัท Goldenpack (2565)



ภาพที่ 6 แสดงพาเลทจัดเก็บในคลังอาหารสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 รถไซโลบรรทุกอาหารสัตว์ (Bulk) โดยอาหารจะถูกปล่อยลงรถไซโล ซึ่งรถไซโลจะถูกตรวจสอบความสะอาดทั้งภายนอกและภายในก่อนขึ้นอาหาร ส่วนการจัดเก็บใส่ถุง จะเก็บไว้ในคลังอาหารสำเร็จรูปที่ได้มาตรฐาน โดยแยกตามรหัสสินค้า วันที่ผลิต และเลข Lot สินค้า



ภาพที่ 7 แสดงรถไซโลบรรทุกอาหารประเภท Bulk

2.7 บรรจุกฎเกณฑ์ (วิภาดา, 2566)

บรรจุกฎเกณฑ์ หมายถึง สิ่งห่อหุ้ม และรวบรวมผลิตภัณฑ์ปกป้องผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายในให้มีสภาพปลอดภัย สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เพื่อสะดวกต่อการขนส่งอำนวยความสะดวกประโยชน์ในทางการค้า และการบริโภค

2.7.1 บรรจุกฎเกณฑ์อาหารมีหน้าที่คุ้มครอง และบรรจุกฎเกณฑ์อาหารในการจำหน่าย เพื่อสนองความต้องการของผู้ซื้อ และผู้บริโภคด้วยต้นทุนที่เหมาะสม หน้าที่ของบรรจุกฎเกณฑ์อาหารแบ่งออกได้ ดังนี้

2.7.1.1 บรรจุกฎเกณฑ์อาหาร (Containment) เป็นหน้าที่หลักของบรรจุกฎเกณฑ์โดยทำหน้าที่ในการบรรจุใส่ผลิตภัณฑ์อาหาร โดยการชั่ง ตวง วัด หรือนับ บรรจุกฎเกณฑ์ต้องสามารถบรรจุห่อหุ้มและรวบรวมผลิตภัณฑ์ไว้ด้วยกัน เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการขนย้าย และการเก็บรักษา

2.7.1.2 ปกป้องคุ้มครองผลิตภัณฑ์ (Protection) บรรจุกฎเกณฑ์ต้องสามารถปกป้องคุ้มครองผลิตภัณฑ์จากปัจจัยภายนอก ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และทำหน้าที่ในการรักษาคุณภาพของอาหารที่สำคัญ ได้แก่ การใช้วัสดุที่ป้องกันอากาศซึมผ่าน ป้องกันแสงส่องกันก๊าซเฉื่อยที่ฉีดเข้าไปชะลอปฏิกิริยาชีวภาพ ป้องกันความชื้น ความร้อน จุลินทรีย์ และแรงการกระทำจากภายนอกที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์เสียรูป แตกหัก ไหลซึม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเขียนเพื่อการค้าเท่านั้น เมื่อผู้จำหน่ายเห็นแจ้งประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.3 การนำผลิตภัณฑ์มาใช้เป็นไปอย่างสะดวก (Convenience) ทั้งนี้เพื่อให้ความสะดวก ในการนำไปใช้ของผู้บริโภค และเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และขนส่งสินค้า ไปยังแหล่งผลิตหรือแหล่งขายของผู้ผลิต และแหล่งจำหน่าย

2.7.1.4 การให้ข้อมูลของอาหารแปรรูป (Information) บรรจุภัณฑ์ต้องมี หน้าที่ในการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์แก่ผู้บริโภค ได้แก่ ข้อมูลทางด้านโภชนาการ ส่วนประกอบของอาหารวันที่ผลิต วันที่หมดอายุ คำแนะนำ ปริมาตร หรือน้ำหนักสุทธิ วิธีการใช้ สรรพคุณ ข้อควรระวังในการใช้ ชื่อที่อยู่ผู้ผลิต เครื่องหมายเลขทะเบียน หรือเลขอนุญาตจาก คณะกรรมการอาหารและยา (อย.) หรือมาตรฐานอื่นๆ เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.)

2.7.1.5 ทำหน้าที่ส่งเสริมการขาย (Promotion) ทั้งนี้เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่ ออกแบบสวยงามสามารถใช้เป็นสื่อโฆษณา และเป็นสิ่งจูงใจให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อเพิ่มขึ้น เช่น การมี ของแถมการมีรูปตราติดอยู่

2.7.1.6 ทำให้สามารถตั้งราคาขายเพิ่มขึ้นได้ เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม จะช่วยเพิ่มมูลค่า (Value added) ให้กับสินค้า และดึงดูดความสนใจในสินค้า และเครื่องหมายการค้า ส่งผลให้ราคาสูงขึ้นได้

2.7.1.7 การเพิ่มปริมาณการขาย โดยการกระจายรูปแบบขายปลีกในบรรจุ ภัณฑ์อีกชั้นหนึ่ง เช่น บะหมี่สำเร็จรูปที่มีการบรรจุรวมตั้งแต่ 1 โหล หรือ 1 ลัง

2.7.1.8 ให้ความถูกต้องรวดเร็วในการขาย โดยการพิมพ์บาร์โค้ดบนบรรจุ ภัณฑ์ ทำให้คนคิดเงินสามารถคิดเงิน โดยให้เครื่องอ่านบาร์โค้ดทำหน้าที่แทนทำให้เกิดความถูกต้อง และรวดเร็ว

2.7.1.9 เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องจักร (Machinability) เนื่องจากใน ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตอาหารมีการใช้เครื่องจักรมากกว่าแรงงานคน เพื่อผลิตสินค้าให้มี มาตรฐาน และมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น บรรจุภัณฑ์จึงต้องตอบสนองการทำงานของเครื่องจักรได้ดี

2.7.2 พลาสติกที่นิยมใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหาร ในอุตสาหกรรมอาหารมีการนำพลาสติกมา ผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์อาหาร เป็นจำนวนมากซึ่งพลาสติกที่นิยม ได้แก่

2.7.2.1 พอลิเอทิลีน (Polyethylene: PE) เป็นพลาสติกประเภทที่ใช้กันมาก ที่สุดในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากพอลิเอทิลีนที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไปและส่วนใหญ่ราคา ก่อนข้างต่ำ แบ่งเป็น 3 ประเภทตามความหนาแน่น คือ

1) พอลิเอทิลีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene : LDPE) หรือถุกย่น นิยมใช้ในรูปของฟิล์ม ถุก หรือใช้เคลือบกระดาษ แผ่นอลูมิเนียม หรือพลาสติกใช้ผลิตขวด พลาสติก เช่น ขวดบรรจุน้ำดื่มชนิดขวดขุ่น และฝาชนิดต่างๆ พอลิเอทิลีน ที่มีความหนาแน่นต่ำไม่สามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิน้ำเดือด จึงไม่ควรใช้บรรจุอาหารร้อน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถป้องกันเข้า-ออกของไอน้ำได้ดี แต่ป้องกันการเข้า-ออกของแก๊สได้ต่ำ นอกจากนี้ยังไม่เหมาะสมกับการบรรจุอาหารที่มีไขมันมาก เนื่องจากไขมันจะซึมผ่านพลาสติกนี้ออกมาได้ พลาสติกชนิดนี้นิยมใช้เป็นชั้นฟิล์มสำหรับปิดผนึกด้วยความร้อน ไม่ได้ เช่น กระดาษและแผ่นอลูมิเนียม หรือใช้เคลือบพลาสติกที่ปิดด้วยความร้อน ได้ยาก เช่น ไนลอน (Nylon) และพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลท

2) พอลิเอทิลีนความหนาแน่นปานกลาง (Mineral Density Polyethylene :MDPE) มีคุณสมบัติทั่วไปคล้ายพอลิเอทิลีน ที่มีความหนาแน่นต่ำแต่จะแข็งแรงกว่า และนิยมใช้สำหรับปิดผนึกด้วยความร้อน และใช้เป็นฟิล์มยืดสำหรับห่ออาหาร เป็นต้น

2.7.2.2 พอลิโพรพิลีน (Polypropylene : PP) มักจะรู้จักพลาสติกชนิดนี้ในรูปแบบของถุงร้อน ด้วยคุณสมบัติเด่นของพอลิโพรพิลีนที่มีความใส ช่วยป้องกันความชื้นได้ดี มีความแข็งแรง และทนทาน ทนต่อความร้อน และสารเคมี นิยมใช้ในรูปของฟิล์มสำหรับห่ออาหาร ถุงบรรจุอาหารถุงร้อน ขวด และถาด มีความสามารถในการป้องกันการซึมผ่านของแก๊ส ไอน้ำ และไขมัน

2.7.2.3 พอลิสไตรีน (Polystyrene : Ps) เป็นพลาสติกที่นิยมใช้ในรูปของบรรจุภัณฑ์คงรูป และกึ่งคงรูปมากเนื่องจากสามารถขึ้นรูปได้ง่าย และสามารถออกแบบให้มีลวดลายสวยงามได้ รูปแบบภาชนะบรรจุที่พบมากได้แก่ ถ้วยชาม แก้วน้ำ ถาดอาหารขนาดเล็ก ๆ ขวดนม เปรี้ยว เป็นต้น อย่างไรก็ตามฟิล์มพอลิสไตรีนก็มีการใช้สำหรับบรรจุอาหารมากพอสมควร เช่น ใช้ในการห่อผักสด เนื่องจากพอลิสไตรีนยอมให้แก๊ส และไอน้ำผ่านได้ดี สำหรับฟิล์มโอเรียนทัลพอลิสไตรีน (Oriented Polystyrene : OPS) มีความใสและแข็งแรงกว่าฟิล์มพอลิสไตรีนธรรมดา นิยมใช้เป็นแผ่นปิดช่องหน้าต่างของกล่องกระดาษ และฟิล์มหดรัดสำหรับห่อสินค้าหรือรวบรวมสินค้าหลายชิ้นไว้ด้วยกัน พอลิสไตรีนโดยทั่วไปจะกรอบ เปราะ ใส ป้องกันการซึมผ่านของแก๊ส ไอน้ำ และไขมันได้ต่ำ ทนทานความร้อนได้ต่ำ ไม่ควรใช้บรรจุอาหารที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส

2.7.2.4 พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride : PVC) นิยมใช้ในการบรรจุอาหารทั้งรูปแบบภาชนะคงรูป และภาชนะอ่อนตัว คุณสมบัติเด่นของพอลิไวนิลคลอไรด์ คือ มีความแข็งแรง ใส เหนียว และทนทาน สามารถป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดี

2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอาหารสำเร็จรูป

2.8.1 ความชื้น (Moisture Content) แสดงถึงปริมาณน้ำที่อยู่ในอาหาร นับว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในอาหาร เนื่องจากความชื้นมีผลต่อการเสื่อมเสียคุณภาพของอาหาร (Food Spoilage) ที่เห็นได้ชัดเจนคือ การเสื่อมเสียของอาหารที่มีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์ (Microbial Spoilage) ทำให้มีผลกระทบต่ออายุการวางจำหน่าย (Shelf life) กรณีอาหารมีความชื้นหรือปริมาณน้ำสูงอาหารจะเสื่อมเสียได้ง่าย (Perishable Food) เนื่องจากอยู่ในสภาวะที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ทำให้อาหารเสื่อมเสีย เช่น แแบคทีเรีย ยีสต์ และ รา

ความชื้นมีผลต่อความปลอดภัยของอาหาร (Food Safety) เนื่องจากหากในอาหารมีปริมาณน้ำสูงจะเป็นสภาวะที่กระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์ (Pathogen) และการสร้างสารพิษ (Toxin) ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ รวมถึงการสร้างสารพิษของรา (Mycotoxin) เช่น อัลฟาที่ออกซิล และ พาฟูลิน ซึ่งเป็นเชื้อราที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ความชื้นมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงความร้อนของอาหารด้านต่างๆ เช่น จุดหลอมเหลว จุดเดือด การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) อีกทั้งความชื้นยังมีผลต่อคุณภาพทางรสสัมผัส ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคต่ออาหาร ได้แก่ เนื้อสัมผัส (Texture) เช่น ความกรอบ ความหนืด (Viscosity) การเกาะติดกันเป็นก้อน (Caking) ความชื้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่มีผลกระทบทางลบต่ออาหารระหว่างการเก็บรักษา เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning Reaction) ปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (Lipid Oxidation)

การทดสอบหาความชื้นเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากความชื้นมีผลต่อคุณภาพของอาหารในระหว่างกระบวนการผลิต การจัดส่งสินค้า การจัดเก็บหรือจำหน่ายสินค้า การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อให้เป็นไปตามข้อควรปฏิบัติในการควบคุมคุณภาพในโรงงาน การควบคุมปริมาณความชื้นมีความสำคัญอย่างมากต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ในทุกขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของการแปรรูป และผลิตภัณฑ์ขั้นของสุดท้าย (พิมพ์เพ็ญ, 2556)

2.8.2 ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity) หรือ เขียนย่อ aw นับปัจจัยสำคัญของการควบคุม และป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร มีความสำคัญโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระ (aw) เป็นค่าที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ สามารถนำค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) มาช่วยในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียและเสื่อมสภาพของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ภายใต้ปริมาณน้ำอิสระ (aw) ที่จำกัด การทำให้อาหารมีปริมาณน้ำอิสระ (aw) ต่ำกว่าสภาวะที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ ตัวอย่างเช่น แแบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ปริมาณน้ำอิสระ (aw) ระดับต่ำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.9 และราไม่สามารถเจริญเติบโตที่ปริมาณน้ำอิสระ (aw) ระดับต่ำกว่า 0.7 ระหว่างการผลิตและแปรรูป การขนส่ง ตลอดจนถึงการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่นรส รูปร่าง ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร และคุณค่าทางโภชนาการ ปัจจัยเหล่านี้ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร ทำให้คุณภาพของอาหารเปลี่ยนไปอยู่ในระดับที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหรืออาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ และทำให้อาหารมีอายุการเก็บมีระยะเวลาที่ลดลง ผู้ผลิตอาหารควรมีการศึกษาและหาสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียกับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด เพื่อทำการออกแบบและควบคุมกระบวนการผลิต เช่น การควบคุมอุณหภูมิ เวลา และความเร็วในกระบวนการผลิตให้มีมาตรฐาน สามารถช่วยควบคุมป้องกันการเสื่อมเสียของอาหาร และสามารถประเมินอายุการเก็บของอาหารให้ได้ตามระยะเวลาที่กำหนด (รุ่งนภา, 2545)

2.8.3 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) (Jirayt, 2021)

ความชื้นสัมพัทธ์ คือ ปริมาณไอน้ำในอากาศที่มีผลต่อความสามารถในการจุไอน้ำของอากาศ โดยความชื้นสัมพัทธ์จะถูกแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนแปลงของสามารถเกิดได้จาก 2 วิธีหลัก คือ 1. การเปลี่ยนแปลงปริมาณไอน้ำในอากาศ 2. อุณหภูมิของอากาศที่เปลี่ยน ความชื้นสัมพัทธ์ที่ลดลงเป็นผลมาจากในสภาพอากาศที่ร้อนขึ้นทำให้โมเลกุลของไอน้ำมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงทำให้โมเลกุลของไอน้ำรวมตัวกันได้ยากและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำได้น้อยทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลง หากไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไอน้ำที่เพิ่มขึ้น อุณหภูมิมีผลทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงในขณะที่อุณหภูมิอากาศลดลงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นตามมา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละวัน ปริมาณไอน้ำทั้งหมดของอากาศจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในระหว่างวัน ดังนั้นอุณหภูมิของอากาศที่เปลี่ยนแปลงจึงเป็นสาเหตุสำคัญในการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละช่วงเวลา คือ เมื่ออากาศเย็นขึ้นความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้น โดยปกติความชื้นสัมพัทธ์จะสูงสุดในช่วงเวลาตอนเช้าและในช่วงที่อากาศเย็นที่สุดของวัน เมื่ออากาศร้อนในความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงโดยค่าต่ำสุด มักเกิดในช่วงที่ร้อนที่สุดในช่วงเวลาบ่าย

2.9 การสูญเสียระหว่างการเก็บรักษา

ปัญหาที่สำคัญของการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตร คือการเกิดแมลงในระหว่างการเก็บรักษาตัวอย่างเช่น มอดแป้ง (Rhyzopertha Dominica ; Fabricius), มอดหนวดยาว (Cryptolestes Usillus ; Schonherr), ตัวงวงข้าวโพด (Sitophilus Zeamais Motsschulky) (พรทิพย์, 2548) แมลงเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการสูญเสียคุณภาพจากการปนเปื้อนของแมลง การสูญเสียน้ำหนักแก่ผลผลิต ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับตลอดจนถึงการสูญเสียชื่อเสียงจากการจำหน่าย (กรรณิการ์, 2558) ประเภทของความเสียหาย ได้แก่

2.9.1 สูญเสียน้ำหนัก (Weight Loss) เมื่อแมลงสามารถกินอาหารได้มากกว่าน้ำหนักตัวหลายเท่า เมื่อแพร่มากจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักมาก

2.9.2 สูญเสียคุณภาพ (Quality Loss) ทำให้ความสม่ำเสมอของเมล็ดอาหาร มีการเข้าไปปนของแมลง ของเสียจากแมลงอาจทำให้เกิดกลิ่นเหม็น คุณภาพเปลี่ยนไป ซากหรือชิ้นส่วนของแมลงที่ติดอยู่กับอาหารทำให้เกิดการปนเปื้อน เมื่อแมลงเข้าทำลายในปริมาณมากทำให้ความชื้นในเมล็ดอาหารเพิ่มขึ้น มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโต

2.9.3 สูญเสียเงิน (Money Loss) เมื่อแมลงทำลาย ทำให้น้ำหนักของผลผลิตลดลง จึงทำให้สูญเสียรายได้ลดลง

2.9.4 สูญเสียชื่อเสียง (Loss of Goodwill) เมื่อมีแมลงเข้าทำลายจะทำให้อาหารดูสกปรก และเสื่อมคุณภาพ ทำให้ผู้ซื้อขาดความน่าเชื่อถือ และความไว้วางใจในตัวสินค้า

ผลจากความสูญเสียในเรื่องของน้ำหนัก พบว่าเมื่อแมลงมีจำนวนเพิ่มขึ้น การสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น และยังเก็บไว้นานก็สูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แมลงจะเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการสูญเสียแล้ว สภาพแวดล้อมขณะที่เก็บ ระยะเวลาในการเก็บ มีผลเช่นกัน (กรรณิการ์, 2558)

2.10 ความปลอดภัยของอาหาร

ค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) ถูกนำมาใช้ในหลายกรณีในด้านของจุดควบคุมวิกฤต (HACCP) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารจะถูกลำเลียงออกจากเขตพื้นที่การผลิต และทดสอบเพื่อความมั่นใจว่าค่าปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด และอยู่ในระดับที่ปลอดภัยของอาหาร ในการวัดปริมาณน้ำอิสระสามารถทำได้ภายในเวลาเพียง 5 นาทีด้วยเครื่องวัดแบบพกพา และสามารถทำอย่างสม่ำเสมอในโรงงานผลิตอาหารหลัก

2.11 การเสื่อมเสียของอาหาร (Food Spoilage)

การเสื่อมเสียของอาหาร หรือ คุณภาพอาหารลดลง เกิดการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเป็น สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ซึ่งในการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ ส่งผลให้อาหารมีลักษณะไม่ตรงตามความต้องการ ไม่มีปลอดภัย หรือไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การเสื่อมเสียของอาหารมาจากหลายสาเหตุ เช่น ทางกายภาพ ทางเคมีที่ได้จากปฏิกิริยาเคมี และจุลินทรีย์

โดยอาหารที่เสื่อมเสียง่าย (Perishable Food) อาหารที่มีความชื้น (Moisture Content) สูง มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) สูงกว่า 0.9 อาหารในกลุ่มนี้หากไม่มีการเก็บรักษาที่เหมาะสมอาจส่งผลให้อาหารเสื่อมเสียเร็ว เช่น อาหารสด เก็บได้ 1-2 วัน หรือ ไม่เกิน 1 สัปดาห์ เนื่องจากจำนวนของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการเน่าเสีย (Microbial spoilage) และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogen) อาหารที่เสื่อมเสียปานกลาง คืออาหารที่มีความชื้นระดับปานกลาง เช่น หอมหัวใหญ่ มันฝรั่ง มันเทศ ซึ่งมีเปลือกหุ้มเพื่อปกป้อง ทำให้สามารถเก็บรักษาอาหารได้ 1-2 สัปดาห์ ในส่วนของอาหารที่เสื่อมเสียได้ยาก คืออาหารที่มีความชื้นต่ำ และค่าปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า 0.6 (Low Water Activity Food) จัดในกลุ่ม อาหารแห้ง เช่น ธัญพืช (Cereal Grain) ถั่วเมล็ดแห้ง (Legume) สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ควรโดยการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ในการจัดเก็บที่เหมาะสมสามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมให้มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (Relative Humidity) (นิธิยา, 2556)

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 อาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลอง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

3.1.1 อาหารทดลองกลุ่มที่ 1 อาหารเบอร์ 413ARA26 อาหารสุกรน้ำหนัก 26 ถึง 60 กิโลกรัม วัตถุประสงค์ที่ใช้เป็นส่วนผสมอาหาร ได้แก่ ถั่วเหลืองหรือถั่วเหลืองอบ, กากถั่วลิสง, กากมะพร้าว, กากแรปซีด, ข้าวโพด, ปลาช่อน, น้ำมันรำข้าว, น้ำมันปลา, รำละเอียด, กากน้ำตาล, น้ำมันพืช, แคลเซียมคาบอเนต และ โมโนแคลเซียมฟอสเฟต เป็นต้น อาหารทดลองกลุ่มที่ 1 ถูกบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ประเภทกระสอบสาร จำนวน 48 กระสอบ วางบนพาเลท ลักษณะ 6 ชั้น ชั้นละ 8 กระสอบ

3.1.2 อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 อาหารเบอร์ 781ASB26 อาหารโคอุ้มท้องและโคให้นม วัตถุประสงค์ที่ใช้เป็นส่วนผสมอาหาร ได้แก่ ถั่วเหลืองหรือถั่วเหลืองอบ, กากถั่วลิสง, กากมะพร้าว, กากแรปซีด, ข้าวโพด, ปลาช่อน, น้ำมันรำข้าว, น้ำมันปลา, รำละเอียด, กากน้ำตาล, น้ำมันพืช, แคลเซียมคาบอเนต, เกลือ, แร่ธาตุ และ โมโนแคลเซียมฟอสเฟต เป็นต้น อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 ถูกบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ประเภทกระสอบสารมีถุงพลาสติกซับใน จำนวน 48 กระสอบ วางบนพาเลท ลักษณะ 6 ชั้น ชั้นละ 8 กระสอบ

3.2 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง

หลาวแบบท่อ	1 อัน
แลคซีน	1 ชั้น
ถุงซิปนขนาด 20x30	1 แพ็ค
ถุงซิปนขนาด 12x17	1 แพ็ค
ปากกาเคมี	1 ด้าม
Humidity Meter	1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 อาหารทดลองกลุ่มที่ 1 อาหารเบอร์ 413ARA26

- 1) ทำการตั้งเครื่อง Humidity Meter บนกระสอบอาหาร เพื่อทำการวัดอุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์และเวลา ภายในคลังอาหารสำเร็จรูป
- 2) ใช้หลาวแบบท่อแทงปลายแหลมของหลาวเข้าในกระสอบอาหาร เข้าไปลึกตาม ต้องการ ดึงหลาวออกจากกระสอบ เพื่อนำอาหารออกและทำการเก็บใส่ถุงซิปล ขนาด 12x17 จำนวน 100 กรัม โดยทำการเก็บทำการเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำ
- 3) สังเกตลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่น และแมลง ทำการบันทึกผล
- 4) ติดป้ายกำกับตัวอย่าง โดยระบุรายละเอียด เบอร์อาหาร, วันที่ผลิต, วันที่เก็บ, Lot, จุดที่เก็บ และรายละเอียดอื่นๆ เพื่อทำการส่งตัวอย่างให้ห้องปฏิบัติการ หาค่าความชื้น และค่า ปริมาณน้ำอิสระ
- 5) นำอาหารทดลองไปแช่น้ำหนัก ทำการบันทึกผลน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง
- 6) หลังจากส่งตัวอย่าง 7 วัน รอรับผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ ทำการ บันทึกผลรายงานการวิเคราะห์

3.3.2 อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 อาหารเบอร์ 781ASB26

- 1) ทำการตั้งเครื่อง Humidity Meter บนกระสอบอาหาร เพื่อทำการวัดอุณหภูมิ, ความชื้น และเวลา ภายในคลังอาหารสำเร็จรูป
- 2) ใช้หลาวแบบท่อแทงปลายแหลมของหลาวเข้าในกระสอบอาหาร เข้าไปลึกตาม ต้องการ ดึงหลาวออกจากกระสอบ เพื่อนำอาหารออกและทำการเก็บใส่ถุงซิปล ขนาด 12x17 จำนวน 100 กรัม ทำการเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำ
- 3) สังเกตลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่น และแมลง ทำการบันทึกผล
- 4) ติดป้ายกำกับตัวอย่าง โดยระบุรายละเอียด, เบอร์อาหาร, วันที่ผลิต, วันที่เก็บ, Lot, จุดที่เก็บ และรายละเอียดอื่นๆ เพื่อทำการส่งตัวอย่างให้ห้องปฏิบัติการ หาค่าความชื้น และค่า ปริมาณน้ำอิสระ
- 5) นำอาหารทดลองไปแช่น้ำหนัก ทำการบันทึกผลน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง
- 6) หลังจากส่งตัวอย่าง 7 วัน รอรับผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ และทำการ บันทึกผลรายงานการวิเคราะห์

3.4 วิธีการตรวจสอบและวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

3.4.1 อุปกรณ์

- 1) เครื่อง Near Infrared Reflectance Spectrometer (NIR)
- 2) Small Cup
- 3) Small Cup Holdder
- 4) Lid For Small Cup
- 5) ซ้อนตักตัวอย่าง
- 6) แปรงปิดฝุ่น
- 7) แอลกอฮอล์สำหรับทำความสะอาด Small Cup

3.4.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค NIR

- 1) วาง Small Cup คว่ำเอาด้านกระจกลงกับพื้น
- 2) ตักตัวอย่างใส่ใน Small Cup ประมาณ 1/2 ของ Cup Small เกลี่ยตัวอย่างให้เรียบ จากนั้น ใช้ Lid For Small Cup ปิด Small Cup กดลงเบาๆ
- 3) นำตัวอย่างที่บรรจุใน Small Cup ที่มีตัวอย่าง วางลงบน Small Cup Holdder เพื่อสแกนตัวอย่างดูค่า Parameter
- 4) เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างเสร็จสมบูรณ์ ฝาจะเปิดขึ้นเองอัตโนมัติ และแสดงผลวิเคราะห์ออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

3.5 การวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analysis)

3.5.1 อุปกรณ์

- 1) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- 2) ตู้อบ (Hot Air Oven)
- 3) โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 4) ถ้วยหาความชื้น (Weight Bottle)
- 5) คีมคีบ (Tong)

3.5.2 วิธีการวิเคราะห์ความชื้น

- 1) อบถ้วยหาความชื้นในตู้อบที่อุณหภูมิ 103°C นาน 30 นาที
- 2) นำถ้วยหาความชื้นใส่ในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก (จะได้น้ำหนักก่อนอบ)
- 3) ชั่งวัสดุดิบ 5 g ใส่ถ้วยหาความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) นำถ้วยหาความชื้นที่ใส่วัตถุบอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103°C นาน 4 ชั่วโมง) ใส่ถ้วยหาความชื้นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก (ได้ค่าน้ำหนักหลังอบ)

3.5.3 การคำนวณ

$$\% \text{ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

3.6 การหาปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity : aw)

ปริมาณน้ำอิสระ (aw) แสดงระดับกิจกรรมของน้ำที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา การเสื่อมเสีย และความปลอดภัยของอาหาร มีวิธีการใช้เครื่องดังนี้

- 1) เปิดเครื่องสำรองไฟและเสียบปลั๊กเครื่อง Water Activity เครื่องจะเปิดโดยอัตโนมัติ
- 2) ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการบดละเอียด ประมาณ 3 กรัม โดยต้องให้ตัวอย่างปิดพื้นที่กั้นภาชนะใส่ตัวอย่างและให้ปริมาณตัวอย่างอยู่สูงระดับครึ่งของภาชนะใส่ตัวอย่าง
- 3) เปิดฝาครอบเครื่องวัด Water Activity โดยเลื่อนล้อคไปทางซ้ายมือ จากนั้นนำตัวอย่างมาวางในเครื่องวัด
- 4) ปิดฝาเครื่องวัดแล้วเลื่อนล้อคไปทางขวามือ
- 5) กดปุ่มตรงกลางด้านหน้าเครื่องวัด เครื่องจะทำการวิเคราะห์ค่าอัตโนมัติ
- 6) แถบสีน้ำเงินที่บจะเลื่อนจากซ้ายไปขวาจนเต็มช่อง และเครื่องจะส่งสัญญาณเสียงดังขึ้นมาแสดงว่า เครื่องได้วิเคราะห์ค่าเสร็จสิ้นสมบูรณ์

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลการวิเคราะห์ความชื้น, ค่าปริมาณน้ำอิสระ, น้ำหนัก, อุณหภูมิ และ ลักษณะทางกายภาพ มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีสหสัมพันธ์ (Correlation) เพื่อสังเกตถึงการเปลี่ยนแปลงของอาหารสำเร็จรูปโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

3.8 สถานที่ทำการทดลอง

บริษัท ไทยฟู้ดส์ อาหารสัตว์ จำกัด เลขที่ 119 หมู่3 ตำบลสระพังลาน อำเภออุทุมพร จังหัดสุพรรณบุรี 72220

3.9 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มต้นวันที่1 กันยายน 2565 สิ้นสุดการทดลอง 26 ตุลาคม 2565 รวมระยะเวลาในการทดลอง 56 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

เมื่อทำการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของอาหารที่ศึกษาพบว่า อาหารทดลองกลุ่มที่ 1 ในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 อาหารมีลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่น สิ่งปลอมปน ปกติ แต่กลับพบว่า ในวันที่ 49 ภายในอาหารมีมอดเกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กรรณิการ์ และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาการจัดการศัตรูผลผลิตเกษตรเพื่อรักษาคุณภาพ พบว่า การเข้าไปของแมลง อาจทำให้คุณภาพเปลี่ยนไป ซากหรือชิ้นส่วนของแมลงที่ติดอยู่กับอาหารทำให้เกิดการปนเปื้อน เมื่อแมลงเข้าทำลายในปริมาณมากทำให้ความชื้นในเม็ดอาหารเพิ่มขึ้น และอาหารทดลองกลุ่มที่ 2 ในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วัน ปรากฏว่าเมื่อตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่น สิ่งปลอมปน ไม่มีความผิดปกติ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มอาหารทดลอง

กลุ่มอาหาร ทดลอง	ลักษณะทางกายภาพ (สี, กลิ่น และสิ่งปลอมปน)							
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
กลุ่มที่ 1	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	พบมอด
กลุ่มที่ 2	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ

หมายเหตุ: กลุ่มที่ 1 อาหารเบอร์ 413ARA26 อาหารสุกรน้ำหนัก 26 ถึง 60 กิโลกรัม, กลุ่มที่ 2 อาหารเบอร์ 781ASB26 อาหารโคอู้มท้องและโคให้นม

การศึกษาการสูญเสียความชื้นของอาหารสำเร็จรูป แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ อาหารทดลองกลุ่มที่ 1 อาหารเบอร์ 413ARA26 อาหารสุรน้ำหนัก 26 ถึง 60 กิโลกรัม และ อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 อาหารเบอร์ 781ASB26 อาหารโคอ้อมท้องและโคไหนดม เมื่อนำอาหารทดลองทั้งสองกลุ่ม ส่งวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเพื่อหาความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (aw) ระหว่างการเก็บรักษาที่ 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วัน พบว่า

อาหารทดลองกลุ่มที่ 1 มีค่าความชื้นเบื้องต้นจากการวิเคราะห์โดยวิธี NIR มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งผลที่ได้ คือ 10.40 ± 0.10 , 10.36 ± 0.05 , 10.43 ± 0.11 , 10.33 ± 0.05 , 10.46 ± 0.05 , 10.40 ± 0.00 , 10.36 ± 0.15 และ 10.20 ± 0.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9 นอกจากนี้ทำการหาความชื้นอย่างละเอียดโดยการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการ (Wet chemistry) ผลการวิเคราะห์ที่ได้ คือ 10.23 ± 0.20 , 10.36 ± 0.15 , 9.93 ± 0.11 , 10.23 ± 0.20 , 10.10 ± 0.26 , 10.13 ± 0.20 , 10.13 ± 0.20 และ 10.06 ± 0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ที่ได้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ ปี 2558 ที่กำหนดไว้ว่าอาหารสัตว์สำเร็จรูปควรมีความชื้นอยู่ในระดับไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2563) และเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (aw) ค่าที่ได้คือ 0.63 ± 0.10 , 0.62 ± 0.10 , 0.65 ± 0.11 , 0.65 ± 0.11 , 0.64 ± 0.05 , 0.65 ± 0.00 , 0.65 ± 0.15 และ 0.63 ± 0.10 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 9 จากผลวิเคราะห์ทราบได้ว่าอายุการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0-49 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) ที่ได้ไม่เกิน 0.9 นับเป็นช่วงที่ปลอดภัยจุลินทรีย์อยู่ในสถานะที่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (รุ่งนภา, 2545)

ตารางที่ 9 แสดงค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของอาหารทดลองกลุ่มที่ 1

อายุอาหาร	Moisture (NIR) (%)	Moisture (WC) %	ปริมาณน้ำอิสระ (aw)
0	10.40 ± 0.10	10.23 ± 0.20	0.63 ± 0.10
7	10.36 ± 0.05	10.36 ± 0.15	0.62 ± 0.10
14	10.43 ± 0.11	9.93 ± 0.11	0.65 ± 0.11
21	10.33 ± 0.05	10.23 ± 0.20	0.65 ± 0.11
28	10.46 ± 0.05	10.10 ± 0.26	0.64 ± 0.05
35	10.40 ± 0.00	10.13 ± 0.20	0.65 ± 0.00
42	10.36 ± 0.15	10.13 ± 0.20	0.65 ± 0.15
49	10.20 ± 0.10	10.06 ± 0.50	0.63 ± 0.10

อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 มีค่าความชื้นเบื้องต้นที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี NIR มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้ คือ 11.23 ± 0.15 , 11.16 ± 0.05 , 11.16 ± 0.05 , 11.16 ± 0.11 , 11.10 ± 0.10 , 11.13 ± 0.15 , 11.13 ± 0.05 และ 10.90 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10 นอกจากนี้การวิเคราะห์หาความชื้นอย่างละเอียดโดยห้องปฏิบัติการ (Wet Chemistry) ผลการวิเคราะห์ที่ได้ คือ 10.80 ± 0.10 , 11.26 ± 0.05 , 11.13 ± 0.05 , 11.23 ± 0.05 , 11.10 ± 0.10 , 11.23 ± 0.05 , 11.03 ± 0.05 และ 10.96 ± 0.05 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และผลที่ได้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ ปี 2558 ที่กำหนดไว้ว่าอาหารสัตว์สำเร็จรูปควรมีความชื้นอยู่ในระดับไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2563) เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (aw) ค่าที่ได้คือ 0.71 ± 0.00 , 0.69 ± 0.01 , 0.72 ± 0.00 , 0.72 ± 0.00 , 0.70 ± 0.00 , 0.71 ± 0.00 , 0.71 ± 0.00 และ 0.69 ± 0.01 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 10 จากผลวิเคราะห์ที่ได้รับทราบได้ว่าระหว่างการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0-49 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) ที่ได้ไม่เกิน 0.9 นับเป็นช่วงที่ปลอดภัยจุลินทรีย์อยู่ในสภาวะที่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (รุ่งนภา, 2545)

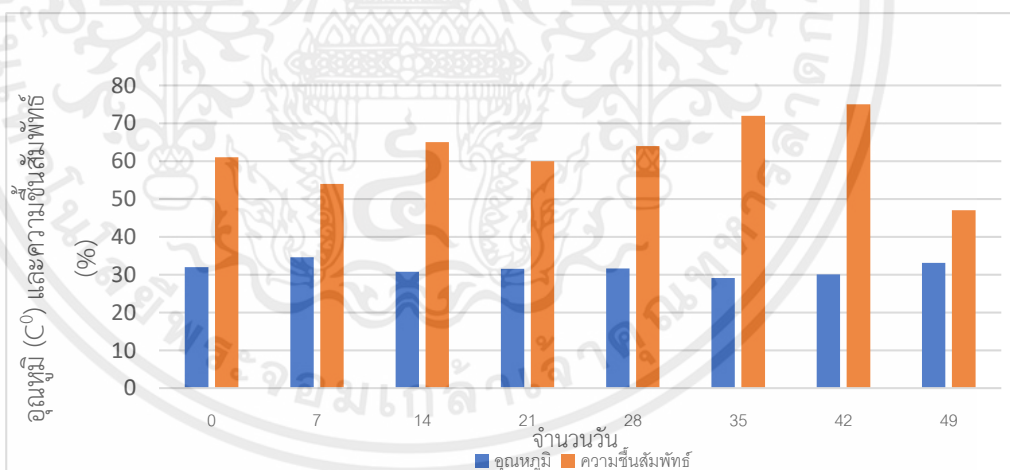
ตารางที่ 10 แสดงค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของอาหารทดลองกลุ่มที่ 2

Date	Moisture(NIR)(%)	Moisture(WC)	ปริมาณน้ำอิสระ (aw)
0	11.23 ± 0.15	10.80 ± 0.10	0.71 ± 0.00
7	11.16 ± 0.05	11.26 ± 0.05	0.69 ± 0.01
14	11.16 ± 0.05	11.13 ± 0.05	0.72 ± 0.00
21	11.16 ± 0.11	11.23 ± 0.05	0.72 ± 0.00
28	11.10 ± 0.10	11.10 ± 0.10	0.70 ± 0.00
35	11.13 ± 0.15	11.23 ± 0.05	0.71 ± 0.00
42	11.13 ± 0.05	11.03 ± 0.05	0.71 ± 0.00
49	10.90 ± 0.00	10.96 ± 0.05	0.69 ± 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการพิจารณาบรรจุภัณฑ์ของอาหารทดลอง ทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 11 เป็นผลเนื่องมาจากอาหารทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน อาหารทดลองกลุ่มที่ 1 บรรจุในกระสอบพลาสติกสาน ในขณะที่อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 บรรจุในกระสอบพลาสติกมีถุงซับใน ซึ่งคาดว่าเวลาที่น้ำหนักมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลง มีส่วนของบรรจุภัณฑ์มาเกี่ยวข้อง คือ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ เช่น ในช่วงที่อุณหภูมิต่ำลง ค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากในขณะที่อากาศเย็นปริมาตรของอากาศจะหดตัวจำนวนของไอน้ำที่มีอยู่จึงมีจำนวนต่อพื้นที่มากขึ้น และในช่วงเวลาที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลง เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นปริมาตรของอากาศขยายตัวมากขึ้นตามมา (วุฒิพงษ์, 2556) ดังแสดงในแผนผังที่ 1

ซึ่งสอดคล้องกับ การศึกษาของ วิวัฒน์ (2553) ได้ทำการศึกษาปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity) และการศึกษาอายุการเก็บรักษาของอาหารแห้ง ทราบได้ว่าสถานะของอาหารที่เปลี่ยนไปมีผลทำให้ปริมาณน้ำอิสระ (aw) ของอาหารเปลี่ยนไป ซึ่งทำให้อาหารมีการเปลี่ยนแปลงสถานะอธิบายได้ว่า อุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อการยืดเกาะ การเกิดพันธะ และการละลายน้ำและโมเลกุลต่างๆ ในอาหาร ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนจะมีผลต่อปริมาณน้ำอิสระ (aw) ที่เปลี่ยนไป



แผนผังที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณน้ำหนักรวมของอาหารทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

อาหาร ทดลอง	บรรจุภัณฑ์	น้ำหนัก (กก.)							
		0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
กลุ่มที่1	กระสอบสาน	30.1	30.16	30.12	30.12	30.1	30.1	30.11	30.1
กลุ่มที่2	กระสอบสาน, ถุงพลาสติกซีบีไน	30.1	30.08	30.08	30.06	30.05	30.04	30.03	30.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการสูญเสียความชื้นของอาหารสำเร็จรูปภายในคลังอาหารสำเร็จรูปของอาหารทดลอง 2 กลุ่ม ได้แก่ อาหารทดลองกลุ่มที่ 1 อาหารเบอร์ 413ARA26 อาหารสุกรน้ำหนัก 26 ถึง 60 กิโลกรัม และ อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 อาหารเบอร์ 781ASB26 อาหารโคอุ้มท้องและโคให้นม ระยะเวลาในการเก็บรักษาทั้งหมด 49 วัน เมื่อทำการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของอาหารทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า อาหารทดลองกลุ่มที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่น ปกติ แต่ว่าในระหว่างอายุการเก็บรักษาช่วงวันที่ 42-49 มีมอดเกิดขึ้นจำนวนหนึ่ง ในขณะที่อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 เมื่อทำการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่น และสิ่งแปลกปลอม ผลการตรวจสอบอาหารทดลองพบว่า ปกติ อาจเป็นผลมาจาก อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เป็นกระสอบสานและมีถุงซับใน ซึ่งสามารถกักกันอากาศที่จะเข้า-ออกได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์ที่เป็นกระสอบพลาสติกสานเพียงอย่างเดียว ส่งผลให้อากาศเข้าไปในกระสอบอาหารได้น้อย ให้น้ำหนักมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 49 วัน ภายในคลังอาหารสำเร็จรูป และน้ำหนักของอาหารทดลองทั้ง 2 กลุ่ม อยู่ในเกณฑ์ของน้ำหนักที่เป็นมาตรฐานคือ ไม่ต่ำกว่า 30 กิโลกรัม

นอกจากทำการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ และปริมาณน้ำหนักของอาหารแล้ว ได้ทำการวิเคราะห์หาความชื้น และ ปริมาณน้ำอิสระ (aw) จากผลการวิเคราะห์เบื้องต้นโดยวิธี NIR และ ผลจากการวิเคราะห์อย่างละเอียดจากห้องปฏิบัติการ (Wet Chemistry) เมื่อทำการวิเคราะห์ความชื้นโดยทั้ง 2 วิธี ผลปรากฏว่า อาหารทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์อยู่ในระดับมาตรฐานที่กำหนดไม่ควรเกิน 13 เปอร์เซ็นต์ และในส่วนของปริมาณน้ำอิสระ (aw) ผลที่ได้ปรากฏว่าอาหารทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และอยู่ในช่วง 0.6-0.7 นับเป็นช่วงระหว่างที่ปลอดภัยเป็นสถานะที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโต ได้ในช่วงเวลาการเก็บรักษา 49 วัน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการสูญเสียความชื้นของอาหารสำเร็จรูปภายในคลังอาหารสำเร็จรูป เป็นการศึกษาที่บ่งชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของอาหารสำเร็จรูปที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาภายในคลังอาหารสำเร็จรูป ก่อนจำหน่ายไปยังเกษตรกร ให้อาหารมีความน่าเชื่อถือ และสามารถส่งมอบอาหารที่มีคุณภาพไปยังผู้บริโภคได้ ซึ่งในฤดูฝนควรมีการจัดการควบคุมอุณหภูมิภายในคลังอาหารสำเร็จรูปให้มีความคงที่ ไม่ควรให้มีการเปลี่ยนแปลงมากเกินไป เพราะมีผลต่อความชื้นของอาหารและเกิดมอดหรือแมลง หรือสิ่งแปลกปลอม เพื่อช่วยแก้ปัญหาที่อาจมีผลกระทบตามมา

หากอาหารมีการจัดเก็บในคลังอาหารสำเร็จรูปเป็นระยะเวลาเวลานาน ควรมีการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อทราบการเปลี่ยนแปลง และแก้ไขปัญหาได้ทันเวลาหากอาหารมีการสูญเสียคุณภาพ รวมถึงเพื่อนำไปพัฒนาและต่อยอดในการปรับปรุงอาหารสำเร็จรูปในครั้งต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ เฟ็งคัม และคณะ. 2558. การพัฒนาการจัดการศัตรูผลิตผลเกษตรเพื่อรักษาคุณภาพ. คลังผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร. แหล่งที่มา: <https://www.doa.go.th/>, 30 มีนาคม 2566.

กองวัตุดิบอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2549. ความรู้วิชาการด้านอาหารสัตว์. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/nutrition/Nutrition_Knowlage/L.library2Frameset.htm, 16 พฤษภาคม 2566.

กองอาหารสัตว์. 2529. ผลการวิเคราะห์อาหารสัตว์. แหล่งที่มา: <https://nutrition.dld.go.th/>, 16 พฤษภาคม 2566.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2563. พระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์. แหล่งที่มา: https://www.moac.go.th/law_agri-preview-422791791801, 17 พฤษภาคม 2566.

คลังผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร. 2558. การพัฒนาการจัดการศัตรูผลิตผลเกษตรเพื่อรักษาคุณภาพ. แหล่งที่มา: <https://www.doa.go.th/>, 1 เมษายน 2566.

นิธิยา รัตนานนท์. 2556. การเสื่อมเสียของอาหาร. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหาร. แหล่งที่มา: <https://www.foodnetworksolution.com/>, 20 มีนาคม 2566.

บริษัท ซี.พี. สหอุตสาหกรรม จำกัด. 2564. การเลือกกระสอบพลาสติกให้เหมาะสำหรับบรรจุ วัตถุดิบ และอาหาร. แหล่งที่มา: <https://www.cppc.co.th>, 1 มีนาคม 2566.

บริษัท สยามโกลเด้น เซลส์ แอนด์เซอร์วิส จำกัด. 2565. ระบบพาเลทไทเซอร์. แหล่งที่มา: <http://www.siamgoldengroup.com/>, 12 กุมภาพันธ์ 2566.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2556. ความชื้น. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหาร. แหล่งที่มา: <https://www.foodnetworksolution.com/>, 10 ธันวาคม 2565.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พรทิพย์ วิสารทานนท์. 2548. **แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด**. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- รศ.ดร.รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และ ดร.ไพศาล วุฒิจำนงค์. 2545. **การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร**. เอกสารประกอบการสัมมนา-อบรมวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร.
- วุฒิพงษ์ แสงมณี. 2556. **ความชื้นในอากาศ**. แหล่งที่มา: <http://www.geog.pn.psu.ac.th/>, 15 ธันวาคม 2565.
- วิภาดา มุรินทร์นพมาศ. 2566. **บรรจุภัณฑ์อาหาร**. ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้. แหล่งที่มา: <https://old.elearning.yru.ac.th/>, 20 พฤศจิกายน 2565.
- วิวัฒน์ หวังเจริญ. 2553. **แอกติวิตีของน้ำและการศึกษาอายุการเก็บรักษาของอาหารแห้ง**. คณะวิศวกรรม และอุตสาหกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- สุกัญญา จัตตพรพงษ์. 2530. **วัตถุดิบอาหารสัตว์ การใช้และการตรวจสอบคุณภาพ**. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ กำแพงแสน. 135หน้า.
- สุชน ตั้งทวีวัฒน์, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และไพฑูรย์ พาสพิษณุ. 2539. **การใช้กากแรปซีดเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ปีก**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุพจน์ ตุงคเศรวงค์. 2556. **ความสำคัญของการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในอุตสาหกรรมอาหาร**. Techno Production. แหล่งที่มา: <https://www.tpa.or.th/publisher/>, 14 มกราคม 2566.
- สมคิด พรหมมา. 2550. **วัตถุดิบอาหารสัตว์ และข้อจำกัดการใช้**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. 235หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2003. **Water Activity** กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. แหล่งที่มา: <https://www.phtnet.org/2003/09/26/>, 16 พฤษภาคม 2566.

Changzhou machinery and equipment. 2525. **กระบวนการผลิตอาหารสัตว์**. แหล่งที่มา: <https://thai.poultryfeedmakingmachine.com/>, 5 มกราคม 2566.

Jay jirayut chatphet. 2021. **ความชื้นสัมพัทธ์**. แหล่งที่มา: <https://medium.com/altotech/>, 17 พฤษภาคม 2566.

Rukcom. 2019. **ศูนย์รวมวัตถุดิบอาหารสัตว์**. เว็บไซต์อินเทอร์เน็ต. แหล่งที่มา: <https://www.bestinterfeed.com/>, 16 พฤษภาคม 2566.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ภาคผนวกตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างการบันทึกผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการของอาหารทดลอง
กลุ่มที่ 1

Date	moiture (NIR)	Moiture (wc)	aw	Temp	Humidity	ลักษณะทางกายภาพ		
						สี	กลิ่น	สิ่งปลอมปน
0	10.5	10.3	0.64	32	62	ปกติ	ปกติ	ปกติ
0	10.4	10.4	0.64	32	62	ปกติ	ปกติ	ปกติ
0	10.3	10	0.63	32	62	ปกติ	ปกติ	ปกติ
7	10.4	10.5	0.64	33.3	61	ปกติ	ปกติ	ปกติ
7	10.3	10.4	0.61	33.3	61	ปกติ	ปกติ	ปกติ
7	10.4	10.2	0.61	33.3	61	ปกติ	ปกติ	ปกติ
14	10.5	10	0.65	30	74	ปกติ	ปกติ	ปกติ
14	10.5	10	0.66	30	74	ปกติ	ปกติ	ปกติ
14	10.3	9.8	0.65	30	74	ปกติ	ปกติ	ปกติ
21	10.4	10.3	0.66	32.3	62	ปกติ	ปกติ	ปกติ
21	10.3	10.4	0.65	32.3	62	ปกติ	ปกติ	ปกติ
21	10.3	10	0.65	32.3	62	ปกติ	ปกติ	ปกติ
28	10.5	10.2	0.65	29.6	72	ปกติ	ปกติ	ปกติ
28	10.5	10.3	0.65	29.6	72	ปกติ	ปกติ	ปกติ
28	10.4	9.8	0.64	29.6	72	ปกติ	ปกติ	ปกติ
35	10.4	10.3	0.66	29.2	73	ปกติ	ปกติ	ปกติ
35	10.4	10.2	0.65	29.2	73	ปกติ	ปกติ	ปกติ
35	10.4	9.9	0.66	29.2	73	ปกติ	ปกติ	ปกติ
42	10.5	10.3	0.66	29.3	74	ปกติ	ปกติ	ปกติ
42	10.4	10.2	0.65	29.3	74	ปกติ	ปกติ	ปกติ
42	10.2	9.9	0.65	29.3	74	ปกติ	ปกติ	ปกติ
49	10.3	10.1	0.64	33.8	46	ปกติ	ปกติ	ปกติ
49	10.1	10.1	0.64	33.8	46	ปกติ	ปกติ	พบมอด
49	10.2	10	0.63	33.8	46	ปกติ	ปกติ	ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างการบันทึกผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการของอาหารทดลอง
กลุ่มที่ 2

Date	moiture (NIR)	Moiture (wc)	aw	Temp	Humidity	ลักษณะทางกายภาพ		
						สี	กลิ่นสิ่ง	ปลอมปน
0	11.2	10.7	0.71	32	61	ปกติ	ปกติ	ปกติ
0	11.1	10.9	0.71	32	61	ปกติ	ปกติ	ปกติ
0	11.4	10.8	0.71	32	61	ปกติ	ปกติ	ปกติ
7	11.1	11.3	0.71	34.6	54	ปกติ	ปกติ	ปกติ
7	11.2	11.3	0.69	34.6	54	ปกติ	ปกติ	ปกติ
7	11.2	11.2	0.69	34.6	54	ปกติ	ปกติ	ปกติ
14	11.1	11.1	0.72	30.8	65	ปกติ	ปกติ	ปกติ
14	11.2	11.2	0.72	30.8	65	ปกติ	ปกติ	ปกติ
14	11.2	11.1	0.72	30.8	65	ปกติ	ปกติ	ปกติ
21	11.1	11.3	0.72	31.5	60	ปกติ	ปกติ	ปกติ
21	11.3	11.2	0.72	31.5	60	ปกติ	ปกติ	ปกติ
21	11.1	11.2	0.72	31.5	60	ปกติ	ปกติ	ปกติ
28	11.1	11.1	0.71	31.6	64	ปกติ	ปกติ	ปกติ
28	11.2	11.2	0.71	31.6	64	ปกติ	ปกติ	ปกติ
28	11	11	0.7	31.6	64	ปกติ	ปกติ	ปกติ
35	11.1	11.2	0.71	29.1	72	ปกติ	ปกติ	ปกติ
35	11.3	11.2	0.71	29.1	72	ปกติ	ปกติ	ปกติ
35	11	11.3	0.72	29.1	72	ปกติ	ปกติ	ปกติ
42	11.1	11	0.71	30.1	75	ปกติ	ปกติ	ปกติ
42	11.2	11	0.71	30.1	75	ปกติ	ปกติ	ปกติ
42	11.1	11.1	0.71	30.1	75	ปกติ	ปกติ	ปกติ
49	10.9	10.9	0.7	33.1	47	ปกติ	ปกติ	ปกติ
49	10.9	11	0.7	33.1	47	ปกติ	ปกติ	ปกติ
49	10.9	11	0.68	33.1	47	ปกติ	ปกติ	ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ภาพผนวกที่ 1 อาหารทดลองเบอร์ 413ARA26 อาหารสุกรน้ำหนัก 26 ถึง 60 กิโลกรัม



ภาพผนวกที่ 2 อาหารทดลองเบอร์ 781ASB26 อาหารโคอูมท้องและโคนนม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 3 ภายในคลังเก็บอาหารสำเร็จรูป



ภาพผนวกที่ 4 เครื่อง Humidity Meter วัดความชื้นสัมพัทธ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 8 ชั่งน้ำหนักกระสอบอาหาร



ภาพที่ 9 ลักษณะทางกายภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการด้วยระบบ TURNITIN

การสูญเสียความชื้นในกระบวนการจัดเก็บอาหารสำเร็จรูปในคลังอาหารสำเร็จรูป

ORIGINALITY REPORT



PRIMARY SOURCES

1	prapathsaraoannroy.blogspot.com Internet Source	3%
2	www.foodnetworksolution.com Internet Source	2%
3	repository.rmutp.ac.th Internet Source	2%
4	Submitted to Chiang Mai University Student Paper	2%
5	Submitted to Rangsit University Student Paper	1%
6	librae.mju.ac.th Internet Source	1%
7	pubhtml5.com Internet Source	1%
8	agro-industry.rmutsv.ac.th Internet Source	1%
9	ethesis.lib.ku.ac.th Internet Source	1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	medium.com Internet Source	1%
11	www.sptn.dss.go.th Internet Source	1%
12	www.materno.co.th Internet Source	1%
13	profile.yru.ac.th Internet Source	1%
14	kb.psu.ac.th Internet Source	1%
15	Submitted to Chulalongkorn University Student Paper	1%
16	wb.yru.ac.th Internet Source	1%
17	www.rannamhom.com Internet Source	1%
18	cmuir.cmu.ac.th Internet Source	<1%
19	ir.mju.ac.th Internet Source	<1%
20	nuir.lib.nu.ac.th Internet Source	<1%
21	pvlo-pic.dld.go.th Internet Source	<1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22	Submitted to Prince of Songkla University Student Paper	<1 %
23	Submitted to Thammasat University Student Paper	<1 %
24	www.doa.go.th Internet Source	<1 %
25	www.repository.rmutt.ac.th Internet Source	<1 %
26	Submitted to King Mongkut's University of Technology Thonburi Student Paper	<1 %
27	www.phtnet.org Internet Source	<1 %
28	archive.lib.cmu.ac.th Internet Source	<1 %
29	sure.su.ac.th Internet Source	<1 %
30	kb.psu.ac.th:8080 Internet Source	<1 %
31	sites.google.com Internet Source	<1 %
32	www.neonics.co.th Internet Source	<1 %
33	inter.fisheries.go.th Internet Source	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<1 %
34	www.goodthaifeed.com Internet Source	<1 %
35	Submitted to Suan Sunandha Rajabhat University Student Paper	<1 %
36	ethesisarchive.library.tu.ac.th Internet Source	<1 %
37	regis.dusit.ac.th Internet Source	<1 %
38	anyflip.com Internet Source	<1 %
39	www.repository.rmutsv.ac.th Internet Source	<1 %
40	rubber.oie.go.th Internet Source	<1 %
41	so03.tci-thaijo.org Internet Source	<1 %
42	thesis.swu.ac.th Internet Source	<1 %
43	Submitted to Assumption University Student Paper	<1 %
44	Submitted to Maejo University Student Paper	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<1 %
45	Submitted to Rajamangala University of Technology, Thanyaburi Student Paper	<1 %
46	erp.mju.ac.th Internet Source	<1 %
47	repository.rmutr.ac.th Internet Source	<1 %
48	digital_collect.lib.buu.ac.th Internet Source	<1 %
49	Submitted to Walailak University: The Center for Library Resources and Educational Media Student Paper	<1 %
50	dict.longdo.com Internet Source	<1 %
51	dspace.bu.ac.th Internet Source	<1 %
52	dspace.lib.buu.ac.th Internet Source	<1 %
53	e-research.siam.edu Internet Source	<1 %
54	ncphst.sut.ac.th Internet Source	<1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55	pirun.ku.ac.th Internet Source	<1 %
56	sutir.sut.ac.th:8080 Internet Source	<1 %
57	th.jobsdb.com Internet Source	<1 %
58	www.jobbkk.com Internet Source	<1 %
59	www.scgchemicals.com Internet Source	<1 %
60	aar.bsru.ac.th Internet Source	<1 %
61	ag2.kku.ac.th Internet Source	<1 %
62	archive.cm.mahidol.ac.th Internet Source	<1 %
63	digital.car.chula.ac.th Internet Source	<1 %
64	nutrition.dld.go.th Internet Source	<1 %
65	www.asiaworldtech.net Internet Source	<1 %
66	www.techoffside.com Internet Source	<1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

67	Submitted to Entregado a Chulalongkorn University el 2012-07-16 Student Paper	<1 %
68	dkmmmap.nrct.go.th Internet Source	<1 %
69	repository.li.mahidol.ac.th Internet Source	<1 %
70	repository.nida.ac.th Internet Source	<1 %
71	tnr.listedcompany.com Internet Source	<1 %
72	www.aggiefac.lpru.ac.th Internet Source	<1 %
73	www.agri.ubu.ac.th Internet Source	<1 %
74	www.aru.ac.th Internet Source	<1 %
75	www.bio.sci.tsu.ac.th Internet Source	<1 %
76	www.slideshare.net Internet Source	<1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้