



ปัญหาพิเศษ เรื่อง

วิธีทัศน์ประกอบการสอน เรื่อง กระบวนการผลิตอาหารสัตว์
Video tape for Teaching about Feed Production

ร.พ.
๘132๗
2544

โดย
นาย สงกรานต์ มีอาษา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 47249
วัน, เดือน, ปี 24 ส.ย. 2546

ปีการศึกษาที่ 2544

.b.....
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2544

ชื่อเรื่อง วิดีทัศน์ประกอบการสอนเรื่อง กระบวนการผลิตอาหารสัตว์
Video tape for Teaching Feed Production

ชื่อนักศึกษา นาย สงกรานต์ มีอาษา

สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์ ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะ วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์

บทคัดย่อ

ในการเรียนการสอนวิชา เทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2528 ประเภทวิชาชีพลีอก สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์ ประสบปัญหาในการเรียนการสอนมาก ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น ครุมีทักษะการสอนที่ไม่ดีพอ มีความรู้แต่ไม่สามารถถ่ายทอดให้คนอื่นรู้ได้เข้าใจดี ความสามารถในการรับรู้ของผู้เรียนแต่ละคนแตกต่างกัน ดังนั้น ถ้ามีการผลิตสื่อการเรียนการสอนประเภทวีดิทัศน์เพื่อประกอบการเรียนการสอน จึงนับว่ามีความจำเป็นที่จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เนื่องจาก

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้ทำวีดิทัศน์เรื่อง กระบวนการผลิตอาหารสัตว์ เนื่องจากใช้ในการเรียนการสอน การดำเนินเนื้อหาจึงยึดหลักสูตรระดับปริญญาตรี ประเภทวิชาเลือก สำหรับการดำเนินงาน ได้ทำการศึกษาหลักสูตร ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชา ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ โรงงานอาหารสัตว์ และเครื่องจักรในการผลิตอาหารสัตว์ ขบวนการตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ จากนั้นกำหนดภาพที่จะถ่ายทำ กำหนดเทคนิคการถ่ายทำและมุมกล้อง กำหนดสถานที่ถ่ายทำ กำหนดเวลา เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ในการจัดทำ ติดต่อนัดหมายเจ้าของสถานที่ และดำเนินการถ่ายทำสถานที่ถ่ายทำคือบริษัทมิตรภาพโคมภัณฑ์จำกัด(มหาชน) ทำการติดต่อที่ห้องโสตทัศนศึกษา คณะวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และทำการตรวจสอบรายละเอียดอีกครั้ง

การตรวจสอบวีดิทัศน์ ทำการประเมินโดยผู้มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านเนื้อหา และด้านเทคโนโลยีการผลิตสื่อการเรียนการสอน ประเภทวีดิทัศน์ จากคณะวิศวกรรมอุตสาหการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 3 ท่าน เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จากการประเมินทางด้านการใช้เป็นสิ่งของที่ดองแก้ไขปรับปรุง คือ การบันทึกเสียงคำบรรยาย และเสียงดนตรีประกอบ

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จะได้วิดิทัศน์ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา เทคโนโลยีการผลิตอาหารเป็นการค้า (03620213) หลักสูตรระดับปริญญาตรี ประเภทวิชาเลือก สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์ เรื่องกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ จำนวน 1 ม้วน ความยาว 11 นาที พร้อมทั้งรูปเล่มปัญหาพิเศษจำนวน 3 เล่ม ซึ่งสามารถนำวิดิทัศน์ไปใช้ในการเรียนการสอน และการเผยแพร่ให้แก่ผู้ที่สนใจในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ต่อไปได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จากหลายท่าน ได้แก่อาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษา คุณ วัชรินทร์ คงพิบูลย์ ซึ่งคอยให้คำปรึกษาในทุกๆ เรื่อง ด้วยดีโดยตลอดระยะเวลาในการจัดทำ บริษัท มิตรภาพ โภคภัณฑ์ จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความสะดวกและความร่วมมือในการถ่ายทำ ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และขอขอบพระคุณ ที่คอยให้ความช่วยเหลือในเรื่องของการถ่ายทำ การบันทึกเสียง และการตัดต่อ

ส่วนดีของปัญหาพิเศษฉบับนี้ ขอมอบแต่ คุณพ่อ คุณแม่ ซึ่งเป็นผู้ให้ทุนทรัพย์ในการจัดทำ ครู-อาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา พี่ๆ เพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือมาด้วยดีมาโดยตลอด และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

นาย สงกรานต์ มีอาษา

พฤษภาคม 2545

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน.....	3
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตอาหารสัตว์.....	7
3. วิธีการสร้างอุปกรณ์.....	37
3.1 ผลการวิเคราะห์หลักสูตร.....	37
3.2 ผลการวิเคราะห์เนื้อหา.....	41
3.3 การดำเนินงานการผลิตวิดีโอ.....	67
3.4 กำรบรรยายประกอบวิดีโอ.....	68
4. การตรวจอุปกรณ์และการแก้ไข.....	76
4.1 วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์.....	76
4.2 ผลการประเมินและแก้ไข.....	77
5. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	78
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	78
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	79
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	79
1. บรรณานุกรม.....	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์เราต้องอาศัย การติดต่อสื่อสารกันอยู่ตลอดเวลาทั้ง โดยทางตรงและทางอ้อม ทั้งด้วยวาจาสื่อสาร หรืออาศัยสื่อต่างๆ ช่วยนำไป การสื่อสารนับว่า สำคัญมากการจัดกิจกรรมการศึกษาทุกรูปแบบต้องอาศัยหลักกระบวนการติดต่อสื่อสาร องค์ ประกอบสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนที่นอกเหนือไปจากครู วิธีการสอนและการใช้สื่อการ สอน ในแวดวงการเรียนการสอนในวิชาเกษตรกรรม ในปัจจุบันพบปัญหาต่างๆ เช่น ครูไม่มีทักษะ การสอนที่ดี มีความรู้แต่ไม่สามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ประกอบกับนักศึกษามีความรู้ ความ สามารถที่แตกต่างกัน ถ้าหากมีการใช้สื่อการเรียนการสอนประเภทวีดิทัศน์เข้ามาช่วย จะทำให้ ความสามารถในการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะวีดิทัศน์มีข้อดีหลายประการ เช่น 1) ประสิทธิภาพในการสื่อสารสูง มีทั้งภาพ สี เสียงในเวลาเดียวกัน 2) สามารถต่อขยายให้นัก เรียนดูครั้งละหลายๆ คนได้ คือ สามารถดูได้ครั้งละมากๆ เป็นร้อยๆ คนในเวลาเดียวกัน 3) สามารถ หยุดดูภาพนิ่งบางจุดหรือดูซ้ำอีก หรือภาพซ้ำโดยไม่ทำให้นเนื้อเรื่องเสียไป และ 4) ใช้ในการฝึก ทักษะการสอน (Microteaching) ของครูได้ (ไพโรจน์ ติรณธนากุลและคณะ, 2528 : 3)

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งส่วนใหญ่ประชากรในประเทศจะประกอบอาชีพ เลี้ยงสัตว์ ดังนั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงต้องคึนรณ ขวนขวายหาความรู้ ความเข้าใจในเพื่อจะได้ผลผลิตที่มีคุณ ภาพที่ดีเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ กระบวนการผลิตอาหารสัตว์นั้นมีกระบวนการผลิต นั้นหลายขั้นตอนที่สำคัญ คือ การตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ก่อนและหลังการผลิต ระบบเครื่อง จักรในการผลิตอาหารสัตว์ กระบวนการผลิตอาหารสัตว์ การตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ที่ผลิต ได้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตวีดิทัศน์ประกอบการเรียนการสอนวิชา เทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า หลัก สูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ในสาขาเทคโนโลยีการเกษตรการผลิตสัตว์ ประกอบการสอน ในเรื่องกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ผลิตวีดิทัศน์ประกอบการเรื่อง กระบวนการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้าหลักสูตร ระดับปริญญาตรี ในสาขาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์

1. เนื้อเรื่องที่จะดำเนินการ
 - โรงงานอาหารสัตว์ และเครื่องจักรในการผลิตอาหารสัตว์
 - ขบวนการผลิตอาหารสัตว์
 - ขบวนการตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์
2. จัดทำคู่มือประกอบการใช้วีดิทัศน์และสคริปต์บรรยายเรื่องกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วีดิทัศน์ประกอบการสอนเรื่อง กระบวนการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า หลักสูตร ระดับปริญญาตรี ในสาขาเทคโนโลยีการเกษตร- การผลิตสัตว์จำนวน 1 ม้วน
2. ผู้จัดทำได้ประสบการณ์โดยตรง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตได้
3. เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการศึกษาค้นคว้าของนักเรียน นักศึกษาและผู้สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำวิทยุทัศน์ชุดนี้ จัดทำเพื่อประกอบการเรียนการสอน ในหัวข้อเรื่อง “กระบวนการผลิตอาหารสัตว์” ซึ่งผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำเป็นข้อมูลประกอบการผลิต โดยการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษเรื่องนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสื่อการสอน

พฤติพงษ์ เล็กศิริรัตน์ (2536 : 1) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนที่นอกเหนือไปจากครู วิธีการสอน และการประเมินผลก็คือ สื่อการเรียน ทั้งนี้เพราะสื่อการสอนช่วยเพิ่มพูนความรู้ ประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแข็งขัน ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น และใช้เวลาในการเรียนน้อยลง เช่น ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงซ้ำให้ดูเร็วขึ้น ย่อขนาดสิ่งที่ใหญ่มากให้ดูเล็กลง ขยายขนาดของสิ่งที่เล็กให้ดูใหญ่ขึ้น นำเอาอดีตมาศึกษาได้ นำสิ่งที่อยู่ไกลหรือลืบลืมมาศึกษาได้ เป็นต้น

นิพนธ์ สุขปรีดี (2536 : 7) กล่าวว่า การเรียนการสอนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก คือพัฒนาขึ้นจากเดิมที่มีครูทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนด้วยวิธีการบรรยายใช้ตำราเรียน และกระดานขอลักเป็นเครื่องมือ โดยมีนักเรียนเป็นผู้ฟัง และจดจำเนื้อหาที่ครูถ่ายทอดด้วยวิธีซ้ำซากนั้นเรื่อยมา จนกระทั่งปัจจุบันบทบาทของครูได้เปลี่ยนไป จากผู้บรรยายมาเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนให้ดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ตลอดจนการจัดระบบการเรียนทั้งด้านการพัฒนาความรู้ ความคิด ทักษะ และทัศนคติ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2523 : 23) กล่าวว่า ผู้ส่ง (คือครู) จะถ่ายทอดสาร (คือความรู้) ไปยังผู้รับ (คือ นักเรียน) โดยผ่านสื่อกลางในรูปแบบต่างๆ ตามสัมผัสรับรู้ของผู้รับ สื่อกลางดังกล่าวนี้คือ “สื่อการสอน” สื่อ หรือช่องทางเป็นตัวกลาง หรือพาหนะ หรือทางเดินของสาร อาจเป็นภาษาพูด ภาษาเขียน ภาษาท่าทาง โสตทัศนูปกรณ์ หรือสื่อมวลชนประเภทต่างๆ

สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต (2527 : 15) ได้ให้ความหมายของสื่อว่า สื่อหมายถึง ตัวกลางหรือช่องทางที่จะนำสารหรือเรื่องราวไป ซึ่งอาจส่งโดยใช้ภาษาพูด ภาษาเขียนหรือภาษาใบ้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2523 : 108) กล่าวว่าสื่อการสอน หมายถึง วัสดุ (สิ่งสิ้นเปลือง) อุปกรณ์ (เครื่องมือที่ไม่ผู้พียงง่าย) และวิธีการ (กิจกรรม ละคร เกม การทดลอง ฯลฯ) ที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติ (อารมณ์ ความรู้สึก ความสนใจ ทักษะคติ และค่านิยม) และทักษะไปยังผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สื่อการสอน หมายถึง สิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนที่ช่วยให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียนได้ และทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งทำให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

สุรชัย สิวาบัณฑิต (2528 : 3) ได้จำแนกประเภทของวัสดุเทคโนโลยีทางการศึกษาออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. วัสดุสามมิติ ได้แก่ ของจริง ของจำลอง หุ่นตัดส่วน (Mock up)
2. วัสดุสองมิติ แบ่งได้ 3 ประเภทย่อย คือ
 - 2.1 วัสดุสองมิติที่บแสง ได้แก่ ภาพถ่าย ภาพวาด แผนภูมิ แผนภาพกราฟฟิค แผนสถิติ ภาพโฆษณา การ์ตูน การ์ตูนเรื่อง บัตรคำหรือบัตรภาพสำหรับการใช้อย่างอิสระ หรือใช้กับแผ่นป้ายโฆษณา แผ่นป้ายสาธิต แผ่นป้ายแม่เหล็ก แผ่นป้ายกระเป๋านาง วัสดุตีพิมพ์อื่นๆ
 - 2.2 วัสดุสองมิติโปร่งแสง ได้แก่ ภาพถ่าย สไลด์ फिल्मสตริป แผ่นภาพโปร่งแสงต่างๆ
 - 2.3 วัสดุสองมิติเคลื่อนไหวโปร่งแสง ได้แก่ ภาพยนตร์ในรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพยนตร์ 16 มม. หรือ 8 มม. เป็นต้น

3. วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ วัสดุเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ใช้กับเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น เทปเสียง เทปภาพโทรทัศน์ วัสดุโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ เป็นต้น

วิดีโอ จัดเป็นวัสดุเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ใช้กับเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เป็นอย่างหนึ่งที่สามารถใช้บันทึกภาพและเสียงได้ โดยใช้คู่กับโทรทัศน์วงจรปิดหรือโทรทัศน์วงจรเปิด ในปัจจุบันวิดีโอเทปได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย มีทั้งระบบขาวดำและระบบสี

วรินทร์ รัชมิพรหม (2531 : 131) กล่าวว่า วิดีโอ คือ ระบบส่งสัญญาณที่ไม่ต้องใช้สาย และไม่ต้องออกอากาศ คือ วิดีโอกระเป๋านาง หรือวิดีโอตั้งโต๊ะ ซึ่งสามารถที่จะเล่นย้อนกลับได้ และเปิดดูรายการเมื่อใดก็ได้ตามความต้องการรูปแบบในการบันทึกวิดีโอในปัจจุบันเป็นที่นิยมกัน คือ วิดีโอคาสเซต (Video cassette) และวิดีโอดีสก์ (Videodisc)

วิดีโอคาสเซต

การบันทึกภาพด้วยวิดีโอที่เป็นเทปแม่เหล็ก (Magnetic tape) แบบเดียวกับเทปเสียงนั้นอาจจะเป็นม้วนใหญ่หรือตลับเทปก็ได้ และที่นิยมกันมาก่อนคือ ตลับเทป หรือวิดีโอคาสเซต ซึ่งที่ใช้ในวงการศึกษากว้างขวาง คือ ขนาด ¼ นิ้ว โดยเริ่มแนะนำกันครั้งแรกในระบบ U-matic ของ Sony เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1970 แต่ในปัจจุบันหันมานิยมวิดีโอคาสเซตระบบ VHS (Video Home System) ซึ่งมีขนาดเทป ½ นิ้ว และระบบ Betamax ของ Sony แต่ทั้งสองระบบนี้ใช้เล่นด้วยเครื่องเล่นวิดีโอเดียวกันไม่ได้ ปรากฏว่าระบบ VHS เป็นที่นิยมใช้กันมากกว่า Betamax

วิดีโอดิस्क

ระบบนี้จะบันทึกภาพ และเสียงลงบนแผ่นพลาสติก แทนที่จะเป็นการบันทึกลงบนเทปแม่เหล็ก วิดีโอดิสก์สามารถที่จะบรรจุข้อมูลไว้ได้จำนวนมาก เช่น เก็บบรรจุภาพได้ถึง 54,000 ภาพ ในแต่ละด้านของวิดีโอดิस्क ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว บรรจุภาพฟิล์มสตริป หรือสไลด์หลายพันภาพ และบรรจุสิ่งพิมพ์ได้หลายพันหน้าในแผ่นเดียว นอกจากนี้เครื่องเล่นวิดีโอดิस्क ยังต่อเชื่อมโยงไปยังคอมพิวเตอร์ (Micro processor) ที่มีหน่วยความจำไว้ได้ จึงทำให้สามารถทำโปรแกรมการสอนได้ เป็นลักษณะของ Interactive Video ทำให้สามารถค้นหาภาพที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และยังสามารถหยุดภาพ และทำให้ภาพเคลื่อนไหวช้า (Slow motion) ได้ด้วย จึงช่วยในการใช้ประกอบการเรียนการสอน เช่น หยุดภาพเพื่อค้นหาคำตอบ หรือคอยปฏิบัติการตอบสนองของผู้เรียนแล้วจึงดูภาพต่อไปได้

อนันต์ อังกินันท์ (2532 : 8) กล่าวว่า เครื่องวิดีโอเทป (Video Tape) ใช้บันทึกภาพเหมือนถ่ายภาพยนตร์ และขณะเดียวกันใช้บันทึกเสียงเหมือนเครื่องเทป สามารถบันทึกภาพในเหตุการณ์ต่างๆ ได้ และนำมาฉายเมื่อต้องการชม โดยไม่ต้องล้างฟิล์มเหมือนภาพยนตร์

เทปบันทึกภาพ (Video Tape) ใช้บันทึกภาพและเสียงไว้ในเส้นเทปในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถลบและบันทึกได้ใหม่เหมือนเทปบันทึกเสียง และมีทั้งชนิดตลับ (Cassette) และกล่อง (Cartridge) เช่นเดียวกันด้วย

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล และคณะ (2528 : 3-4) การนำวิดีโอเทปมาเสริมการศึกษาในโรงเรียนนั้น ครูจะต้องเลือกใช้วิดีโอเทปให้ถูกต้อง กล่าวคือ การสร้างวิดีโอเทปเพื่อศึกษานั้น สร้างได้เป็น 2 แบบ คือ เป็นวิดีโอเทปเพื่อการเรียนการสอนโดยตรง (Instructional Television) เป็นการใช้อวิดีโอเทปเพื่อเสริมความรู้ทั่วไปกับบทเรียนหรือการเรียนเพื่อความรอบรู้

วิดีโอเทปเพื่อการเรียนการสอนนี้ สามารถใช้สอนแทนครู ในกรณีที่ครูไม่พอ หรือมีผู้เรียนจำนวนมาก หรือเป็นการออกอากาศไปยังพื้นที่ไกลๆ นอกจากนี้สามารถใช้สอนควบคู่กับครูเพื่อ

แสดงเรื่องราว ซึ่งจะดีกว่าการอธิบายหรือการสาริตของครู รวมทั้งบางช่วงจำเป็นต้องนำประสบการณ์โลกภายนอกเข้ามาเสริมในบทเรียน วิดีโอจะทำหน้าที่ได้ดีมาก

วิดีโอเทปนี้เป็นที่ยอมรับแล้วว่า สามารถสอนได้ดีในเนื้อหาที่หลักการ (Principles) ความคิดรวบยอด (Concepts) และกฎเกณฑ์ต่างๆ (Rules) นอกจากนี้วิดีโอเทปยังสามารถสาธิตเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติ ขบวนการกิจกรรมและแสดงขั้นตอนการทำงานด้วยมือ เพื่อให้เกิดทักษะได้ผลไม่ต่างจากการสาธิตด้วยครูสอนเลย ดังนั้นวิดีโอเทปจึงเป็นกลวิธีใหม่ในการเรียนการสอนในอนาคตอันใกล้

สรุป วิดีโอ คือ เครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่ง สามารถใช้บันทึกภาพ และเสียงได้ โดยใช้คู่กับโทรทัศน์วงจรปิด หรือโทรทัศน์วงจรเปิด มีทั้งระบบภาพสีและขาวดำสามารถนำมาฉายได้ทันทีเมื่อต้องการชมโดยไม่ต้องล้างฟิล์ม และสามารถลบหรือบันทึกใหม่ได้

วีรุพห์ ลีลาพฤทธิ (2529 : 138-139) ได้กล่าวถึงวิดีโอเทปเพื่อการศึกษาโดยทั่วไปดังต่อไปนี้

1. การแพร่ภาพโทรทัศน์สามารถทำได้ในระบบสีและขาวดำ
2. มีเครื่องบันทึกภาพแบบเคลื่อนย้ายได้ซึ่งสามารถใช้ได้ในห้องเรียนและตามสถานที่ต่างๆ ได้
3. เหตุการณ์จากโลกภายนอกสามารถนำเข้าสู่ห้องเรียนได้ประสิทธิภาพในการสื่อสารสูง
4. สามารถแพร่ภาพและเสียงได้ทุกโอกาสและนำมาสอนซ้ำได้ โดยไม่ทำให้เนื้อเรื่องเสียไป
5. เทปโทรทัศน์สามารถตัดต่อได้ ลบได้ นำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้และยังย้ายลงม้วนอื่นเพื่อแลกเปลี่ยนกันใช้ได้อีก

สุวิทย์ กาญจนพันธ์ (2531 : 153-154) ได้กล่าวว่า เทปโทรทัศน์มีประโยชน์เหนือฟิล์มภาพยนตร์ คือ

1. เทปโทรทัศน์ พร้อมทั้งจะเล่นกลับได้ทันทีหลังจากบันทึกภาพและเสียง
2. ภาพที่ได้เหมือนของจริงมีชีวิตชีวา
3. สามารถนำมาตัดต่อได้
4. สามารถตัดต่อได้ด้วยคอมพิวเตอร์

อุปกรณ์พื้นฐานในการทำเทปโทรทัศน์ คือ

1. กล้องถ่ายโทรทัศน์
2. เทปบันทึกภาพ
3. ไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หูฟัง
5. แหล่งพลังงาน

ไพโรจน์ ตีรธรรณากุล และคณะ (2528 : 76 – 78) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการผลิตวีดิทัศน์หรือเทปโทรทัศน์ไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์และเป้าหมายให้ชัดเจน
2. รวบรวมข้อมูลและเอกสาร
3. คัดเลือกข้อมูลและเอกสาร
4. เขียนบทโทรทัศน์หรือวีดิทัศน์
5. เตรียมบันทึกภาพ
6. งานศิลป์
7. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิต การทดลอง (ถ้ามี)
8. การบันทึกภาพ
9. ตัดต่อ
10. การบันทึกเสียง
11. การตรวจแก้ไขก่อนนำไปใช้
12. การนำรายการไปใช้
13. การประเมินผล

2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตอาหารสัตว์

2.2.1 การเก็บตัวอย่างอาหารเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพ

คันโร อุทัย (2529 :25) ได้กล่าวถึงหลักใหญ่ของการเก็บตัวอย่างก็คือ ทำให้ได้ตัวอย่างที่ดีที่สุด วิธีเก็บตัวอย่างให้วางกระสอบหรือถุงอาหารในแนวนอน ใช้ท่อปลายแหลมสำหรับเก็บตัวอย่างแทงทะลุกระสอบให้ลึกสุด โดยแทงทแยงจากมุมหนึ่งไปยังอีกมุมหนึ่ง แล้วนำมารวมกันให้ได้ตัวอย่างประมาณ 500-1,000 กรัม จำนวนตัวอย่างที่เก็บขึ้นอยู่กับจำนวนกระสอบอาหารที่ซื้อ ถ้าอาหารชนิดเดียวกันมีไม่เกิน 10 กระสอบ ให้เก็บตัวอย่างทุกกระสอบ กระสอบละ 1 จุด รวมเป็น 10 จุด โดยตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของแต่ละกระสอบไม่ควรซ้ำกัน แต่ถ้ามีตั้งแต่ 11 กระสอบขึ้นไป ให้เก็บมาเพียง 10 จุด โดยเลือกสุ่มเอาจากกระสอบต่างๆ 10 กระสอบ แต่ละกระสอบเก็บ 1 ครั้ง ยกเว้นถ้ามีเพียง 4 กระสอบ ให้เก็บตัวอย่างจากแต่ละกระสอบรวมไม่ต่ำกว่า 5 จุด สำหรับอาหารที่มีความฟ่ำ ให้เก็บตั้งแต่ 10 จุดขึ้นไป จากถุงอาหารทั้งหมดที่มี โดยอย่าให้ตำแหน่งที่เจาะซ้ำกัน แต่หากถุงบรรจุมีขนาดเล็กไม่เกิน 10 ปอนด์ เก็บตัวอย่างถุงละ 1 จุด ก็เพียงพอแล้ว นำตัวอย่างอาหารเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมดมารวมกัน โดยเทใส่กระดาษหนังสือพิมพ์หรือถาด คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วเกลี่ยให้เสมอกัน แบ่งออกเป็น 4 ส่วน เก็บส่วนหนึ่งเอาไว้โดยใส่ภาชนะที่ปิดสนิท ถ้านำตัวอย่างไปวิเคราะห์หา โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ฯลฯ ตามการวิเคราะห์ของพร็อกซิเมต (Proximate analysis) ให้บดผ่าน ตะแกรงเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มม. แล้วผสมกันให้ทั่วถึง ถ้าบดไม่ได้ให้พยายามทำให้ละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถ้าเป็นอาหารที่ผสมหางน้ำตาลไม่ควรบด หากจะนำอาหารนั้นไปตรวจสอบ ตามวิธีการ ใช้กล้องจุลทรรศน์ ไม่ควรบดให้พยายามคงรูปร่างสภาพเดิมของตัวอย่างไว้ให้มากที่สุด

2.2.2 ขบวนการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Feed Preparation and Processing)

คัน โธ อูทัย (2529 : 89 – 120) ได้กล่าวว่า เนื่องจากขบวนการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์ จะเกี่ยวข้องกับความร้อน ความชื้นเสมอดังนั้น จึงควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานหลักการถ่ายเท ความร้อนและความชื้นเสียก่อน เช่น ความร้อน-ความชื้นที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงในโรงสี หรือโรงงาน ที่เกี่ยวกับการอบเมล็ดพืชให้แห้ง การเก็บเมล็ดพืชในโรงเก็บหรือในถังเก็บ ข้อแม้เกี่ยวกับเมล็ดพืช ต่างๆ เพื่อการสีหรือหนึ่งก่อนทำการอัดเม็ด หรือต้องป่นก่อนการอัดเม็ด อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นระหว่างการอัดเม็ด การทำให้อาหารอัดเม็ดเย็นและแห้ง สิ่งเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับเรื่องของการถ่าย เทความร้อนและความชื้นทั้งสิ้น

1. การใช้ไอน้ำ

ส่วนมากจะใช้ในโรงสีเพื่อเป็นแหล่งความร้อน หรือเพื่อเพิ่มความชื้นให้กับผลิตภัณฑ์ เช่น การให้ไอน้ำแก่อาหารป่นก่อนจะทำอาหารอัดเม็ด หรือหนึ่งพวกธัญเมล็ดก่อนอัด เช่น ข้าวฟ่าง แล้วนำไปอัดเอาน้ำออกทำให้ Tannin หลุดออกไปด้วย

การใช้ steam ส่วนใหญ่ไอน้ำจะเป็นตัวที่ใช้มากที่สุด จึงต้องรู้จักคุณสมบัติของแรงดันไอน้ำ (water vapor) ดูจาก Steam table ซึ่งเป็นตารางที่ใช้กันทั่วไปของ Keenan's steam table

2. ความชื้นในเมล็ด

ในพวกธัญเมล็ดจะมีความชื้นประกอบอยู่ในสภาพที่วัตถุดิบมีความชื้นอยู่ (wet solid material) จะประกอบด้วยส่วนของน้ำและวัตถุแห้ง ถ้าวัดว่ามีปริมาณน้ำเท่าไร ต้องคิดออกมาเป็นฐานของวัตถุแห้ง เช่น เมล็ดพืช มีความชื้น (Moisture of wet basis, M_{wb}) = 25% นั่นคือเมล็ดพืช 100 หน่วย มีน้ำอยู่ (weight of water, W_w) = 25 หน่วย

การที่จะทำให้อาหารสัตว์ที่ติดกลายเป็นอาหารสัตว์คุณภาพดี จะต้องมีการผลิตที่ดี ขบวนการผลิตที่ดีจะต้องประกอบด้วย ฝ่ายบุคคล (บุคลากร) ที่ดี เครื่องจักรดี และวิธีการผลิตที่ดี ทั้ง 3 ส่วนนี้จะต้องทำงานประสานกันอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มีการจำแนกขบวนการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์ออกหลายรูปแบบ โดยใช้ลักษณะของขบวนการเป็นตัวจำแนก หากใช้ความร้อนเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ก็จะสามารถแบ่งขบวนการออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ขบวนการแบบเย็น (Cold processing methods) และขบวนการแบบร้อน (Hot processing methods) หากใช้ความชื้นเป็นเกณฑ์ในการจำแนกก็สามารถแยกออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ เช่นกันคือ ขบวนการแบบแห้ง (Dry processing methods) และขบวนการแบบเปียก (Wet processing methods)

กลุ่มขบวนการผลิตที่กล่าวมามีจุดประสงค์เพื่อกะเทาะเอาเปลือกออก ทำให้ขนาดของเมล็ดพืชเล็กลง หรือเนื้อแป้งกลายเป็น gelatin สัตว์ย่อยได้ง่ายขึ้นและนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น และ/หรือสามารถทำลายสารพิษได้ นั่นคือ ทำให้รูปทรงของอาหารเปลี่ยน และคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์เปลี่ยนไป

ส่วนอีกกลุ่มขบวนการหนึ่งนั้นมักใช้เมล็ดพืชน้ำมัน (Oil seeds) และมีจุดประสงค์หลักคือ แยกเอาน้ำมันออกจากเมล็ดพืช และผลพลอยได้คือ ช่วยลดสารพิษและความชื้นออกไปด้วย ได้แก่ ขบวนการอัดน้ำมัน (Screw pressing) และขบวนการสกัดน้ำมัน (Solvent extraction) ผลผลิตที่ได้จากขบวนการนี้จะใช้คำว่า กาก (Oil meal) นำหน้าชื่อจะใช้เป็นแหล่งโปรตีนจากพืช เช่น กากถั่วเหลือง (Soybean oil meal) กากถั่วลิสง (Peanut oil meal) เป็นต้น

2.2.3 การลดขนาดของวัตถุดิบก่อนการผสมอาหาร (Size Reduction)

วัตถุดิบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจะโดยวิธีใดๆ ก็ตาม ก่อนทำการผสมอาหารสัตว์จำเป็นต้องมีการลดขนาดของวัตถุดิบ หรือทำการกะเทาะเปลือกวัตถุดิบก่อน เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์พวกเมล็ดธัญพืชจะมีขนาดแตกต่างกันต้องปรับให้มาอยู่ใกล้เคียงกัน และบางชนิดมีเปลือกหุ้มเมล็ด บางชนิดไม่มี ข้อดีของการลดขนาดของวัตถุดิบก่อนการผสมก็คือ

1. เพิ่มความน่ากิน (สัตว์ชอบ) สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น
2. เพื่อให้สัตว์เคี้ยวง่าย ย่อยได้ง่ายขึ้น เพราะเพิ่มพื้นที่ผิว enzyme ทำงานได้ทั่วถึง
3. การจัดการอาหารง่ายขึ้น เช่นระเหยน้ำออกได้เร็วขึ้น ทำให้อาหารสุกเร็วขึ้นอย่างทั่วถึง ทำลายสารพิษได้มากขึ้น

4. การผสมอาหารง่ายขึ้น ผสมได้ทั่วถึง
5. เพิ่มประสิทธิภาพในการอัดเม็ด และเพิ่มคุณภาพอาหารอัดเม็ด
6. ผู้เลี้ยงสัตว์ชอบ เพราะการจัดการผสมอาหาร การเก็บสะดวกขึ้น

การลดขนาดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้ และมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป แต่ละวิธีจะมีประสิทธิภาพต่างๆ กัน สำหรับการลดขนาดของวัตถุดิบนี้ในภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มักใช้คำว่า ดี บด ปั่น หรือ สี ส่วนคำในภาษาอังกฤษแต่ละชื่อที่เรียกจะบ่งบอกถึงความแตกต่างของอุปกรณ์และกรรมวิธีที่ปฏิบัติ

2.2.4 คุณสมบัติของวัสดุบด

ก่อนการลดขนาดของวัสดุบดจำเป็นที่จะต้องทราบถึงคุณสมบัติบางประการของวัสดุบดก่อน จึงจะเลือกใช้วิธีการลดขนาดได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ มิเช่นนั้นท่านอาจแปลกใจว่าทำไม ข้าวโพดถึงป่นด้วย Hammer mills ได้ ในขณะที่เม็ดถั่วเหลืองที่แห้งเช่นเดียวกับข้าวโพดกลับไม่ยอมแตกเมื่อตีด้วย Hammer mills ทั้งนี้เพราะวัสดุบดมีแรงต้าน (Mechanical Resistance)

1. แรงต้าน

หมายถึงคุณสมบัติต่างๆ ด้าน ของวัสดุบดที่อยู่ในสภาพของแข็งและเปลี่ยนแปลงรูปร่างและแตกภายใต้ในแรงดันที่ได้รับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขอบเขตของการยืดหยุ่น (elastic stress limit) แรงดึงหรือดันให้เกิดการยืดตัว (yield stress) แรงดันเพื่อการแตกหัก (breaking stress) และขอบเขตของความอ่อนตัว (region of ductility)

2. breaking stress

เป็นแรงเค้นที่ทำให้เม็ดแตกหรือแรงต้านสุดท้าย (ultimate stress) ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุบด ซึ่งมีลักษณะเฉพาะในการจัดตัวของชิ้นส่วนเล็กๆ แล้วกลายเป็นรูปทรงของเม็ดที่ขึ้นมา ซึ่งลักษณะที่มีชิ้นส่วนเล็กๆ มายึดติดกันนี้ เขาถือว่าเป็นจุดอ่อนของโครงสร้าง (defects in the piece structure) ของเม็ดหรือวัสดุบด ซึ่งจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องนี้กลับประกอบไปด้วยรอยยึดติดซึ่งกันและกัน ดังนั้น เม็ดที่มีขนาดใหญ่จะมีรอยยึดติดมากถือว่ามีข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนของโครงสร้างมาก แรงเค้นเพียงเล็กน้อยอาจทำให้เม็ดแตกโดยรูปทรงอาจเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าเม็ดมีขนาดเล็กลง รอยยึดติดระหว่างชิ้นส่วนจะเหลือน้อยลง นั่นคือ ข้อบกพร่องของเม็ดลดลง แรงต้านการแตกหักจะเพิ่มขึ้น (breaking strength) คือ แตกตัวได้ยากขึ้น ยกเว้นชิ้นส่วนที่แตกตัวถึงขั้นโมเลกุลแล้วจะไม่เป็นไปตามนี้เพราะไม่มีรอยยึดติดระหว่างชิ้นส่วนอีกต่อไป นี่ก็คือเหตุผลที่ว่าทำไม? การลดขนาดของวัสดุบด จึงไม่สามารถจะทำให้แตกตัวได้ชิ้นส่วนขนาดเท่าๆ กัน ตามที่ต้องการได้ไม่ว่าจะใช้วิธีใดๆ ก็ตาม

3. Hardness (ความแข็ง)

เป็นคุณสมบัติอีกประการที่มีความสำคัญในการ Grinding การเปรียบเทียบความแข็งใช้หลักของ Mohs คือ เมื่อวัสดุ 2 ชนิดมากระทบกัน ชนิดใดที่เกิดรอยถลอกหรือรอยบุบแสดงว่าชนิดนั้นแข็งน้อยกว่า

4. Toughness (ความเหนียว)

วัตถุที่มีความเหนียว หมายถึง วัตถุที่เกิดรอยร้าวได้ยากหรือมีการกระจายของรอยร้าวน้อย ความเหนียว (toughness) นี้ต่างจากความเหนียวที่เกิดจากแป็งเปลี่ยนสภาพเป็น gelatin ซึ่งเรียกว่า stickiness แต่ toughness นั้นเยื่อใยเป็นตัวที่ทำให้เกิดความเหนียวโดยจะส่งแรงเค้นด้านรอยร้าวไปตามส่วนปลายของเยื่อใย ตรงกันข้ามกับความเหนียวคือความแตกง่าย (fragility)

2.2.5 ขบวนการในการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์

สามารถจำแนกออกตามลักษณะของขบวนการใหญ่ๆ ได้ 3 ขบวนการ คือ

1. Cold Processing methods

คือ ขบวนการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์ (การลดขนาดวัตถุดิบ) โดยไม่ใช้ความร้อน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธีด้วยกันคือ วิธีการแบบแห้ง (Dry processing methods) วัตถุดิบที่จะผ่านขบวนการนี้ ความชื้นต้องไม่เกิน 16% ส่วนอีกวิธีคือ วิธีการแบบเปียก (Wet processing methods) คือ ขบวนการที่ทำให้วัตถุดิบมีความชื้นมากกว่าปกติ (ตั้งแต่ 17% ขึ้นไป)

2. Hot Processing methods

คือ ขบวนการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยใช้ความร้อน ซึ่งมี 2 วิธีการเช่นกันคือ แบบแห้ง (dry) และแบบเปียก (wet) เช่นเดียวกับที่กล่าวมาใน Cold processing

3. Cold dry processing methods

เป็นขบวนการที่ลดขนาดของเมล็ดด้วยอุปกรณ์ที่จะใช้แรงกระทำด้วยวิธีต่างๆ กัน ซึ่งมักเรียกรวมๆ ว่า Grinding แต่เดิมจะใช้ Grinding สำหรับพวกธัญเมล็ดที่จะใช้ผสมอาหารสัตว์โดยตรงเท่านั้น ต่อมาจึงได้นำเอาการ Grinding ไปใช้ในแง่อื่นด้วย เช่น บดวัตถุดิบที่จะใช้อัดเม็ด บดวัตถุดิบที่จะเข้าขบวนการใช้ความร้อน ขบวนการสกัดน้ำมัน หรือแม้แต่อาหารที่ผ่านขบวนการใช้ความร้อนแล้วแต่มีขนาดใหญ่ต้องการทำให้ขนาดเล็กลง จึงต้องใช้ Grinding อีกครั้ง อุปกรณ์ที่ใช้ Grinding ได้แก่ Hammer Mill, Crushing Rolls, Disc Attrition Mills, Tumbling Mills

2.2.6 ขนาดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ผ่านการบด

ปัจจุบันได้มีผู้พยายามวัดขนาดของวัตถุดิบที่บดแล้วด้วยวิธีการต่างๆ แต่ยังไม่สำเร็จ เพราะรูปร่างของวัตถุดิบจะไม่แน่นอนทั้งรูปทรงและขนาด และในปัจจุบันจึงนิยมใช้การร่อนผ่านตะแกรงตามวิธีของอเมริกัน ซึ่งได้จำแนกขนาดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สามารถผ่านตะแกรงเบอร์ต่างๆ โดยให้เป็นค่าเฉลี่ยหรือกลางๆ ไว้ดังนี้

Coarse คือ เมล็ดที่ค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 3/8, 4, 8 mesh (หยาบหรือขนาดใหญ่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Medium คือ เมล็ดที่ค้ำอยู่บนตะแกรงขนาด 14 และ 28 mesh (ขนาดปานกลาง)

Fine คือ เมล็ดที่ค้ำอยู่บนตะแกรงขนาด 48 และ 100 mesh (ละเอียด)

ถึงอย่างไรก็ตาม ในการบดวัตถุดิบแต่ละครั้ง มักจะแตกออกมาได้หลายขนาดและหลายรูปทรง เนื่องจากคุณสมบัติที่กล่าวมาในช่วงต้นๆ จึงไม่สามารถระบุชัดเจนลงไปว่าละเอียดหรือหยาบยกเว้นจะป่นจนเป็นฝุ่น

2.2.7 การผสมอาหารและเครื่องผสม (Feed Mixing and Mixers)

บรูคส์, ปีเตอร์ และโรเบิร์ต โรดแลนค์ (2535 : 171-213) การมีสูตรอาหารที่ดี ใ้ว่าจะทำให้สัตว์ให้ผลดีเสมอไป หากการผสมอาหารไม่ดีพอเพราะสัตว์จะได้รับโภชนาไม่ครบถ้วน ไม่สม่ำเสมอ เป็นผลให้การให้ผลผลิตลดลงในทุกๆ ด้าน ดังนั้น ขบวนการผสมอาหารจึงมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าการคำนวณสูตรอาหาร

การผสมอาหาร คือ การนำเอาวัตถุดิบอาหารสัตว์ต่างๆ ทั้งที่ไม่ผ่านและที่ผ่านขบวนการเตรียมวัตถุดิบมาแล้วอย่างดี (เช่น การบดด้วยกรรมวิธีต่างๆ การผ่านเครื่อง extruder expander เป็นต้น) ทั้งในสภาพดิบ และสุก จากธรรมชาติ จากการสังเคราะห์ ของแข็ง ของเหลว หรือกึ่งแข็ง กึ่งเหลว รวมแล้วไม่ต่ำกว่า 2 ชนิดขึ้นไป มาผสมเข้าด้วยกัน โดยมีเป้าหมายว่า

1. อาหารจะต้องรวมเป็นเนื้อเดียวกัน
2. อาหารจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากัน
3. จะต้องไม่มีสารที่เป็นอันตรายต่อสัตว์และเชื้อโรคปะปนอยู่ในอาหารเกินกว่าระดับที่

พ.ร.บ. กำหนด หรือในระดับที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ได้

โดยทั่วไปวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ผสมลงไปในแต่ละครั้งมีประมาณ 20-25 ชนิด ทั้งในสภาพของแข็ง ของเหลว การจะผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากและต้องมีขั้นตอน

1. กลุ่มวัตถุดิบอาหารสัตว์ มีทั้งในสภาพของแข็ง ของเหลว วัตถุดิบที่ใช้ในปริมาณมากคือพวกคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง รำ ปลายข้าว และธัญเมล็ดอื่นๆ และอาจมีแหล่งคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ ที่ใช้ในปริมาณน้อย เช่น พวกน้ำตาล lactose glucose หรือ sucrose และยังมีแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในสภาพของเหลว คือ หางน้ำตาล ซึ่งทำหน้าที่หลายอย่างเป็นที่แหล่งพลังงาน สารเชื่อมอาหารให้ติดกัน (Binder) สารปรุงรสเพื่อกลบกลิ่นรสขมฝืนของอาหารอื่น ลดความเป็นฝุ่น และป้องกันเชื้อรา

ส่วนแหล่งโปรตีนมีทั้งจากพืช เช่น ถั่วต่างๆ สารที่เกิดจากการหมัก เช่น กากเบียร์ กากยีสต์ และผลิตภัณฑ์จากโรงงานสกัดน้ำมันพืช เช่น กากงา กากฝ้าย ฯลฯ โปรตีนจากสัตว์ เช่น ปลาป่น

หางนมผง หางเนยผง เนื้อกระดูกป่น ฯลฯ ซึ่งใช้ในปริมาณไม่มากนัก เมื่อเทียบกับแหล่งคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้อาจมีสารประกอบไนโตรเจน เช่น ยูเรีย ไบยูเรท มูลไก่แห้ง

แหล่งไขมัน ซึ่งใช้ในปริมาณน้อย ยกเว้นอาหารสุนัข แมว มักใช้ในรูปผงหรือเหลว เช่น ไขมันสัตว์พวกไขวัว ไข่แกะ หรือน้ำมันพืชต่างๆ

แหล่งอื่นๆ ได้แก่ ยาปฏิชีวนะ สารสี เอนไซม์ สอร์โบนิน probiotic, acidifier รวมทั้งสารกระตุ้นการให้ผลผลิตและการเจริญเติบโต ฯลฯ แหล่งนี้จะใช้ในปริมาณน้อยมาก

วัตถุดิบที่กล่าวมาข้างต้นจะมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์แตกต่างกัน และมีผลกระทบต่อการผสมอาหาร ซึ่งเป็นเรื่องของความหนาแน่นของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ (bag and bulk ingredients) ซึ่งแตกต่างกัน วัตถุดิบที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกันจะผสมเข้ากันได้ง่ายกว่าพวกที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน การเลือกสื่อในการผสมอาหาร จึงมีความสำคัญยิ่งต่อการทำ premix และการผสมอาหาร

2. ขั้นตอนการผสมอาหาร

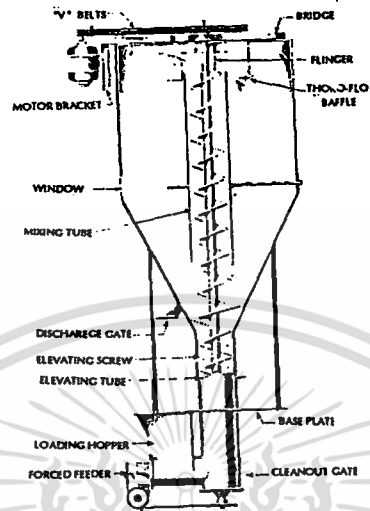
2.1 เครื่องผสมแบบตั้ง (Vertical Mixer)

เครื่องผสมแบบตั้งนี้ ตัวถังและเกลียวที่ตัดอาหาร ได้ถูกออกแบบให้ตั้งขึ้นตรงศูนย์กลางของตัวถัง อาหารจะถูกป้อนเข้าตรงฐานด้านล่างสุดของตัวถังและเกลียว และเมื่อเกลียวหมุนจะทำให้การตัดอาหารขึ้นสู่ส่วนบนสุดของถังแล้วเหวี่ยงออก ซึ่งจะเป็นจังหวะที่อาหารกระจายออกผสมปนเปกัน และเมื่ออาหารตกสู่เบื้องล่างของถังซึ่งมีลักษณะปลายสอบเข้าหาส่วนศูนย์กลางฐาน อาหารจะไหลกลับไปเข้าช่องที่เกลียวตัดขึ้นสู่ด้านบนสุดของถังใหม่ แล้วเหวี่ยงกระจายออกไปตามเดิมในเวลาเดียวกันอาจมีอาหารบางส่วนลื่นไหลลงสู่เบื้องล่างในขณะที่เกลียวตัดอาหารขึ้นด้านบน เพราะยังมีช่องว่างระหว่างตัวเกลียวและปลอกหุ้มเกลียวอยู่ ซึ่งช่องนี้ถ้าห่างเกินไปไม่ดี ลักษณะการทำงานแบบนี้เป็นการต้านแรงโน้มถ่วงของโลก วัตถุที่เบาจะถูกเหวี่ยงออกไปไกลติดข้างถัง ส่วนวัตถุที่หนักจะตกอยู่ใกล้ๆ ศูนย์กลางและยอมตกลงถึงฐานล่างสุดของเกลียวก่อนพวกที่อยู่รอบๆ ข้างถัง จึงทำให้อาหารแยกตัวเป็นชั้นๆ บริเวณใกล้กับฐานของถังผสม

(Pfost, 1976) กล่าวว่า ตัวเกลียวสามารถจะดึงอาหารได้เพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นขึ้นไปเหวี่ยงออกด้านบนสุดคือ เพียง 35-40% เมื่อเทียบกับเครื่องผสมแบบนอนในเวลา 1 นาที โดยที่จำนวนรอบของการหมุนของเกลียวเท่ากัน น้ำหนักอาหารที่บรรจุเท่ากัน แต่อาหารทั้งหมดไม่ได้ถูกเหวี่ยงขึ้นไปพร้อมๆ กัน ทีเดียว ดังนั้นตัวปัญหาของเครื่องผสมแบบนี้ คือ ขนาดของวัตถุดิบ ความหนาแน่นของวัตถุดิบ (Bulk density) ความถี่ของตัววัตถุดิบ (ขึ้นอยู่กับความถี่ของวัตถุดิบเอง) ความเร็วของเกลียวที่หมุน องศาที่ลาดเทของถัง

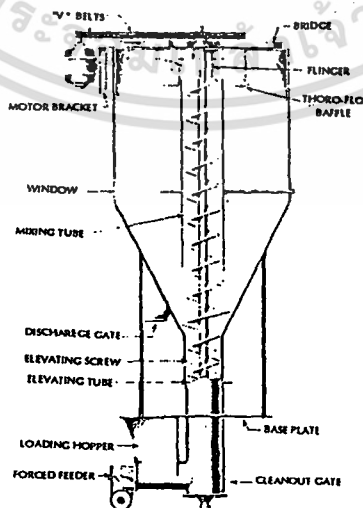
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 เกลียวเดี่ยวแบบตั้งขนาดจุ 2 ตัน (Two-ton, Single-screw vertical mixer)



ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ผสมจนอาหารเป็นเนื้อเดียวกัน หรือมีความแปรปรวนน้อยที่สุดของถังผสมขนาดจุ 2 ตัน เกลียวเดี่ยวทำการผสมอาหารหนัก 1 ตัน พบว่าอาหารจะผสมได้ก็คือสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of variation = CV) ไม่เกิน 10% ตั้งแต่หน้าที่ที่ 13-14 ดังนั้นจึงถือเป็นกฎทั่วไปว่า เครื่องผสมขนาด 2 ตัน เกลียวเดี่ยวเมื่อให้ผสมอาหาร 1 ตัน ควรใช้เวลาเดินเครื่องไม่น้อยกว่า 15 นาที และถ้าจะผสมกับอาหารจำนวน 2 ตัน จะต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นไปอีก (ความกว้างของเกลียวไม่ได้วัด)

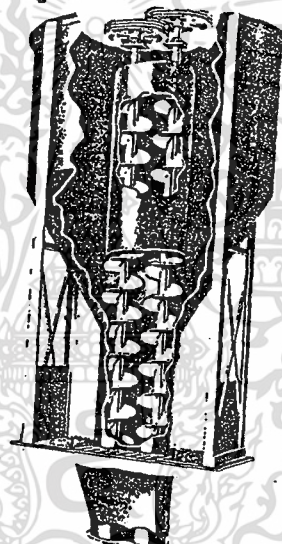
2.1.2 เกลียวเดี่ยวแบบตั้งขนาดจุ 4 ตัน (Four-ton, Single-screw, Vertical mixer)



ภาพที่ 2 เกลียวเดี่ยวแบบตั้งขนาดจุ 4 ตัน (Four-ton, Single-screw, Vertical mixer)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตาเห็นว่าใบเซปจะเขียนด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาพที่ 2 เป็นการทดสอบเครื่องผสมขนาด 5 ตัน อายุการใช้งาน 25 ปีแล้ว แต่ยังมีเกลียวที่สมบูรณ์ เส้นผ่าศูนย์กลางของเกลียว 12 นิ้วเท่ากันตลอด ช่องว่างระหว่างปลายเกลียวที่ยื่นออกมาจากแกนกับปลอกที่สวมเกลียว 1.5-2 นิ้ว เมื่อผสม 5 ตันได้ 25 นาทีขึ้นไป ค่า CV ต่ำสุด 30% ซึ่งสูงกว่าปกติถึง 20% เนื่องจากเจ้าของเครื่องเข้าใจผิดคิดว่าเป็นเครื่องขนาด 5 ตัน จึงผสม 5 ตันมาตลอด 25 ปี ซึ่งในขณะที่ไปทดสอบพบว่าสาเหตุที่ทำให้อาหารผสมได้ไม่ดี เนื่องจากช่องว่างระหว่างปลอกหุ้มแกนเกลียวกับตัวเกลียวห่างเกินไป ถ้าจะใช้เครื่องนี้ให้เป็นประโยชน์ต่อไปต้องศึกษาหาขนาดความจุที่เหมาะสมกับตัวเครื่อง เครื่องนี้จะใช้การได้ดีเมื่อผสมอาหารเพียง 3 ตัน โดยอาหารจะผสมกันได้ดีตั้งแต่ 8 นาทีเป็นต้นไป

2.1.3 เครื่องผสมแบบตั้งเกลียวคู่ (Double-screw หรือ Twin screw Vertical Mixers)



ภาพที่ 3 เครื่องผสมแบบตั้งเกลียวคู่ (Double-screw หรือ Twin screw Vertical Mixers)

เครื่องผสมเกลียวคู่ทั้งชนิดความจุ 3 ตัน และ 5 ตัน โดยผสมเต็มพิกัด พบว่า เครื่องผสมขนาดเล็ก (3 ตัน) จะใช้เวลาผสมเพียง 3 นาที ในขณะที่เครื่องผสมขนาดใหญ่ (5 ตัน) ใช้เวลาผสมถึง 16 นาที โดยที่ทั้ง 2 เครื่องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเกลียว 12 นิ้วเท่ากัน เส้นผ่าศูนย์กลางของถังเท่ากัน แต่ความสูงต่างกัน รวมทั้งความสูงของเกลียวทั้งคู่ซึ่งสูงตามขนาดของถัง ก็ไม่สามารถลดเวลาในการผสมลงมาให้เท่าขนาด 3 ตันได้

2.2 เครื่องผสมแบบนอน (Horizontal Mixers)

ลักษณะของตัวควรมีหลายแบบ เป็นแบบแถบเหล็กแบนๆ ขอเรียกว่าเส้นแถบ (Ribbon wear-type) แบบใบพาย (Paddle wear-type) และแบบตัวถังหมุนได้ (rotating drum)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการการทำงานของเครื่องผสมแบบนอน

เป็นการดึงอาหารให้มีการเคลื่อนไหวแบบหมุนเวียนในแนวนอน เกลียวผสมอาหารมีลักษณะเป็นเส้นแถบเหล็กขดเป็นเกลียวใหญ่ ในกรณีที่เป็นเส้นแถบเหล็กคู่ (double ribbon mixer) การกววนอาหารของเส้นแถบเหล็กแต่ละเส้นจะดึงอาหารให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน โดยที่แถบเหล็กทั้ง 2 ชุด จะยึดติดกับแกนกลางอันเดียวกันในลักษณะที่ซ้อนกันอยู่ เมื่อแกนกลางหมุนจึงเกิดแนวของทิศทางการเคลื่อนของอาหาร

3. การตรวจสอบมาตรฐานของเครื่องผสมอาหาร

เครื่องผสมอาหารเมื่อใช้นานๆ อาจมีปัญหาเรื่องความสึกของเกลียวและท่อหุ้มเกลียวในกรณีของเครื่องผสมแนวตั้ง ความสึกของใบพาย ของแถบเหล็ก ฯลฯ ที่ใช้ในการกววนอาหารให้ผสมเข้ากันดี แล้วแต่ชนิดของถังผสมอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อาหารไม่กระจายตัวหรือกระจายตัวน้อยเมื่อมีการผสม นอกจากนี้ ระยะเวลาในการเดินเครื่อง คุณสมบัติของวัตถุดิบเอง ล้วนแต่เป็นสาเหตุทำให้การผสมของอาหารไม่สม่ำเสมอได้ จึงต้องมีการตรวจเช็คความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของอาหารบ่อยๆ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง ด้วยการนำอาหารที่ผสมมาตรวจสอบหาความสม่ำเสมอ แล้วประเมินค่าออกมาในรูปของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ที่ยอมรับกันมาช้านานจนถึงปัจจุบันคือ ไม่เกิน 10% หากเกิน 10% ถือว่าเครื่องผสมนั้นจะต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขใหม่ การตรวจสอบเครื่องผสมอาหารนี้ควรกระทำสม่ำเสมออย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง แต่สำหรับโรงงานผสมอาหารที่เดินเครื่องตลอด 24 ชั่วโมง ติดต่อกันทุกวัน ควรเช็คเดือนละ 1 ครั้ง

ชนิดของ marker / Semiautomatic (batch) weighing system

แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. กลุ่ม marker ที่เติมลงไปแล้วสามารถแยกออกจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ชัดเจนและง่าย มีขนาดใหญ่มองเห็นได้ชัด ไม่ถูกทำลายขณะผสมอาหาร เช่น เมล็ดธัญพืช เม็ดสีพลาสติก graphite เคลือบสี ผงเหล็กทาสี

2. Semiautomatic (batch) weighing system (ระบบกึ่งอัตโนมัติ) จะมีเครื่องจักรประกอบมากขึ้นกว่าระบบแรก วัตถุดิบจากถังเก็บจะถูกส่งเข้าสู่ตัวป้อนอาหารแล้วเข้าสู่รางลากต่อไปยังกะพ้อชั่ง (scale hopper) ที่วางอยู่เหนือเครื่องผสม อาหารจะถูกปล่อยเข้าสู่เครื่องผสมพร้อมๆ กับพวก sack ingredients ส่วน premix แยกชั่งต่างหากแล้วผสมเข้าไปทุกอย่างใช้ปุ่มสวิทช์ควบคุมการทำงานในขณะที่เครื่องกำลังผสมอาหาร สามารถกดปุ่มให้มีการชั่งอาหารไว้ก่อนรอการผสมชุดต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.9 การเติมวัตถุดิบอาหารสัตว์เหลวลงในอาหารผสม

ประทีป ราชแพทยาคม , สุภาพร อัสริโยคม (2522 : 215-218) การเติมวัตถุดิบเหลวลงในอาหารผสมในปัจจุบันมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากระบบของอุปกรณ์ในการเติมดีขึ้น เพราะการผสมอาหารในรูปของเหลวจะผสมได้ทั่วถึงกว่าเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่า ในปัจจุบันนอกจากไขมันและหางน้ำตาลแล้ว ยังมีการใช้วัตถุดิบอื่นๆ ในรูปของเหลวอีก เช่น สารให้กลิ่น ไวตามิน กรดอะมิโน เอนไซม์ และสารกันหืน แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นจะต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสม คุณภาพทั้งของตัววัตถุดิบที่จะเติม อาหารที่ผสมเสร็จแล้วและค่าใช้จ่าย รวมทั้งวิธีการป้องกัน การเก็บรักษา และสภาพแวดล้อม

1. คุณสมบัติของวัตถุดิบเหลวที่จะเติม (จะต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้)

1.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ของเหลวที่เป็นกรดหรือด่างมากๆ ต้องระวังเป็นพิเศษและควรมีอุปกรณ์เฉพาะที่ทนต่อการสึกกร่อน อาจใช้ท่อหรือปั๊ม และถังเก็บที่ทำด้วยโลหะหรือวัสดุเฉพาะ รวมทั้งเสื้อ ถุงมือ สำหรับเจ้าหน้าที่สวมป้องกันตัวเองด้วย ถังเก็บของเหลวที่หนักมาก ควรต้องออกแบบให้เหมาะสม ของเหลวที่ไหลเร็วจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการลื่นล้มแม้กรดอ่อนก็ทำให้สึกกร่อนได้

1.2 ค่าความหนืด (Viscosity) ค่อนข้างแปรปรวน มีผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อความสามารถในการทำงานของปั๊ม ลดความแม่นยำของเครื่องวัด ทำให้มีอากาศในปั๊ม ลดอัตราการดูดซึมของอาหารผสมแห้ง มีผลกระทบต่ออัตราการกระจายตัวหรือการจับตัวเป็นก้อนของอาหารผสมที่เป็นผง

1.3 ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) โดยปกติการใช้หางน้ำตาลจะต้องวัดการไหลโดยวัดในรูปของปริมาตรและการชั่งน้ำหนักต่อปริมาตร เพื่อควบคุมการผสมในอาหาร ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะนั้นวัดโดยใช้ Hydrometer หรือวิธีง่ายๆ คือ ปล่อยให้หางน้ำตาลไหลผ่านลิ้นที่เป็นจุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งมีเครื่องวัดปริมาตรอยู่ พร้อมทั้งจับเวลาชั่งน้ำหนักหางน้ำตาลที่ตวงมาได้

1.4 จุดเยือกแข็ง (Freezing point) การเก็บและอุปกรณ์ที่จะใช้สำหรับของเหลวควรมีเครื่องให้ความร้อนด้วย วัตถุดิบเหลวบางอย่าง เช่น ไขมัน ถึงเก็บและท่อนำไขมันควรมีท่อน้ำร้อนผ่าน หรือเป็นแถบไฟฟ้าที่ให้ความร้อน เดินตามท่อไขมัน พร้อมมีฉนวนหุ้มหรืออาจใช้ไอน้ำแทน แต่ต้องระวังในแง่ของการทำให้ไขมันหืน และท่อไขมันแตก

1.5 ของเหลวที่เป็นพิษหรือเสี่ยงต่อชีวิต ของเหลวที่เป็นพิษบางชนิดเสี่ยงต่อชีวิตของคนงานและสภาพแวดล้อม จึงต้องการการจัดการเป็นพิเศษ ทั้งอุปกรณ์ วิธีการ และถังเก็บ รวม

ทั้งอุปกรณ์ป้องกันคนที่จะไปสัมผัสกับสารนั้นๆ และการทำความสะอาดต้องระมัดระวัง ทั้งคนงาน และสถานะแวดล้อม ตาม พ.ร.บ. คุ้มครองสวัสดิภาพของคนทำงานและ

1.6 การสูญเสียน้ำ การออกแบบติดตั้งถังเก็บ ต้องระมัดระวังเกี่ยวกับอุณหภูมิและการระเหยของน้ำ เพราะอาจทำให้คุณสมบัติทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ของวัตถุดิบอาหารสัตว์เหลวเปลี่ยนแปลงได้

1.7 คุณสมบัติอื่นๆ

Thixotropic การเก็บของเหลวบางชนิด ถ้าไม่มีการกวน จะแยกตัวเป็นชั้นไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ

Exothermic ของเหลวบางชนิดเมื่อผสมกับสารอื่นจะเกิดความร้อนขึ้น ทำให้โภชนะถูกทำลาย

Suspended Solid ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ อาจไปเกาะพอกพูนตามอุปกรณ์และตัวถังที่ใช้เก็บของเหลว จนมากพอที่จะทำให้เกิดการกีดคร่อนเครื่องใช้ต่างๆ ได้ ต้องหมั่นกวนบ่อยๆ ให้ของแข็งอยู่ในสภาพของสารแขวนลอย อย่าให้มีโอกาสแยกตัวไปเกาะตามผนังหรืออุปกรณ์อื่นๆ

Mixability ความสามารถในการผสมของเหลวบางชนิดผสมได้ไม่สม่ำเสมอและมีการแยกตัวเมื่อเก็บไว้

เกิดสารชีวภาพขึ้น ของเหลวที่เจือจางหรือมีโอกาสมัผัสกับอากาศ จะเกิดการเจริญของเชื้อราและจุลินทรีย์

เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆ ปฏิกิริยาทางเคมีอาจเกิดขึ้นได้ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสถานะสิ่งแวดล้อมในขณะที่อยู่ในช่วงพักอยู่ในถัง ซึ่งเป็นผลทำให้คุณภาพเปลี่ยนไป เช่น ไขมันที่เก็บในสภาพที่มีโอกาสสัมผัสกับน้ำ หรือธาตุทองแดง หรือสารผสมทองแดง จะถูก oxidize จนมีกลิ่นหืน

2.2.10 การผสมระหว่างของเหลวกับอาหารผง

การใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์เหลวต้องคำนึงถึงการรับตัวอย่างอาหาร การเก็บรักษาและการนำไปผสมอาหารเป็นพิเศษ ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงการผสมระหว่างของเหลวกับอาหารผง

การปล่อยให้ของเหลวไปตามท่อ แล้วเข้าสู่ถังผสมอาหารรวมตัวกับอาหารผงวิธีการนี้การผสมจะไม่ทั่วถึง ควรมีการเตรียมวัตถุดิบเหลวให้มีการกระจายตัวก่อนที่จะนำไปผสมหากมีลักษณะหนืด ควรอุ่นให้ร้อน ในถังเก็บก่อนการผสม

โดยทั่วไป จุดที่ของเหลวจะสัมผัสกับอาหารผง จะต้องมีการกวนหรือมีการเคลื่อนไหวของอาหารผงอย่างสม่ำเสมอมากที่สุด เครื่องผสมแนวอนจะอยู่ในสภาพที่กล่าวมามากที่สุดแต่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องผสมแต่ละเครื่องจะต้องหาจุดที่มีการกระจายตัวของอาหารผงมากที่สุด เพื่อให้ผสมเข้ากันได้ดี และหาวิธีที่เหมาะสมในการกระจายของเหลวเข้าเครื่องผสม จะมีวิธีการเติมลงในเครื่องผสมที่ หมุนช้า หมุนเร็ว

ถ้าอาหารผงประกอบด้วยพวกที่แตกหักง่าย เช่น ธัญเมล็ดที่ผิวขรุขระ การผสมต้องไม่รุนแรง ควรระมัดระวังให้อยู่ในลักษณะเดิมให้มากที่สุด จะต้องใช้เวลาในการผสมนานขึ้นเพื่อให้เกิดการกระจายตัวเข้าหากันอย่างทั่วถึง

ถ้าหากต้องการผสมของเหลวจำนวนมากลงไปในการผสมผง จะต้องมีการอบให้แห้งหลังผสม เพื่อจะสามารถเก็บไว้ได้นานๆ

2.2.11 การผสมหางน้ำตาลหรือวัตถุดิบที่มีความหนืดสูง

หางน้ำตาลจัดเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตของสัตว์ โดยทั่วไปจะใช้ไม่เกิน 15% ในสูตรอาหาร เพราะผสมและดูแลยาก และยังมีคุณสมบัติเป็นยาระบาย โดยเฉพาะในสุกรหากเกิน 15% จะท้องร่วง ข้อดีของหางน้ำตาล คือ เพิ่มความน่ากิน ทำให้จุลินทรีย์ใน rumen ทำงานได้ดียิ่งขึ้น ลดความเป็นฝุ่นของอาหาร เป็นตัวเชื่อมให้อาหารเกาะกัน เป็นแหล่งให้พลังงาน และ UGF (Unidentified growth factor)

Curtin, 1976 ได้จำแนกหางน้ำตาลไว้หลายชนิด

1. หางน้ำตาลอ้อย (Cane molasses) มีสีน้ำตาลเข้ม (สีน้ำตาลไหม้) มีลักษณะข้นเหนียว ความหนาแน่นเมื่อเทียบกับน้ำไม่น้อยกว่า 79.5° Brix
2. Refiners molasses เป็นหางน้ำตาลที่เป็นส่วนเหลือหลังจากการนำน้ำตาลดิบมาทำให้สะอาด เมื่อนำน้ำตาลออกไปแล้วจะเหลือของเหลวสีน้ำตาล มีความหนาแน่น 79.5° Brix เช่นกัน
3. Beet molasses เป็นหางน้ำตาลจากโรงงานทำน้ำตาลบีท แต่เดิมใช้เป็นแหล่งผลิต yeast, citric acid ยาปฏิชีวนะ และผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการหมักอื่นๆ
4. Corn sugar molasses เป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียงของโรงงานทำน้ำตาล dextrose โดยการ Hydrolyze แป้งข้าวโพดให้เป็นน้ำตาล โดยกรดหรือเอนไซม์ ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 78.0° Brix
5. Citrus molasses ผลิตจากเปลือกหรือผิวของพวก citrus ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 71.0° Brix
6. Wood molasses (Hemicellulose extract) เป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียงของการทำ hard board มีทั้งน้ำตาล pentose และ hexose และมีคาร์โบไฮเดรตประกอบทั้งหมดไม่น้อยกว่า 55% มีของแข็งประกอบอยู่ไม่น้อยกว่า 65% การขายไม่ได้ขายเป็น Brix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Grain sorghum molasses เป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียงจากการนำน้ำตาล dextrose จากแป้งข้าวฟ่าง milo โดยถูกไฮโดรไลส์ด้วยกรดหรือเอนไซม์ ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 78° Brix

2.2.12 การอัดอาหารเม็ด (Pelleting)

การผลิตอาหารเม็ดหรือตามที่เราเรียกกันโดยทั่วไปว่า “การอัดเม็ด” ได้พัฒนาการมาจากการเลี้ยงสัตว์แบบดั้งเดิม ซึ่งใช้เมล็ดพืชต่างๆ ผ่านขบวนการแปรรูปบ้าง หรือไม่แปรรูปบ้าง มีความแห้ง ความสด ตามที่สามารถจัดหาได้โดยทั่วไป จากการเลี้ยงสัตว์แบบนี้พบว่าสัตว์เลือกกินเมล็ดพืชแต่ละชนิดไม่เท่ากันและเลือกกินเป็นบางชนิดเป็นผลให้สัตว์ได้รับคุณค่าอาหารไม่ครบถ้วนตามหลักโภชนาการเพื่อป้องกันการเลือกกินเฉพาะเมล็ดพืชหรือส่วนผสมบางอย่างจึงมีการบดวัตถุดิบต่างๆ ให้ละเอียด แล้วคลุกเคล้ากันก่อนนำไปเลี้ยงสัตว์ อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีปัญหาบางประเภทอยู่ คือ

1. มีฝุ่นละเอียดปลิวไปทั่วไปได้ง่าย ทำให้สิ้นเปลือง, สภาวะรอบๆ โรงเรือนสกปรกหมักหมม เกิดค่าใช้จ่ายในการป้องกันโรค
2. สัตว์กินอาหารไม่หมดตามที่คาดหวัง บางส่วนปนเปื้อนไปกับดินง่าย ถาดอาหารมีอาหารตกค้างอยู่มาก ไก่กินได้ไม่หมด และหมักหมม
3. ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตยังสูง ส่วนหนึ่งเกิดเพราะการสูญเสียข้างต้น ต่อมาจึงมีแนวความคิดที่จะแก้ไขและป้องกันการสูญเสียประโยชน์ดังกล่าว จึงมีการพัฒนาแปรรูปอาหารให้เป็นเม็ด ทั้งแบบอัดแห้ง จนมาถึงการใช้ไอน้ำซึ่งใช้กันแพร่หลาย ปัจจุบันให้ความสำคัญในการพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์การอัดเม็ดเป็นอย่างมาก

คุณประโยชน์ในการอัดเม็ด

1. เพิ่มความหนาแน่น (Bulk Density) มากขึ้นจากอาหารผง 40-100%
 - 1.1 ต้องการพื้นที่ และภาชนะกักเก็บขนาดเล็กลงและจำนวนลดลงตามส่วน
 - 1.2 ประหยัดค่าใช้จ่ายเพื่อการเก็บรักษา
 - 1.3 การไหลตัวในท่อลำเลียงสะดวก รวดเร็ว มีความสม่ำเสมอและตกค้างในถังบรรจุน้อย

2. อาหารเม็ดมีขนาด และรูปร่างสม่ำเสมอ

- 2.1 สัตว์ได้รับคุณค่าอาหารครบถ้วน เพราะต้องกินรวมทั้งเม็ด
- 2.2 ป้องกันการสูญเสียและการแยกตัวของสารผสมที่สำคัญในขั้นตอนการลำเลียงขนส่ง ซึ่ง ตวง ก่อนใช้เลี้ยงสัตว์

2.3 ลดการสูญเสียปลิวไปตามลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การอัดเม็ด มีการใช้อุณหภูมิโดยตรง และกดอัดผ่านตาย (Die) เกิดความร้อนสูงทำให้ อาหารมีประสิทธิภาพต่อการเลี้ยงสัตว์

3.1 ทำลายแบคทีเรียหลายชนิด โดยเฉพาะซาโมเนลล่าที่ทำให้สัตว์ท้องเสีย

3.2 เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ทำให้สัตว์ย่อยสลาย
และดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้รวดเร็ว ซึ่งในผลผลิตเท่ากันแล้วปริมาณการเลี้ยงด้วยอาหารผงอาจ
มากกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดถึง 10%

เครื่องอัดเม็ด

เครื่องอัดเม็ดมีหลายขนาด ที่นิยมใช้ในการผลิตอาหารสัตว์มีขนาดตั้งแต่ 20-700 แรงม้าพอ
จัดได้เป็น 2 แบบ ตามลักษณะการขับเคลื่อน คือ

1. แบบขับเคลื่อนด้วยสายพาน โดยส่งกำลังจากมอเตอร์ ลดความเร็วรอบโดยพูลเลย์ขนาด
ใหญ่ มีชิ้นส่วนเคลื่อนไหวน้อยชิ้นแต่มีขนาดใหญ่ ใช้พื้นที่มาก และสายพานขับเคลื่อนมีโอกาสสิ้นเปลืองได้

2. แบบขับเคลื่อนด้วยเฟือง โดยส่งกำลังจากมอเตอร์ ลดความเร็วรอบด้วยเฟืองทด ใช้พื้นที่
ในการติดตั้งใช้งานน้อย สามารถปรับปรุงวิธีการติดตั้งตายและมอเตอร์ได้สะดวก รวดเร็ว

การพิจารณาเลือกใช้เครื่องอัดเม็ดที่เหมาะสม ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายประการได้
แก่ชนิดอาหารสัตว์ที่ผลิต, อัตราการผลิตที่ต้องการ, พื้นที่วางที่มีอยู่, ค่าใช้จ่ายดำเนินการ, ค่าใช้จ่าย
การผลิต, อายุการใช้งาน, ค่าบำรุงรักษา เป็นต้น

ส่วนประกอบของเครื่องอัดเม็ด

1. ฟีดเดอร์ (Feeder)

ฟีดเดอร์มีลักษณะเป็นใบสกรู หรือเป็นใบตี หรือเป็นสกรูเรียบ หรือมีระยะพิทช์ไม่
สม่ำเสมอ ความโต และความเร็วสัมพันธ์กับอัตราการไหลของอาหารที่สม่ำเสมอสอดคล้องกับ
อัตราการอัดเม็ด ความเร็วรอบสามารถปรับเปลี่ยนและควบคุมได้ทั้งแบบกลไก หรือทางไฟฟ้า ซึ่ง
สั่งงานโดยพนักงานคุมเครื่องหรือโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ได้ ตามปกติไม่ควรหมุนต่ำกว่า 100
รอบ/นาที

2. ท่อผสมไอน้ำ (Conditioner หรือ Steam mixer)

เป็นอุปกรณ์ที่มีการฉีดไอน้ำ และของเหลวซึ่งมักเป็นโมลาสเข้าคลุกเคล้ากับอาหารที่แห้ง
และมีอุณหภูมิต่ำในสภาพทั่วไป ภายในลักษณะเป็นใบตี สามารถปรับเปลี่ยนมุมของใบตีเพื่อควบคุม
ระดับอาหารอาหารในท่อให้เหมาะสมไม่สิ้นเปลืองไอน้ำ ไม่เกิดการสิ้นเปลืองของสายพานขับเคลื่อน, มี
ความยาวเพียงพอให้อาหาร มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงระดับที่ต้องการได้อย่างสม่ำเสมอ ความเร็วรอบคง

ที่และไม่จำเป็นต้องสูงมากจะเกิดการสีกหรือรวดเร็วเกินไป โดยทั่วไปจะทำด้วยสแตนเลสเพื่อป้องกันการกัดกร่อน

การฉีดไอน้ำเข้าไปในท่อผสมไอน้ำ จะมีอุปกรณ์ลดและควบคุมความดันไอน้ำให้สม่ำเสมอ เนื่องจากหม้อไอน้ำจะจ่ายไอน้ำที่ความดันไม่คงที่ตามสภาวะที่เข้าไปในหม้อไอน้ำ และอุณหภูมิของไอน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามความดันไอน้ำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของไอน้ำแห้งและอิ่มตัว (Dry-saturated Steam) ไอน้ำจากหม้อไอน้ำถูกจ่ายไปตามท่อ จะมีอุณหภูมิลดต่ำลงและความแน่นเป็นหยดน้ำสะสมรวมตัวกันไหลไปตามกระแสไอน้ำเรียกว่า คอนเดนเสท (Condensate) ทำให้คุณภาพไอน้ำลดต่ำลงจึงมีการติดตั้งอุปกรณ์ตัดน้ำ แยกและระบายคอนเดนเสทออกจากไอน้ำก่อนถึงตำแหน่ง ฉีดเข้าไปที่ท่อผสมไอน้ำซึ่งมีลิ้นควบคุม การจ่ายไอน้ำโดยกลไก หรือโดยระบบไฟฟ้าก็ได้

3. โรลเลอร์ (Roller)

โรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ที่สร้างแรงอัดอาหารให้ผ่านรูตายอัดเม็ด เครื่องอัดเม็ดโดยทั่วไปจะใช้โรลเลอร์จำนวน 2 ลูก โรลเลอร์ต้องมีคุณสมบัติสำคัญ 2 ประการคือ

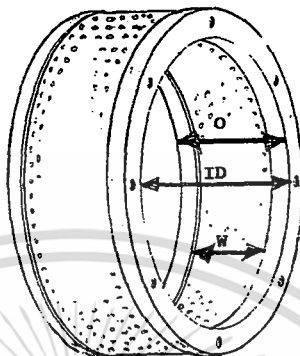
1. มีความแข็งแรง ทนทานต่อแรงกดได้ดี ไม่บิ่น แตก หรือหลุดร่อนขณะใช้งาน
2. สร้างความฝืดระหว่างเสียดสีกับอาหารได้สูงสุด ไม่เกิดการลื่นไถล (Slip) ระหว่างอัดเม็ด เพราะจะทำให้อาหารล้นตาย

โรลเลอร์ แบ่งได้เป็น 3 ชนิด โดยพิจารณาเปลือก (Shell) เป็นหลัก คือ

1. แบบผิวทังสแตน คาร์ไบด์ ผิวจะไม่ราบเรียบเนื่องจากมีโครงสร้างที่ผิวเป็นทังสแตนคาร์ไบด์ จากการเชื่อมพอกผิว มีความทนทานต่อการเสียดสีและป้องกันการลื่นไถลดีที่สุด
2. แบบผิวเป็นร่องตรง (Corrugated Roll shell) ลักษณะหน้าตัดคล้ายเฟืองตรงปลายร่องทั้งสองข้างมีทั้งแบบปลายเปิดและปลายปิด ระหว่างอัดเม็ดอาหารส่วนหนึ่งจะไหลออกทางด้านข้างของร่องมิให้อาหารไหม้จุดตันตาย แต่เกิดการลื่นไถลง่ายและการอัดเม็ดจะช้าลง
3. แบบผิวเป็นรู (Dimpled Roll shell) จะมีรูที่ผิวโดยรอบจะลึกลงไปตามระดับของการสีกหรือเมื่อใช้งานแล้ว ขณะอัดเม็ดจะมีอาหารไหลหลุดตันที่รูของโรลเลอร์ช่วยสร้างความฝืดได้ดี มีการลื่นไถลน้อย การอัดเม็ดและการสีกของหน้าตายสม่ำเสมอดี

4. คายอัดเม็ด (Pellet Dies)

ขนาดของรูคายเป็นตัวกำหนดขนาดเม็ดอาหาร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารสัตว์ประเภทต่างๆ ที่ใช้กันแพร่หลายได้แก่ ขนาด 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มม. ของคายเป็นไปตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4 คายอัดเม็ด (Pellet Dies)

ความหนาของคายเป็นผลต่อคุณภาพและอัตราการอัดเม็ดตามชนิดของอาหารสัตว์ ซึ่งโดยทั่วไปคายเป็นให้คุณภาพเม็ดดีกว่าคายนาง แต่อัตราการอัดเม็ดต่ำกว่าและใช้พลังงานมากกว่า

อาหารที่มีเมล็ดพืชพวกแป้งปริมาณมากจะเหมาะกับคายนาง ส่วนอาหารที่มีวัตถุดิบที่อัดเม็ดยาก เช่น มีไฟเบอร์, ยูเรียสูง จะอัดได้ดีด้วยคายนาง

คายนางที่มีความหนารวมมากกว่าความหนาใช้งาน เพื่อช่วยให้เกิดความแข็งแรงต่อการกดอัดไม่แตกง่าย ความหนาที่เพิ่มขึ้นจากความหนาใช้งานเป็นความสึกของเคาน์เตอร์บอร์

การอัดเม็ด เริ่มจากอาหารผงถูกกดอัดตกลงไปตามแนวรูคายนางสัมพันธ์กับอัตราการป้อนของพีดเดอร์ การอัดแน่นเกิดจากแรงเสียดทานภายในรูคายนางมีความร้อนสูงขึ้นแล้วผ่านออกไปด้านตรงข้ามของรูคายนาง ในแต่ละรอบของการหมุนของคายนางอาหารก็จะถูกอัดออกไปข้างขึ้น จึงถูกตัดด้วยใบมีดเพื่อควบคุมความยาวในระดับที่ต้องการ โดยการตั้งใบมีดชนิดพีดคายนางก็จะได้อาหารเม็ดสั้นสม่ำเสมอ หากใบมีดห่างคายนางมากขึ้นความยาวเม็ดอาหารจะมีความยาวมากขึ้นและไม่สม่ำเสมอ

สัดส่วนการอัดของรูคายนาง หรือ Compression ratio = D/d หากมีค่ามากยังต้องใช้แรงอัดมากขึ้น โดยทั่วไปมีค่าประมาณ 1.56 ถึง 1 ค่านี้มีความสำคัญมากสำหรับคิวบิกคายนาง (Cube die) เพราะความหนาของคายนางจำกัด แต่อาหารคิวบิกมีขนาดโตกว่าเม็ดอาหารทั่วไป จึงต้องการแรงอัดมากเพื่อให้เกาะกันเป็นเม็ด จึงเพิ่มสัดส่วนนี้แทนการเพิ่มความหนาคายนาง

สัดส่วนประสิทธิภาพหรือ Performance ratio = L/d หากมีค่ามาก ความคงทนของเม็ดอาหารจะดีขึ้น หากมากเกินไปก็จะมีผลต่อการอัดเม็ดไม่ได้สัดส่วนนี้จะใช้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของความหนาคายนาง, อัตราการอัดเม็ดและคุณภาพเม็ดที่ได้รับ

วัสดุที่ใช้ทำดาบทั่วไปมี 2 ชนิด คือชนิดเหล็กคาร์บอนทนทานต่อการเสียดสีและโลหะผสมของโครเมียมหรือเรียกว่า High Chrome ซึ่งนิยมในปัจจุบันทนทานต่อการเสียดสีและการกัดกร่อนได้ดี

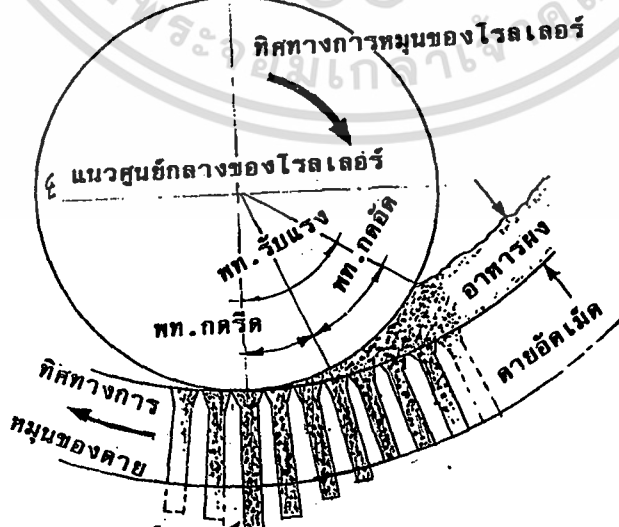
5. หัวอัดเม็ด (Pelleting Chamber)

หัวอัดเม็ดเป็นส่วนสำคัญที่แปรสภาพจากอาหารผงเป็นเม็ดทรงกระบอกขณะที่ดาบหมุนไป แรงเสียดทานจะพาอาหารเข้าไปอยู่ในบริเวณที่ถูกแรงกระทำตามภาพที่ 5 โดยแบ่งออกเป็นสองพื้นที่ได้แก่

1. พื้นที่กดอัด (Compression Area) โดยเป็นบริเวณที่อาหารเริ่มถูกดาบพาเข้าไปยังโรลเลอร์แล้วถูกกดอัดให้มีปริมาตรเล็กลง
2. พื้นที่กดรีด (Extrusion Area) เป็นบริเวณที่ต่อเนื่องจากการกดอัด โดยเมื่ออาหารมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจนสูงสุด แล้วจึงเริ่มถูกกดรีดเข้าไปตามรูดาบอัดเม็ด ออกไปสู่ผิววนอกของดาบ

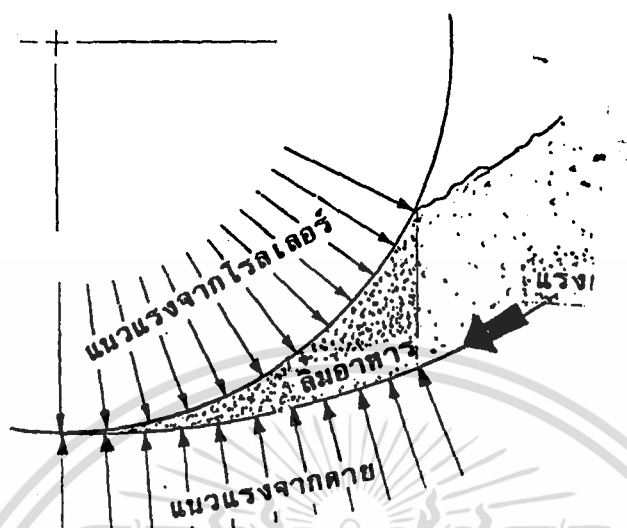
พิจารณาแรงกระทำที่เกี่ยวข้องระหว่างการอัดเม็ดบริเวณลิ้นอาหารตามภาพที่ 6

1. แรงปฏิกิริยาจากโรลเลอร์ (Roll force) เป็นแรงต้านจากโรลเลอร์บังคับให้เกิดแรงกดอัดและกดรีด ขณะดาบหมุนไปรอบแกนเพลลา
2. แรงปฏิกิริยาจากดาบ (Radial force) เป็นแรงต้านทานและความฝืดขณะที่อาหารถูกกดรีดเข้าไปในรูดาบ
3. แรงตามผิวหน้าดาบ (Tangential force) เป็นแรงจากความฝืดที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงปฏิกิริยาจากโรลเลอร์กดอัด โดยเป็นไปตามคุณสมบัติของอาหารแต่ละชนิด

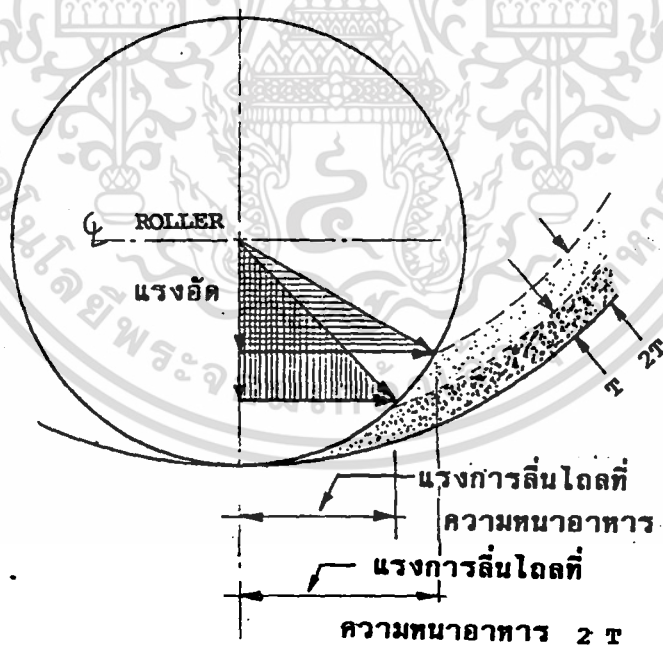


ภาพที่ 5 หัวอัดเม็ด (Pelleting Chamber)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แรงกระทำที่เกี่ยวข้องระหว่างการอัดเม็ดบริเวณลิมอาหาร



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบแรงกระทำเมื่ออัดการอัดเม็ดต่างกันเป็น 2 เท่า อาหารมีความหนาบริเวณผิวหน้าคานเพิ่มเป็น 2 เท่า ยังผลให้เกิดการกระจายแรงปฏิกิริยาจากโรลเลอร์ เป็นแรงผลักให้อาหารเกิดการลื่นไถล (Slip) ได้ ทำให้เกิดอาหารสะสมเพิ่มขึ้นบริเวณหน้าคาน (Choke) จะสังเกตเห็นกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องขบอาหาร (Crumbler)

อาหารอัดเม็ดทั่วไปขนาดทรงกระบอก 4 มม. มีขนาดใหญ่เกินไปสำหรับลูกไก่จึงต้องแปรสภาพให้เป็นเกร็ดหยาบ โดยฝุ่นผงไม่มากเกินไป จึงย่อมต้องการอาหารเม็ดที่มีคุณภาพเม็ดดี และผ่านการเย็นตัวอย่างสม่ำเสมอแล้ว ก่อนป้อนเข้าสู่เครื่องขบอาหาร

ภาพที่ 7 แสดงหน้าตัดของโรลเลอร์แบบลาปาง 2 ลูก หมุนรอบตัวมีความเร็วรอบแตกต่างกัน ลูกที่หมุนเร็วกว่าจะเฉือนอาหารเม็ดทางกระบอกให้แตกเป็นชิ้นเล็กๆ การตั้งระยะห่างระหว่างโรลเลอร์ขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดอาหาร และขนาดเกร็ดที่ต้องการ ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการผลิต

การตั้งระยะห่างระหว่างโรลเลอร์เพื่อให้อัตราการผลิตดีที่สุดคือ $\frac{2}{3}$ ของเส้นผ่าศูนย์กลางเม็ดอาหาร คือประมาณ 2.5-3 มม. โดยป้อนอาหารสู่เครื่องขบให้กระจายตามความยาวของโรลเลอร์ช่วยให้การสึกหรอของโรลเลอร์สม่ำเสมอและลดฝุ่นจากการเสียดสีน้อยลง เม็ดอาหารขนาดโตกว่าจะไหลตัวได้ช้าและถูกเสียดสีมากกว่า ร่องฟันที่ผิวของโรลเลอร์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบลาปาง (Lepage Cut) คือ กัดร่องตามแนวยาวของโรลเลอร์
2. แบบทวินซิตี (Twin-city Cut) คือ กลิ้งเป็นร่องตามแนวเส้นรอบวงของโรลเลอร์

ความนิยมใช้งาน โดยทั่วไปมีการใช้ลูกที่หมุนเร็วเป็นแบบลาปางเพื่อเป็นตัวป้อนส่วนลูกช้าเป็นแบบทวินซิตี หรือใช้แบบทวินซิตีทั้ง 2 ลูก หรือใช้แบบลาปางทั้ง 2 ลูก ทั้งนี้ให้เหมาะสมกับชนิดอาหารที่ผลิต

โรลเลอร์ของเครื่องขบประกอบอยู่ภายในผนังเหล็กมีสกรูปรับควบคุมระยะห่างของโรลเลอร์ให้ขนานกัน โรลเลอร์ลูกหนึ่งจะมีสปริงแข็งแรงรองรับเพื่อสามารถขยับแยกออกเมื่อมีวัสดุขนาดใหญ่ แข็งแรง หล่นลงไปป้องกันความเสียหายแก่ร่องฟันและตลับลูกปืน ในกรณีที่ต้องการอาหารเป็นเม็ด ก็สับลิ้นเปลี่ยนทิศทางการไหลไม่ให้อาหารไหลผ่านโรลเลอร์ได้

ระบบขนถ่าย (Conveyors)

ระบบขนถ่ายในขั้นตอนการผลิต มีไว้เพื่อลำเลียงเม็ดอาหารที่ผ่านคูลเลอร์และเครื่องขบแล้วกระพือเป็นระบบขนถ่ายแนวตั้ง โดยลำเลียงอาหารจากชั้นล่างขึ้นสู่ชั้นบนของอาคารเครื่องจักร สายพานและโซ่ลำเลียง เป็นระบบลำเลียงในแนวราบหรือเฉียงเล็กน้อย โดยติดตั้งตามชั้นอาคารเครื่องจักร และอาจใช้ประกอบกันหลายชุด

การใช้ระบบขนถ่ายมากขึ้น และให้อาหารมีการเสียดสีมากและรวดเร็วเพียงใดก็จะเพิ่มฝุ่นในอาหารมากขึ้นเพียงนั้น

อุปกรณ์ทำความสะอาดในระบบขนถ่าย (Self Cleaning Equipments) ช่วยลดการปนเปื้อนเมื่อมีการเปลี่ยนสูตรอาหาร ที่ฐานกระพือใช้การอัดลมให้อาหารฟุ้งกระจายภายใน, ที่สายพานเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำเลียงใช้แปรงปัดฝุ่นที่ติดสายพานออก ส่วนการเสริมแผ่นกันสีกที่ปักโช้ทุกๆ 2 เมตร ช่วยกวดภายในรางโช้ลำเลียงได้สะอาดยิ่งขึ้น

ตะแกรงร่อน (Pellet Sieve)

ตะแกรงร่อนใช้ควบคุมปริมาณอาหารมิให้เกินกว่ามาตรฐาน และป้องกันขนาดอาหารที่โตกว่ามาตรฐาน โดยย้อนกลับส่วนที่ไม่ต้องการนี้ไปทำการอัดเม็ดใหม่ กรณีที่เป็นเม็ดหยาบของอาหารเกรด ก็ย้อนกลับไปที่คูลเลอร์

โดยทั่วไปจะใช้ตะแกรงเพียง 2 ชั้น การออกแบบตะแกรงร่อนแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบสั่นสะเทือน (Vibrating type) โดยใช้ความถี่สูงขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์มีลูกเบี้ยวในตัว (Vibro motor) เม็ดอาหารจะไหลลงไปตามความลาดตะแกรงเป็นแนวตรง
2. แบบเขย่า (Oscillating Type) เม็ดอาหารจะหมุนกลิ้งในลักษณะของวงกลมเล็กๆ ไหลลงตามความลาดตะแกรง

ขนาดของตะแกรงที่สอดคล้องกับ ขนาดเม็ด, ขนาดเกรด และประเภทเครื่องร่อนมีการกำหนดมาตรฐานการเรียกนอกเหนือจากวัสดุที่ใช้ทำดังนี้

1. ช่องเปิด (Opening Size) เรียกตามความกว้างของช่อง หรือตามเส้นผ่าศูนย์กลางรูตะแกรง หรือรูแบบยาว (Slot) ตะแกรงที่ดีจะมีช่องเปิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูง (High opening area)
2. ขนาดเส้นลวด (Wire Diameter) เฉพาะกรณีเป็นตะแกรงลวดถักรูปสี่เหลี่ยม ต้องระบุขนาดและชนิดของเส้นลวด
3. ขนาดเมช (Mesh Size) เป็นการบอกให้รู้ว่าเมื่อลากเส้นตรงยาว 1" ตามแนวตะแกรงจะผ่านช่องเปิดกี่ช่องหรือผ่านรูกี่รู เช่น ขนาด 60 เมช หมายถึงระยะ 1" จะมี 60 ช่องหรือ 60 รู ซึ่งบ่งบอกถึงความละเอียดของตะแกรงนั้น

ระบบควบคุมการอัดเม็ดอัตโนมัติ (Automatic Pelleting Control)

การควบคุมการอัดเม็ดมีหลักการพื้นฐานเดียวกันกับ การควบคุมโดยพนักงาน แต่โดยระบบอัตโนมัติจะมีอุปกรณ์ช่วยตรวจเช็ค, ปรับปรุง และควบคุมสภาพการอัดเม็ดตลอดระยะเวลาที่งานอัดเม็ดดำเนินอยู่

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาเครื่องอัดเม็ดและอุปกรณ์อย่างเป็นระบบและถูกวิธี ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาตลอดอายุใช้งาน, เพิ่มโอกาสในการได้รับผลผลิตคุณภาพดี, สามารถใช้เครื่องเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จักรได้อย่างต่อเนื่อง และดำรงประสิทธิภาพการผลิตได้สม่ำเสมอมีอุปกรณ์ที่ต้องเอาใจใส่ ดูแลรักษาได้แก่

1. การเติมจารบี ต้องเติมจารบีตามคำแนะนำของผู้ผลิต เลือกใช้จารบีที่เหมาะสมกับสภาพที่ต้องทนทานต่อแรงกด และทนความร้อนสูง การเติมจารบีมีวัตถุประสงค์สำคัญ 2 ประการ คือ เพื่อการหล่อลื่น ลดอัตราการสึกหรอ และเพื่อการทำมาสะอาดภายในตลับลูกปืน เช่นการเติมจารบีที่โรลเลอร์ และเพลาลูกเครื่องอัดเม็ด นอกจากการหล่อลื่นแล้ว ต้องการไล่สิ่งสกปรก ความชื้นและเศษอาหารที่สะสมภายใน ซึ่งจะทำให้เกิดการสึกกร่อนเร็ว อายุการใช้งานสั้นลง

2. ไบมีดตัดอาหาร ต้องลับให้คมเสมอ ทุกกะ

3. การตรวจ, ปรับตั้ง โรลเลอร์และไบกวาดอาหารต้องทำทุกกะเพื่อรักษาประสิทธิภาพการอัดเม็ด

4. ตรวจเช็คอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ, ความดันไอน้ำ, สวิตช์ระดับอาหารและอุปกรณ์ความปลอดภัยในการใช้เครื่องว่าทำงานเป็นปกติ เป็นประจำวัน

5. ทำความสะอาดแผ่นแม่เหล็กถาวรบ่อยๆ เพื่อป้องกันเศษเหล็กเข้าไปในคาย

6. สำรองการสึกหรอของหน้าคาย, ผิวโรลเลอร์ทุกวันเพื่อแก้ไขสาเหตุแห่งปัญหาแต่เนิ่นๆ

7. เครื่องจักรที่ใช้เพื่อขั้วต้องตรวจระดับน้ำมันทุกวัน และใช้น้ำมันตามคำแนะนำของผู้ผลิตคือ ทนทานต่อแรงกด, ทนความร้อนและทนการกัดกร่อนดี

8. ตรวจ และเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นตามอายุการใช้งานที่แนะนำไว้ในคู่มือเครื่องจักร

9. เครื่องจักรที่ใช้สายพานขับ ต้องตรวจความตึงสายพาน ปรับตั้งให้เท่ากันทุกเส้น ประจำทุกสัปดาห์

10. ตรวจสภาพแหวนกันสึก บำรุงรับ และแกล้มรัดคายเป็นอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เพื่อลดการสิ้นเปลือง, ลดการสึกหรอของคายและโรลเลอร์ ป้องกันคายแตกร้าว และป้องกันรูคายล้ม

11. ตรวจอุปกรณ์ระบบไอน้ำว่าไม่รั่วไหล, มีฉนวนหุ้มถูกต้อง, ทำความสะอาดกรองและกับดักไอน้ำเพื่อให้ใช้งานได้ตามปกติ

12. ตรวจสภาพโรลเลอร์เครื่องขบอาหารว่ามีสภาพใช้งานได้ดี

13. ตรวจสภาพตะแกรงร่อนอาหาร ไม่ชำรุด ไม่อุดตัน ทุกกะ

14. จัดเตรียมอะไหล่ในหัวข้อข้างต้น ให้ตรงตามมาตรฐานเครื่องจักร พร้อมเปลี่ยนใช้งานได้ทันเวลา

15. จัดแบ่งเวลาทำความสะอาดในระบบทั้งหมดทุก 2 สัปดาห์ตั้งแต่ฮอปเปอร์อัดเม็ดไปจนถึงถังอาหารสำเร็จรูป โดยพิจารณาทุกซอกมุมของคูลเลอร์, ฐานกระพ้อ, ท่อลมคูลเลอร์, ไซโคลน, พัดลม หัวจ่ายอาหาร, ห้องดักฝุ่น และระบบกำจัดกลิ่น ส่วนบริเวณปฏิบัติงานต้องกระทำทุกวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพการอัดเม็ดตามชนิดอาหารสัตว์ (Pelleting Condition)

การควบคุมการอัดเม็ด คือการควบคุมอุณหภูมิ, ความชื้น และอัตราการป้อนอาหารผงเข้าสู่ท่อผสมไอน้ำ (Steam mixer หรือ Conditioner) ให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมแก่การอัดเม็ด มีการศึกษา ทดสอบสภาพที่เหมาะสมต่างๆ เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิต โดยมีอัตราการอัดเม็ดสูง ประหยัดพลังงาน และไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหาร

จากประสบการณ์ที่มีการศึกษากันจนถึงปัจจุบันพอสรุปได้ว่าสภาพที่พอเหมาะต่อการควบคุมการอัดเม็ด จะแปรเปลี่ยนไปตามชนิดของวัตถุดิบ หรือส่วนผสมในอาหารสัตว์มากหรือน้อย แตกต่างกันไปจึงพอจำแนกเป็นกลุ่มของอาหารสัตว์ได้เป็น 6 กลุ่ม

1. อาหารที่มีผลกระทบต่อมากกับความร้อน

(Heat Sensitive feed)

2. อาหารประเภทยูเรียสูง

(High Urea feed)

3. อาหารที่มีโมลาสสูง

(Molasses feed)

4. อาหารที่มีโปรตีนสูง

(High natural protein feed)

5. อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง

(High grain or high starch feed)

6. อาหารโคนม

(Complete dairy feed)

ไอน้ำสำหรับการอัดเม็ด

การใช้ไอน้ำในการอัดเม็ด เป็นการฉีดเข้าผสมกับอาหารโดยตรง (Direct steam) เพื่อให้อาหารได้รับความร้อนและความชื้นที่เหมาะสมตามชนิดของอาหารสัตว์ ผลและประโยชน์ของการใช้ไอน้ำในการอัดเม็ด ได้แก่

1. ทำให้คาร์โบไฮเดรต จากเมล็ดพืช สุกมากขึ้น สัตว์สามารถย่อยสลายนำไปใช้ประโยชน์ต่อร่างกายได้ดี ที่อุณหภูมิอัดเม็ด 80 c ขึ้นไป

2. ฆ่าเชื้อแบคทีเรียหลายชนิด ตั้งแต่อุณหภูมิ 65°c ขึ้นไป

3. ทำให้ความคงทนของเม็ดอาหารดีขึ้น โดยอุณหภูมิ 60c ขึ้นไป ช่วยให้โปรตีนมี

คุณสมบัติเป็นตัวช่วยประสานได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ยืดอายุการใช้ตายอดเม็ด เพราะไอน้ำเพิ่มความชื้นแก่อาหาร ช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างอัดเม็ด ลดการสึกหรอของคाय และ โรลเลอร์
 5. ลดพลังงานไฟฟ้าในการอัดเม็ดลง ขณะเพิ่มการใช้ไอน้ำมากขึ้น
 6. การใช้ไอน้ำได้มากขึ้น อัตราการอัดเม็ดจะสูงขึ้น ผู้ผลิตน้อยลง
- ลักษณะไอน้ำที่จะใช้ในการอัดเม็ดจึงต้องแห้ง ไม่มีน้ำควบแน่น (Condensate) ปะปนจึงทำให้ไอน้ำมีคุณสมบัติของไอน้ำแห้งและอิมตัว สามารถควบคุมสภาพการอัดเม็ดได้ตามที่ต้องการ โดยอาหารก่อนอัดเม็ดจะได้รับความชื้นเพิ่มขึ้น 1% เมื่ออุณหภูมิการอัดเม็ดเพิ่มขึ้น 20°c

องค์ประกอบที่สัมฤทธิ์ผลต่องานอัดเม็ด

1. คุณสมบัติของวัตถุดิบ วัตถุดิบมีผลต่อประสิทธิภาพการอัดเม็ดเป็นอย่างมาก โดยเป็นองค์ประกอบจากค่าโปรตีน, ไขมัน, กาก, คาร์โบไฮเดรต, ความหนาแน่น, ความหยาบ และความชื้น แม้ในวัตถุดิบประเภทเดียวกันก็มีปัจจัยเหล่านี้แตกต่างกัน ผลการอัดเม็ดที่ดีย่อมต้องได้เม็ดอาหารคุณภาพดี การควบคุมคุณภาพเม็ดสม่ำเสมอโดยต้องมีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ติดตาม ปรับปรุงคุณสมบัติของวัตถุดิบในสูตรหรือชดเชย คุณสมบัติที่จะทำให้การอัดเม็ดเป็นไปได้ด้วยดี

2. การควบคุมสภาพการอัดเม็ด ดังกล่าวแล้วว่าการควบคุมสภาพการอัดเม็ดนั้นเพื่อควบคุมเปอร์เซ็นต์ความชื้น และอุณหภูมิขณะทำการอัดเม็ดได้เหมาะสมกับคุณสมบัติของอาหารแต่ละชนิด และได้อัตราการอัดเม็ดที่ดีที่สุด

3. ความหยาบของวัตถุดิบ การนำวัตถุดิบตามสภาพเดิมมาผสมแล้วอัดเป็นเม็ดสามารถกระทำได้ แต่คุณภาพเม็ดจะไม่เป็นที่ยอมรับ พบว่าขนาดของวัตถุดิบที่มีความละเอียดแตกต่างกันผสมกันแล้ว ให้อัตราการอัดเม็ดที่ดีกว่าการใช้วัตถุดิบที่มีความหยาบสม่ำเสมอทั้งหมด เพราะวัตถุดิบที่ละเอียดกว่าจะแทรกตัวห่อหุ้มวัตถุดิบที่หยาบ และสามารถอัดแน่นได้ แต่วัตถุดิบที่หยาบเมื่ออัดเม็ดแล้วจะแตกหักได้ง่ายและวัตถุดิบหยาบจะเพิ่มความฝืดที่หน้าคायขณะอัดเม็ดทำให้อัดเม็ดได้ช้าลง และใช้พลังงานมากขึ้น ดังนั้นการโม่บดวัตถุดิบก่อนอัดเม็ดให้ละเอียดย่อมให้ผลการอัดเม็ดที่ดีกว่าการโม่หยาบ

4. อุปกรณ์การอัดเม็ด เครื่องอัดเม็ด และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต้องอยู่ในสภาพที่ดีทำงานได้ตามปกติ ได้แก่ Sensor ต่างๆ, สวิตช์ ควบคุมระดับอาหารในฮอปเปอร์, เกจวัดความดัน และอุณหภูมิไอน้ำอ่านได้ถูกต้อง, ไอน้ำไม่มีน้ำปะปน และควบคุมการจ่ายได้เป็นปกติ, ใบมีดตัดอาหารปรับอย่างถูกต้อง ได้รับการลับให้เรียบและคมอยู่เสมอ, ใบกวาดอาหารปรับตำแหน่งถูกต้องเหมาะสมตามคุณสมบัติอาหารแต่ละชนิดที่มีการไหลตัวแตกต่างกัน ที่สำคัญคือ คायอัดเม็ดอยู่ในสภาพดี มีการสึกหรอสม่ำเสมอตลอดหน้าคाय ความหนาของคायเหมาะสมไม่บาง จนเกิดฝุ่นมาก และไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนาเกินไปจนเกิดความสิ้นเปลืองพลังงาน,ผลผลิตลดต่ำลง, อาหารไหม้เกรียม ทำนองเดียวกัน โรลเลอร์ต้องมีการสึกหรอที่สม่ำเสมอ นั้นหมายถึงอาหารมีการกระจายตัวอย่างดีตลอดหน้าคายอัดเม็ด

นอกจากนี้อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่กู่ลเลอร์, Crumber และตะแกรงร่อนต้องเหมาะสมกับชนิดอาหารมิให้เกิดปัญหาคุณภาพอาหาร และมีต้องผลิตซ้ำซ้อนจากผลความชื้น,ความร้อน,ความหยาบ, ความแข็ง ความคงทนของเม็ด,ฝุ่นมาก และอาหารปนเปื้อน

5. พนักงานอัดเม็ด พนักงานอัดเม็ดมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อผลผลิต และอัตราการผลิต พนักงานต้องทำความสะอาด, เดิมจารบี,บำรุงรักษาให้เครื่องจักรพร้อมใช้งานอย่างต่อเนื่อง, หมั่นปรับตั้งโรลเลอร์

การเติมไขมันลงในอาหารสัตว์

โรจน์สถิตย์ เสาวคนธ์ ได้กล่าวว่า (2534 : 238-251) เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการในการเติมไขมันลงในอาหารสัตว์ จึงขอสรุปเรื่องราวเกี่ยวกับไขมันไว้ดังนี้

1. ประโยชน์ของไขมัน

1. เป็นแหล่งพลังงานที่ดี โดยให้พลังงานเป็น 2.25 เท่า (โดยเฉลี่ย) ของคาร์โบไฮเดรตต่อ 1 หน่วยน้ำหนัก ดังนั้น สูตรอาหารที่ต้องการพลังงานสูงจะต้องใช้ไขมันมาช่วยเสริมถ้าพึ่งจากคาร์โบไฮเดรตอย่างเดียวไม่พอเพียง และเมื่อคิดเทียบต่อ 1 หน่วยแคลอรีแล้วโดยปกติพลังงานจากไขมันจะถูกกว่าคาร์โบไฮเดรต

2. การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพกว่า ลดอาการร้อนในที่เกิดจาก Heat increment ของสัตว์ดังนั้นจึงช่วยลดอุณหภูมิของร่างกายได้ในหน้าร้อน

3. เป็นแหล่งวิตามิน A, D, E, K และกรดไขมันที่จำเป็น (Linoleic, Linolenic, Arachidonic acids)

4. ช่วยลดความเป็นฝุ่นของอาหาร เพิ่มความน่ากิน

5. เป็นตัวละลายกลีเซอรีน ยา และสี ดังนั้นอาหารที่เติมสารสี ถ้าไขมันต่ำจะได้ผลน้อย กลิ่นก็เช่นเดียวกัน

6. ไขมันที่เคลือบผิวอาหารจะป้องกันน้ำซึมเข้าเม็ดอาหาร ทำให้อาหารลอยน้ำได้นานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะของไขมันที่จะเติมลงในอาหาร

ไขมันที่ขายเป็นอาหารสัตว์มีทั้งสภาพเป็นไขแข็ง เป็นผง ขึ้นเหนียว ไปจนถึงเป็นของเหลว ซึ่งเรียกว่าน้ำมัน (Oil) ตัวอย่างของไขมันที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น

Acid Oils ส่วนมากจะได้มาจาก Palm acid oil, Fish acid oil, Soya acid oil ส่วนใหญ่ acid oil จะมาจากเมล็ดพืชน้ำมัน, ผัก

Tallows (ไขสัตว์) ชนิด grade 1-3 เป็นไขมันคุณภาพสูง ใช้ในการผลิตสบู่ เกรด 4-6 คุณภาพต่ำ สกัดมาจากกระดูก เครื่องใน ใช้เป็นอาหารสัตว์

Distillation residues เป็นส่วนที่เหลือ (กาก) จากการนำเอา tallow หรือน้ำมันปลาต้มมากลั่น แยกเอากรดไขมันบริสุทธิ์ออกไป ส่วนที่เหลือนำมาเลี้ยงสัตว์

Recovered vegetable oils เป็นน้ำมันพืชที่ใช้ทอดอาหารแล้ว ซึ่งผ่านอุณหภูมิที่สูงมาแล้ว ไม่เหมาะสมที่คนจะนำมาบริโภคเป็นครั้งที่ 2 จึงนำมาเป็นอาหารสัตว์ (ที่น่าคิด คือ อันตรายจากการให้สัตว์กินน้ำมันชนิดนี้ก็จะเกิดเช่นเดียวกับคนและสัตว์ สัตว์จะเป็นผู้นำสิ่งที่เป็นอันตรายนั้นกลับมาถึงคนที่บริโภคเนื้อสัตว์อีกครั้งหนึ่ง)

อื่นๆ เป็นน้ำมันที่เหลือทิ้งจากโรงงานต่างๆ ซึ่งไม่ได้สนใจในแง่ของความข่อยได้และความบริสุทธิ์ของน้ำมันที่เหลือทิ้ง ยังไม่มีรายงาน รวมทั้งคุณภาพและความข่อยได้ เช่น sod oil เป็นน้ำมันเหลือทิ้งจากโรงงานทำหนัง รวมทั้งน้ำมันปลา Cod ที่ถูก oxidized roller oil คือ น้ำมันจากโรงงานทำแผ่นดิบ ซึ่งเข้าใจว่าคงมาจากน้ำมันหล่อลื่นต่างๆ tall oil เศษน้ำมันจากโรงงานไม้แปรรูปต่างๆ เช่น ไม้อัด เป็นต้น ถ้าโรงงานผสมอาหารคำนึงถึงเรื่องคุณภาพน้ำมันสักนิด ก็จะไม่มีการนำน้ำมันเหล่านี้มาใช้ แต่หากทราบถึงค่า unsaponifiable material, oxidised fatty acids และ fatty acid profile ซึ่งอยู่ในระดับที่ยังใช้การได้บางที่อาจมีโรงงานเล็กๆ ที่ต้องการใช้ของราคาถูกให้ความสนใจ

3. หลักการในการเติมไขมันลงในอาหารสัตว์

1. ไขมันต้องสะอาดปราศจากตะกอนหรือสารตกค้างใดๆ เช่น ยาฆ่าแมลง ชาติพวก Cation เช่น Nickel ซึ่งใช้เป็น Catalyst ขณะสกัดตะกั่ว หรือสารเคมี polythene จากถังพลาสติกที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุไขมัน เป็นต้น

2. ต้องเติมในขณะที่ย้อน (จัด)

3. อุปกรณ์ (ท่อ ป้อน) ภาชนะ รถขนส่ง สถานที่ที่เกี่ยวข้องกับการขนย้ายการส่งจ่ายไขมัน จะต้องสะอาด ควรหมั่นกรองเอาเศษผง ตะกอนออกเสมอ เพราะจะเป็นสาเหตุให้หัวฉีดอุดตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาชนะที่บรรจุหรือที่จะสัมผัสกับไขมัน เช่น ถังเก็บ (storage tank) ขนส่ง และถังจ่าย (day tank) ป้อน (ลิ้นปิดเปิด) ท่อนำไขมัน และที่กรองตะกอน ควรทำด้วย stain-less steel เพื่อไขมันจะได้ไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับอุปกรณ์ที่สัมผัส โดยทั่วไปไขมันจากสัตว์ค่อนข้างเป็นกลางไม่ค่อยมีปฏิกิริยาใดๆ (inert) แต่ไขมันจากพืช เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาต่างๆ มีฤทธิ์เป็นกรด (acid oil) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับอุปกรณ์ที่สัมผัส ทำให้เกิดการสึกกร่อนของอุปกรณ์ มีตะกอนเกิดขึ้น และทำให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพ

การใช้ทองแดงหรือสารประกอบทองแดง (alloy) เป็นอุปกรณ์ใช้ร่วมกับไขมันควรหลีกเลี่ยง เพราะทองแดงจะกระตุ้นให้เกิดการ oxidize เร็วขึ้น

การใช้ mild steel ทำถังเก็บและท่อ ช่วยลดต้นทุน แต่จะต้องมีความหนาพอและแข็งแรง โดยเฉพาะข้อต่อต้องทำให้สนิทหรือเชื่อมติดกันไปเลย ไม่นิยมใช้กรู๊น เพราะจะกลายเป็นจุดอ่อนในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีทำให้สึกและรั่วได้ง่าย ทั้งยังกลายเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา oxidation

หากไม่สามารถใช้ stain-less steel ได้ ให้ใช้ยางสังเคราะห์หรือพลาสติกที่ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันกรด

5. รั้วมรั้ววังไม่ให้ น้ำหรือความชื้นซึมเข้าได้ทั้งทางท่อ ถังเก็บ หรือประตูต่างๆ

6. ภายในถังเก็บควรมีรูระบายอากาศเล็กๆ เพื่อป้องกันการกลั่นตัว

7. ระบบให้ความร้อนกับถังเก็บ ไม่ควรใช้ steam heating coil (ท่อนำไอน้ำที่ขดเป็นสปริง) เพราะนอกจากระบบนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำแล้ว ยังอาจเกิดการรั่วของท่อ ทำให้ไขมันหลุดติดเข้าไปในท่อนำไอดี หรือในทางกลับกันขึ้นอยู่กักระดับแรงดัน ควรใช้แผ่นให้ความร้อนธรรมดา (Heating pad) ตัวถังควรมีฉนวนหุ้มกันการสูญเสียความร้อน (ในไทยอาจไม่จำเป็นต้องหนา) ควรใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ประมาณ 50°C ควรอุ่นตลอดเพื่อป้องกันการเกาะตัวหรือตกตะกอน

8. เพื่อหลีกเลี่ยงการตกค้างหรือการสะสมของตะกอน กั้นถังควรทำช่องลาดเอียง ซึ่งควรอยู่มุมใดมุมหนึ่งของถังสี่เหลี่ยม หรือเป็นช่องรอบๆ heating pads ของถังกลม

9. ถังเก็บโดยทั่วไปใช้ขนาด 25-30 ตัน ควรมี 2 ถังไว้สำหรับผลัดเปลี่ยนในการทำความสะอาด ควรใช้ถังกลมมีขาสูงอย่างน้อย 1 เมตร รองรับอยู่ 4 ขา ถังควรตั้งอยู่ในที่ร่ม ลมไม่โกรก มีฉนวนหุ้ม (สำหรับเมืองหนาว)

10. ก่อนจ่ายไขมัน ไปยัง day tank (ขนาดประมาณ 1 ตัน) ควรกรองด้วยตะแกรง 2 ชั้น (duplex filter) ขนาดตะแกรง 40 mesh (รูเปิด 0.5 มม.) โดยทั่วไปของแข็งหรือตะกอนในไขมันจะมีขนาด 20 mesh ตะกอนที่เกิดขึ้นมักเป็นพวก polythene ซึ่งกรองค่อนข้างยาก อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 50°C แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้ไขมันจะไหลช้าลง ที่กรองอุดตัน ไขมันจำนวนไม่น้อยจะยึดติดกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

polythene หากอุณหภูมิสูงเกินไป polythene จะไหลผ่านไปในรูปของเหลว และไปเกาะสะสมอยู่ตามจุดที่อุณหภูมิต่ำ

11. ท่อนำไขมันควรใช้แถบให้ความร้อนแนบติดกับผิวด้านนอกของท่อ เช่น ทองแดง ขนาด 6 มม. แล้วหุ้มด้วยฉนวนอีกชั้น หากจะใช้ท่อไอน้ำประกบด้านนอกท่อไขมันควรใช้ท่อไอน้ำ ขนาด 7.5 มม. 2 ท่อ เพื่อกันความร้อนระเหยหรือไม่พอเพียงในวันหยุด (ในเมืองไทยอาจใช้เพียงท่อเดียว เนื่องจากอากาศร้อนอยู่แล้ว) การซื้อไขมันควรซื้อที่เจ้าของรับประกันระดับ polythene ไม่เกิน 200 ppm.

12. การเติมไขมันก่อนการอัดเม็ดไม่จำเป็นต้องเลือกชนิดของไขมันขอให้มีความสมบัติถูกต้องตาม พ.ร.บ. อาหารสัตว์ก็เพียงพอแล้ว จุดหลอมเหลวไม่ต้องคำนึงถึงถ้าราคาถูก แต่ถ้า spray หน้า die หรือหลังการอัดเม็ดจุดหลอมเหลวจะต้องต่ำ

13. อาหารที่มีไขมันประกอบอยู่สูง ต้องนำมาทำให้เย็นอย่างรวดเร็วที่ 2-3°C เป็นเวลานานๆ เพื่อคงคุณภาพของอาหารไว้ โดยเฉพาะการเติมหลังอัดเม็ด เพราะใช้อุณหภูมิสูง หากทำให้เย็นช้า โภชนะจะถูกทำลายไปมากขึ้น

4. ขั้นตอนการเติมไขมัน

1. เติมไขมันลงในถังตวงตามปริมาตรที่ต้องการ แล้วป้อนเข้าสู่เครื่องผสมอาหาร
2. ตั้งอัตราการไหลที่ป้อน แล้วเดินเครื่องตามระยะเวลาที่คำนวณว่าจะจุดได้หมด (เมื่อของเหลวไหลออกจากป้อนควรกรองทุกครั้ง)
3. เติมไขมันลงในถังผสม โดยไหลผ่านเครื่องวัด และลิ้นที่สามารถปิดเปิดอย่างรวดเร็ว และใช้ระบบปิดโดยอัตโนมัติเมื่อไขมันเติมครบตามที่ต้องการ

การเติมไขมันจะต้องคอยปรับตลอดเวลา เพราะมีการเปลี่ยนแปลงได้ ไม่ว่าจะเป็นอัตราการไหล ปริมาณที่จะใช้ อุณหภูมิที่ใช้อุ่นไขมัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ ความชื้นในวัตถุดิบ อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม และชนิดของไขมันที่ใช้ การตั้งเครื่องให้ทำงานแบบตายตัวอาจสะดวกในการทำงาน แต่จะเสียโอกาสในแง่ของการลดต้นทุน ปล่อยให้เครื่องทำงานจนครบตามเวลากำหนดเป็นอันสิ้นสุดการผสมไขมัน 2-2.5% ในสูตรอาหาร ด้วยเครื่องผสมแบบนอน

5. การเติมไขมันหลังอัดเม็ด

มีอยู่ 2 แบบคือ เติมหน้า die (spray fat at die) หลังจากอาหารถูกอัดผ่าน die และยังร้อนๆ อยู่ อีกวิธีคือ การเติมหลังจากทำให้เย็นแล้ว

Steve (1988) เคยสงสัยว่า การเติมไขมันโดยวิธีพ่นฝอยลงบนอาหารเม็ด จะทำให้เกิดปัญหาไขมันแข็งตัว เกาะพอกพูนใน coolers cyclone และอุปกรณ์อื่นๆ รวมทั้ง die ด้วยหรือไม่ และการทำแบบนี้จะสม่ำเสมอเหมือนผสมในอาหารหรือเปล่า ปัญหาที่กล่าวมาสามารถแก้ได้ด้วย การเปลี่ยนวิธีหรืออุปกรณ์

6. การพ่นฝอยไขมันขณะที่ (pellet) เย็นแล้ว

ไขมันจะแห้งเคลือบอยู่ที่ผิวของเม็ดอาหาร และอาจเกาะติดกับอุปกรณ์ต่างๆ ในฤดูที่อากาศเย็น บริเวณ cooler, buckets, elevator ต้องหมั่นทำความสะอาด โดยเฉพาะเมื่องหนาว

วิธีแก้คือ ควรพ่นหน้า die ขณะที่เม็ดอาหารไหลออกมาจาก die และยังร้อนๆ อยู่ วิธีนี้ไขมันจะซึมเข้าเม็ดอาหารได้ดีกว่า มากกว่า แม้อาจมีบางส่วนเคลือบที่ผิวแต่บางมาก แล้วจึงนำไปทำให้เย็น วิธีนี้จะไม่มีไขมันเกาะติดหน้า die และโอกาสทำให้เครื่องมืออื่นๆ สกปรกมีน้อยกว่า แต่มีแง่คิดว่า อาหารเม็ดที่ยังร้อนๆ อยู่จะมีความชื้นอยู่สูงและความชื้นนี้กำลังถูกขับออกจากเม็ดอาหารมาติดอยู่ที่ผิวนอก เมื่อมาเจอไขมันเคลือบจึงกลายเป็นตัวกระตุ้นให้ไขมันหืนเร็วยิ่งขึ้น

ข้อคำนึง

1. การเติมไขมันหลังอัดเม็ดแล้ว ไขมันจะทำหน้าที่เป็น binder ได้บ้าง กรณีพ่นขณะที่เม็ดอาหารเย็นแล้ว ด้วยการไปเคลือบรอยแตกต่างๆ
2. pellet ที่ดูดซับไขมันได้ดี จะต้องมีความพรุน พวกที่มีผิวเรียบและเม็ดแข็งจะดูดซับได้น้อยกว่า
3. การเติมไขมันหน้า die จะลดความคงทนของเม็ดอาหาร (durability) รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ไขมันที่เพิ่มขึ้น จะทำให้เม็ดอาหารคงรูปได้น้อยลงเล็กน้อย (ดูเรื่องการวัดความคงทนของอาหารเม็ด)
4. การพ่นไขมันหลังอัดเม็ด ไม่ว่าจะขณะร้อนหรือเย็น พบว่า การกระจายของไขมันจะสม่ำเสมอ ค่า CV ไม่เกิน 10% (Steve, 1988)

7. การวัดค่าคงทนของอาหารเม็ด (Pellet durability index, PDI)

หลังจากอาหารถูกทำให้เย็น 10 นาทีแล้ว ให้เก็บตัวอย่างละอย่างน้อย 600 กรัม นำตัวอย่างแยกเอาเม็ดที่เสียหายออก โดยผ่านตะแกรง No. 6 รองตัวอย่างที่ผ่านการ screen แล้วได้เม็ดที่สมบูรณ์มาตัวอย่างละ 500 กรัม ใส่ลงในกล่องขนาด 5 x 5 x 5.5 นิ้ว เรียกว่า tumbler box เอาไปวาง

4 มุมของ safety grill กดลงไป 10 นาที แล้วปล่อยให้พัดลมเป่า (ใบพัด 20 นิ้ว) ส่วนที่แตกออกไป นำ เมล็ด ไปร่อนเอาเมล็ดแตกออกอีกครั้ง ชั่งน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ที่เหลือ แล้วคำนวณหาค่า PDI

$$\text{ค่า PDI} = \frac{\text{น้ำหนักที่เหลือของตัวอย่าง} \times 2}{10}$$

โดยเมื่อไขมันในอาหารเพิ่มขึ้นค่าความคงทนของเมล็ดอาหารจะลดลง

ความปลอดภัยในโรงงานอาหารสัตว์

Cole ได้กล่าวว่า (1992 : 254-256) เนื่องจากเมื่อมีการสร้างโรงงานหรือติดตั้งเครื่องจักร จะต้องคำนึงถึงระบบความปลอดภัยไว้ก่อนเสมอ บทความต่อไปนี้จะเน้นเฉพาะจุดสำคัญๆ เท่านั้น เพื่อเป็นการย้ำให้เห็นถึงความสำคัญของเรื่องนี้

โดยปกติความปลอดภัยในโรงงานเป็นเรื่องที่มักถูกปล่อยปละละเลยเสมอ สำหรับผู้ที่ทำงานเป็นประจำมองเห็นทุกอย่างรอบข้างเป็นเรื่องธรรมดา หรืออีกประการหนึ่งผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่ในโรงงานต้องทำงานต่อเนื่องจนไม่มีเวลาพักที่จะตรวจสอบอุปกรณ์-สถานที่ให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ทั้งคนและเครื่องจักร บุคคลที่จะมองเห็นความบกพร่องหรือความไม่ปลอดภัยของโรงงาน คือ ผู้ที่ไม่ได้ทำงานประจำอยู่ ณ ที่นั้น แต่นานๆ จะเข้าไปเยี่ยมชมสักครั้ง และควรเป็นผู้ที่รู้จักหน้าที่ของเครื่องจักรแต่ละชิ้นเป็นอย่างดี ใครจะเป็นผู้ทำหน้าที่นี้? ถ้าไม่ใช่ ผู้จัดการโรงงาน ในส่วนของเจ้าหน้าที่เองทุกคนที่ทำงานอยู่ในโรงงาน จะต้องมึจิตสำนึกถึงความปลอดภัย ไม่ประมาท

อันตรายมักจะมาพร้อมความสกปรก ความไร้ระเบียบวินัย และความประมาท ความปลอดภัยมักจะมาพร้อมกับความมีระเบียบวินัย ความสะอาด และความระมัดระวังอยู่เสมอ

การทำงานของโรงงานมีหลายระดับ อุปกรณ์ทุกชิ้นหากเป็นไปได้ควรเขียนชื่อระมัดระวังการใช้ไว้ข้างๆ เครื่องมือ ความปลอดภัยควรเริ่มมีตั้งแต่ประตูโรงงานเข้าไป โดยเริ่มจาก

1. บริเวณที่รับซื้อวัตถุดิบอาหารสัตว์ (raw material reception) ควรมีป้ายเตือนให้ทราบว่าเป็นเครื่องจักรกำลังทำงาน –ห้ามเข้า- ในช่วงที่มีการขนย้ายตรวจสอบวัตถุดิบจากรถลงสู่รางขนอาหาร หรือใช้แรงงานคนแบกก็ตามที่

2. พวก Conveyors ชนิดต่างๆ จะต้องหุ้มให้แข็งแรง ควรทำฝาครอบธรรมดา แต่จะต้องขันสกรูยึดให้แน่น เพราะเคยเกิดอุบัติเหตุมานับไม่ถ้วน เช่นอาจสะดุดเข้าไปปะทะหรือของตกใส่ ฯลฯ

3. Belt conveyors elevator ต้องหมั่นตรวจสอบทั้งลูกกลิ้งและสายพาน บริเวณใกล้ๆ Belt conveyors ควรมีตาข่ายรองรับ กรณีที่ยกของขึ้นสูง หากต้องข้ามจุดต่างๆ ควรทำเป็นท่อหรืออุโมงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Compressed air control purpose หมั่นตรวจตราความแข็งแรงของท่อต่างๆ

5. ความปลอดภัยของไซโล ปัญหาใหญ่ของไซโล (Silo) คือวัตถุติดค้างอยู่ภายในนำออกยาก ไหลไม่ค่อยดี จึงจำเป็นต้องทำความสะอาด ในกรณีที่ไม่ค่อยไหลออกจากถังจึงต้องหาอุปกรณ์ช่วย นอกจากใช้อุปกรณ์ช่วยแล้วอาจเติมสารที่ทำหน้าที่ต้านการจับตัวเป็นก้อน (anti-caking agent) เช่น Silica โดยพ่นลงบนวัตถุดิบอาหารสัตว์ ก่อนเข้าถังเก็บด้วยความเข้มข้น 0.1% จะทำให้วัตถุดิบลื่นไหลดีขึ้น ไม่มีการตกค้างในถัง นอกจากนี้ Silica ยังช่วยลดปัญหาจากแรงไฟฟ้าสถิต (Electrostatic forces) ได้ด้วย

6. โรงซ่อมหรือเก็บอุปกรณ์ (Workshops) อากาศถ่ายเทเป็นเรื่องสำคัญ เพื่อกันไม่ให้ อุณหภูมิและฝุ่นจากโรงงานมาสะสม ขณะที่ทำการเชื่อม สะเก็ดไฟอาจทำให้เกิดการระเบิดได้ทางที่คิดควรแยกออกจากโรงงาน และก่อนลงมือทำงานต้องตรวจตราจัดเก็บวัตถุไวไฟให้เรียบร้อย แม้กระทั่งไขมันผสมอาหารสัตว์

7. แรงไฟฟ้าสถิตของฝุ่น การทำให้เกิดประกายไฟต่างๆ เนื่องจากประจุไฟฟ้า เช่นการเสียบปลั๊ก การปิดเปิดสวิตซ์ไฟ จะต้องระวัง เพราะจะเป็นตัวจุดชนวนระเบิดฝุ่นได้ (dust explosion) ด้วยเหตุนี้ภายในโรงงานอาหารสัตว์ต้องติดป้ายห้ามสูบบุหรี่ และตรงทางเข้าโรงงานควรติดป้ายเตือนผู้สูบบุหรี่ให้ดับบุหรี่ก่อนเข้าโรงงาน และให้ถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด

อีกประการหนึ่ง ไม่ควรใช้ลมเป่าเพื่อทำความสะอาดเครื่องมือ เพราะจะทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจายในบรรยากาศมากขึ้น เป็นการเพิ่มความหนาแน่นของฝุ่นในบรรยากาศ

การเกิดระเบิดฝุ่นจะเกิดได้ทุกที่ที่มีเหตุ 3 สิ่งมาประกอบกันตามสมการข้างต้น และการเกิดจะเกิดต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ทุกๆ แห่งที่มีฝุ่นอยู่หนาแน่น เพราะในตัวฝุ่นเองมีประจุไฟฟ้าอยู่แล้ว แม้แต่ในไซโล ที่มีฝุ่นหนาแน่น เมื่อใส่วัตถุดิบเข้าไปใหม่ ประกอบกับอุณหภูมิภายในตัวถังสูงอยู่แล้ว การไหลของวัตถุดิบมีการเสียดสีกัน จึงเกิดประกายไฟลุกไหม้และระเบิดในที่สุด ประเทศอังกฤษได้ออก พ.ร.บ. ว่าด้วยสุขภาพและความปลอดภัย ปี 1989 ได้ระบุเรื่องฝุ่นไว้ดังนี้

หากเป็นสถานที่คนต้องอยู่นานๆ (6-8 ชั่วโมงขึ้นไป) ความเข้มข้นของฝุ่นเมื่อวัดออกมาแล้วจะต้องไม่เกินค่าตามทางเดินระบบหายใจ เช่น ปาก จมูก เกิน 10 มก./ลบ.ม. และที่ปอดต้องไม่เกิน 5 มก./ลบ.ม. (Cole, 1992)

บทที่ 3 วิธีการสร้างอุปกรณ์

3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร

วิชา เทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า อยู่ในหลักสูตรปริญญาตรี
รหัสวิชา 03620213 รวมทั้งหมด 3(2-3)

คำอธิบายรายวิชา

อุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ภายในประเทศเปรียบเทียบกับต่างประเทศ การบริหาร
โรงงานอาหารสัตว์ และการจำหน่าย การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบก่อนเข้าโรงงาน
การควบคุมอาหารสัตว์ก่อนและหลังการจัดจำหน่าย

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ทราบขบวนการผลิตอาหารสัตว์ในระบบอุตสาหกรรม ให้เข้าใจการควบคุมคุณภาพ
วัตถุดิบอาหารแต่ละชนิด

วิชา เทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213)

รายการสอนภาคทฤษฎี

เรื่อง	จำนวนคาบเรียน
บทที่ 1 อาหารสัตว์และการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารสัตว์	4
1.1 ความสำคัญของอาหารสัตว์	
1.2 จำแนกโภชนะอาหารแต่ละชนิด	
1.3 ประโยชน์ของโภชนะแต่ละชนิด	
บทที่ 2 วัตถุดิบอาหารสัตว์	4
2.1 จำแนกประเภทของวัตถุดิบอาหารสัตว์	
2.2 ความแตกต่างของวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละประเภท	
2.3 หน้าที่และความสำคัญของวัตถุดิบอาหารสัตว์	
บทที่ 3 การเก็บรักษาวัตถุดิบอาหารสัตว์	2
3.1 ความสำคัญที่จะต้องเก็บรักษาวัตถุดิบอาหารสัตว์	
3.2 วิธีเก็บรักษาวัตถุดิบอาหารสัตว์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	จำนวนคาบเรียน
บทที่ 4 สารพิษในอาหารสัตว์	2
4.1 ชนิดของสารพิษในวัตถุดิบอาหารสัตว์	
4.2 วิธีการป้องกันและทำลายสารพิษ	
บทที่ 5 ขบวนการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์	4
5.1 ความสำคัญของหลักการถ่ายเทความร้อนและความชื้นในการเตรียมวัตถุดิบ	
5.2 ความสำคัญของการขดลดขนาดของวัตถุดิบ	
5.3 คุณสมบัติของวัตถุดิบ	
5.4 เลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการขดวัตถุดิบ	
5.5 ขบวนการเตรียมวัตถุดิบ	
5.6 การเตรียมวัตถุดิบด้วยขบวนการ extrusion	
5.7 การเตรียมวัตถุดิบด้วยขบวนการ extrusion	
บทที่ 6 การคำนวณสูตรอาหารสัตว์	4
6.1 สามารถคำนวณสูตรอาหารสัตว์ด้วยมือได้	
6.2 คำนวณราคาสูตรอาหารสัตว์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป	
บทที่ 7 การผสมอาหารและเครื่องผสม	4
7.1 ความหมายของการผสมอาหาร	
7.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอาหารผสม	
7.3 ความแปรปรวนในการผสมอาหาร	
7.4 หลักการทำงานของเครื่องผสมแต่ละชนิด	
7.5 การตรวจสอบมาตรฐานของเครื่องผสมอาหาร	
7.6 การเก็บตัวอย่างมาตรวจสอบ	
บทที่ 8 การเติมวัตถุดิบอาหารสัตว์เหลวในอาหารผสม	2
8.1 คุณสมบัติของวัตถุดิบเหลวที่เติมลงในอาหารผสม	
8.2 ปัจจัยที่คำนึงถึงในการผสมวัตถุดิบอาหารสัตว์เหลว	
8.3 หลักการในการเติมไขมันลงในอาหารสัตว์	
8.4 หลักการในการเติมไขมันลงในอาหารสัตว์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	จำนวนคาบเรียน	
บทที่ 9 การอัดเม็ด	2	
9.1 ความหมายของการอัดเม็ด		
9.2 ประโยชน์ในการอัดเม็ด		
9.3 หลักการในการอัดเม็ด		
9.4 วิธีการอัดเม็ด		
บทที่ 10 ความปลอดภัยในโรงงานอาหารสัตว์	2	
10.1 ข้อควรระวังในโรงงานอาหารสัตว์		
10.2 วิธีการทำความสะอาดในระบบโรงงานอาหารสัตว์		
10.3 หน้าที่ของบุคคลที่ปฏิบัติงานในโรงงานอาหารสัตว์ที่สำคัญ		
รวม	30	
คาบ	คาบ	
บทปฏิบัติการที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1.	การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์	3
2.	ส่วนประกอบและวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์	3
3.	การตรวจสอบคุณภาพข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าว	3
4.	การตรวจสอบคุณภาพข้าวโพด	3
5.	การตรวจสอบคุณภาพข้าวฟ่าง	3
6.	การตรวจสอบคุณภาพมันสำปะหลัง	3
7.	การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง	3
8.	การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วลิสง	3
9.	การตรวจสอบคุณภาพกากเมล็ดฝ้ายและกากเมล็ดคูนุ่น	3
10.	การตรวจสอบคุณภาพกากเมล็ดทานตะวันและใบกระถิน	3
11.	การตรวจสอบคุณภาพปาล์มน้ำมันและกากเมล็ดคางพารา	3
12.	การตรวจสอบคุณภาพปลาป่น	3
13.	การตรวจสอบคุณภาพไก่ป่น	3
14.	การตรวจสอบคุณภาพเนื้อป่น เนื้อและกระดูกป่นได้	3
15.	การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบและแหล่งแร่ธาตุ	3
จำนวน	45	คาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิเคราะห์เนื้อหา

คันโร อุทัย (2529 :25) ได้กล่าวถึงหลักใหญ่ของการเก็บตัวอย่างก็คือ ทำให้ได้ตัวอย่างที่ดีที่สุด วิธีเก็บตัวอย่างให้วางกระสอบหรือถุงอาหารในแนวนอน ใ้ท่อปลายแหลมสำหรับเก็บตัวอย่างแทงทะลุกระสอบให้ลึกสุด โดยแทงทแยงจากมุมหนึ่งไปยังอีกมุมหนึ่ง แล้วนำมารวมกันให้ได้ตัวอย่างประมาณ 500-1,000 กรัม จำนวนตัวอย่างที่เก็บขึ้นอยู่กับจำนวนกระสอบอาหารที่ซื้อ ถ้าอาหารชนิดเดียวกันมีไม่เกิน 10 กระสอบ ให้เก็บตัวอย่างทุกกระสอบ กระสอบละ 1 จุด รวมเป็น 10 จุด โดยตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างของแต่ละกระสอบไม่ควรซ้ำกัน แต่ถ้ามีตั้งแต่ 11 กระสอบขึ้นไปให้เก็บมาเพียง 10 จุด โดยเลือกสุ่มเอาจากกระสอบต่างๆ 10 กระสอบ แต่ละกระสอบเก็บ 1 ครั้ง ยกเว้นถ้ามีเพียง 4 กระสอบให้เก็บตัวอย่างจากแต่ละกระสอบรวมไม่ต่ำกว่า 5 จุด สำหรับอาหารที่มีความฟ้าม ให้เก็บตั้งแต่ 10 จุดขึ้นไป จากถุงอาหารทั้งหมดที่มี โดยอย่าให้ตำแหน่งที่เจาะซ้ำกัน แต่หากถุงบรรจุมีขนาดเล็กไม่เกิน 10 ปอนด์ เก็บตัวอย่างถุงละ 1 จุด ก็เพียงพอแล้ว นำตัวอย่างอาหารทั้งหมดมารวมกัน โดยเทใส่กระดาษหนังสือพิมพ์หรือถาด คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วเกลี่ยให้เสมอกัน แบ่งออกเป็น 4 ส่วน เก็บส่วนหนึ่งเอาไว้โดยใส่ภาชนะที่ปิดสนิท ถ้านำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาโปรตีน ไขมัน เยื่อใย ฯลฯ ตามการวิเคราะห์ของพรีอกซิเมต (Proximate analysis) ให้บดผ่านตะแกรงเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มม. แล้วผสมกันให้ทั่วถึง ถ้าบดไม่ได้ให้พยายามทำให้ละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถ้าเป็นอาหารที่ผสมหางน้ำตาลไม่ควรบด หากจะนำอาหารนั้นไปตรวจสอบ ตามวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ ไม่ควรบดให้พยายามคงรูปร่างสภาพเดิมของตัวอย่างไว้ให้มากที่สุด

ขบวนการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Feed Preparation and Processing)

คันโร อุทัย (2529 : 89 – 120) ได้กล่าวว่า เนื่องจากขบวนการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์ จะเกี่ยวข้องกับความร้อน ความชื้นเสมอ ดังนั้น จึงควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานหลักการถ่ายเทความร้อนและความชื้นเสียก่อน เช่น ความร้อน-ความชื้นที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงในโรงสี หรือโรงงาน ที่เกี่ยวกับการอบเมล็ดพืชให้แห้ง การเก็บเมล็ดพืชในโรงเก็บหรือในถังเก็บ ข้อแม้เกี่ยวกับเมล็ดพืชต่างๆ เพื่อการสีหรือหนึ่งก่อนทำการอัดเม็ด หรือต้องป่นก่อนการอัดเม็ด อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นระหว่างการอัดเม็ด การทำให้อาหารอัดเม็ดเย็นและแห้ง สิ่งเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับเรื่องของการถ่ายเทความร้อนและความชื้นทั้งสิ้น

1. การให้อุณหภูมิ

ส่วนมากจะใช้ในโรงสีเพื่อเป็นแหล่งความร้อน หรือเพื่อเพิ่มความชื้นให้กับผลิตภัณฑ์ เช่น การให้อุณหภูมิแก่อาหารป่นก่อนจะทำอาหารอัดเม็ด หรือหนึ่งพวกธัญเมล็ดก่อนอัด เช่น ข้าวฟ่าง แล้วนำไปอัดเอาน้ำออกทำให้ Tannin หลุดออกไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ steam ส่วนใหญ่ไอน้ำจะเป็นตัวที่ใช้มากที่สุด จึงต้องรู้จักคุณสมบัติของแรงดันไอน้ำ (water vapor) ดูจาก Steam table ซึ่งเป็นตารางที่ใช้กันทั่วไปของ Keenan's steam table

2. ความชื้นในเมล็ด

ในพวกรัษฎเมล็ดจะมีความชื้นประกอบอยู่ในสภาพที่วัตถุดิบมีความชื้นอยู่ (wet solid material) จะประกอบด้วยส่วนของน้ำและวัตถุแห้ง ถ้าจะวัดว่ามีปริมาณน้ำเท่าไร ต้องคิดออกมาเป็นฐานของวัตถุแห้ง เช่น เมล็ดพืช มีความชื้น (Moisture of wet basis, M_{WB}) = 25% นั่นคือเมล็ดพืช 100 หน่วย มีน้ำอยู่ (weight of water, W_w) = 25 หน่วย

การที่จะทำให้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ตีกลายเป็นอาหารสัตว์คุณภาพดี จะต้องมีการผลิตที่ดี ขบวนการผลิตที่ดีจะต้องประกอบด้วย ฝ่ายบุคคล (บุคลากร) ที่ดี เครื่องจักรดี และวิธีการผลิตที่ดี ทั้ง 3 ส่วนนี้จะต้องทำงานประสานกันอย่างมีประสิทธิภาพ

ได้มีการจำแนกขบวนการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์ออกหลายรูปแบบ โดยใช้ลักษณะของขบวนการเป็นตัวจำแนก หากใช้ความร้อนเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ก็จะสามารถแบ่งขบวนการออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ขบวนการแบบเย็น (Cold processing methods) และขบวนการแบบร้อน (Hot processing methods) หากใช้ความชื้นเป็นเกณฑ์ในการจำแนกก็สามารถแยกออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ เช่นกันคือ ขบวนการแบบแห้ง (Dry processing methods) และขบวนการแบบเปียก (Wet processing methods)

กลุ่มขบวนการผลิตที่กล่าวมามีจุดประสงค์เพื่อกะเทาะเอาเปลือกออก ทำให้ขนาดของเมล็ดพืชเล็กลง หรือเนื้อแป้งกลายเป็น gelatin สัตว์ย่อยได้ง่ายขึ้นและนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น และ/หรือสามารถทำลายสารพิษได้ นั่นคือ ทำให้รูปทรงของอาหารเปลี่ยน และคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์เปลี่ยนไป

ส่วนอีกกลุ่มขบวนการหนึ่งนั้นมักใช้เมล็ดพืชน้ำมัน (Oil seeds) และมีจุดประสงค์หลักคือแยกเอาน้ำมันออกจากเมล็ดพืช และผลพลอยได้คือ ช่วยลดสารพิษและความชื้นออกไปด้วย ได้แก่ ขบวนการอัดน้ำมัน (Screw pressing) และขบวนการสกัดน้ำมัน (Solvent extraction) ผลผลิตที่ได้จากขบวนการนี้จะใช้คำว่า กาก (Oil meal) นำน้ำซึ่งจะใช้เป็นแหล่งโปรตีนจากพืช เช่น กากถั่วเหลือง (Soybean oil meal) กากถั่วลิสง (Peanut oil meal) เป็นต้น

3. การลดขนาดของวัตถุดิบก่อนการผสมอาหาร (Size Reduction)

วัตถุดิบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจะโดยวิธีใดๆ ก็ตาม ก่อนทำการผสมอาหารสัตว์จำเป็นต้องมีการลดขนาดของวัตถุดิบ หรือทำการกะเทาะเปลือกวัตถุดิบก่อน เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์พวกเมล็ดธัญพืชจะมีขนาดแตกต่างกันต้องปรับให้มาอยู่ใกล้เคียงกัน และบางชนิดมีเปลือกหุ้มเมล็ด บางชนิดไม่มี ข้อดีของการลดขนาดของวัตถุดิบก่อนการผสมก็คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เพิ่มความน่ากิน (สัตว์ชอบ) สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น
2. เพื่อให้สัตว์เคี้ยวง่าย ย่อยได้ง่ายขึ้น เพราะเพิ่มพื้นที่ผิว enzyme ทำงานได้ทั่วถึง
3. การจัดการอาหารง่ายขึ้น เช่นระเหยน้ำออกได้เร็วขึ้น ทำให้อาหารสุกเร็วขึ้นอย่างทั่วถึง ทำลายสารพิษได้มากขึ้น
4. การผสมอาหารง่ายขึ้น ผสมได้ทั่วถึง
5. เพิ่มประสิทธิภาพในการอัดเม็ด และเพิ่มคุณภาพอาหารอัดเม็ด
6. ผู้เลี้ยงสัตว์ชอบ เพราะการจัดการผสมอาหาร การเก็บสะดวกขึ้น

การลดขนาดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้ และมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป แต่ละวิธีจะมีประสิทธิภาพต่างๆ กัน สำหรับการลดขนาดของวัตถุดิบนี้ในภาษาไทยมักใช้คำว่า ตี บด ปั่น หรือ สี ส่วนคำในภาษาอังกฤษแต่ละชื่อที่เรียกจะบ่งบอกถึงความแตกต่างของอุปกรณ์และกรรมวิธีที่ปฏิบัติ

4. คุณสมบัติของวัตถุดิบ

ก่อนการลดขนาดของวัตถุดิบจำเป็นที่จะต้องทราบถึงคุณสมบัติบางประการของวัตถุดิบก่อน จึงจะเลือกใช้วิธีการลดขนาดได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ มิเช่นนั้นท่านอาจแปลกใจว่าทำไม ข้าวโพดถึงป่นด้วย Hammer mills ได้ ในขณะที่เม็ดถั่วเหลืองที่แห้งเช่นเดียวกับข้าวโพดกลับไม่ยอมแตกเมื่อตีด้วย Hammer mills ทั้งนี้เพราะวัตถุดิบมีแรงต้าน (Mechanical Resistance)

4.1 แรงต้าน

หมายถึงคุณสมบัติต่างๆ ด้าน ของวัตถุดิบที่อยู่ในสภาพของแข็งและเปลี่ยนแปลงรูปร่างและแตกภายใต้ในแรงดันที่ได้รับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขอบเขตของการยืดหยุ่น (elastic stress limit) แรงดึงหรือดันให้เกิดการยืดตัว (yield stress) แรงดันเพื่อการแตกหัก (breaking stress) และขอบเขตของความอ่อนตัว (region of ductility)

4.2 breaking stress

เป็นแรงดันที่ทำให้เม็ดแตกหรือแรงต้านสุดท้าย (ultimate stress) ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุดิบ ซึ่งมีลักษณะเฉพาะในการจัดตัวของชิ้นส่วนเล็กๆ แล้วกลายเป็นรูปทรงของเม็ดขึ้นมา ซึ่งลักษณะที่มีชิ้นส่วนเล็กๆ มายึดติดกันนี้ เขาถือว่าเป็นจุดอ่อนของโครงสร้าง (defects in the piece structure) ของเม็ดหรือวัตถุดิบ ซึ่งจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องนี้กลับประกอบไปด้วยรอยยึดติดซึ่งกันและกัน ดังนั้น เม็ดที่มีขนาดใหญ่จะมีรอยยึดติดมากถือว่ามีข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนของโครงสร้างมาก แรงดันเพียงเล็กน้อยอาจทำให้เม็ดแตกโดยรูปทรงอาจเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าเม็ดมีขนาดเล็กลง รอยยึดติดระหว่างชิ้นส่วนจะเหลือน้อยลง นั่นคือ ข้อบกพร่องของเม็ดลดลง แรงต้านการแตกหักจะเพิ่มขึ้น (breaking strength) คือ แตกตัวได้ยากขึ้น ยกเว้นชิ้นส่วนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกตัวถึงขั้นโมเลกุลแล้วจะไม่ใช่ไปตามนี้เพราะไม่มีรอยขีดตึกระหว่างชั้นส่วนอีกต่อไป นี่คือเหตุผลที่ว่าทำไม? การลดขนาดของวัตถุดิบ จึงไม่สามารถจะทำให้แตกตัวได้ชั้นส่วนขนาดเท่าๆ กัน ตามที่ต้องการได้ไม่ว่าจะใช้วิธีใดๆ ก็ตาม

4.3 Hardness (ความแข็ง)

เป็นคุณสมบัติอีกประการที่มีความสำคัญในการ Grinding การเปรียบเทียบความแข็งใช้หลักของ Mohs คือ เมื่อวัตถุ 2 ชนิดมากระทบกัน ชนิดใดที่เกิดรอยถลอกหรือรอยบวมแสดงว่าชนิดนั้นแข็งน้อยกว่า

4.4 Toughness (ความเหนียว)

วัตถุที่มีความเหนียว หมายถึง วัตถุที่เกิดรอยร้าวได้ง่ายหรือมีการกระจายของรอยร้าว น้อย ความเหนียว (toughness) นี้ต่างจากความเหนียวที่เกิดจากแป็งเปลี่ยนสภาพเป็น gelatin ซึ่งเรียกว่า stickiness แต่ toughness นั้นเยื่อใยเป็นตัวที่ทำให้เกิดความเหนียว โดยจะส่งแรงกดดันด้านรอยร้าวไปตามส่วนปลายของเยื่อใย ตรงกันข้ามกับความเหนียวคือความแตกง่าย (fragility)

5. ขบวนการในการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์

สามารถจำแนกออกตามลักษณะของขบวนการใหญ่ๆ ได้ 3 ขบวนการ คือ

5.1 Cold Processing methods

คือ ขบวนการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์ (การลดขนาดวัตถุดิบ) โดยไม่ใช้ความร้อน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธีด้วยกันคือ วิธีการแบบแห้ง (Dry processing methods) วัตถุดิบที่จะผ่านขบวนการนี้ความชื้นต้องไม่เกิน 16% ส่วนอีกวิธีคือ วิธีการแบบเปียก (Wet processing methods) คือ ขบวนการที่ทำให้วัตถุดิบมีความชื้นมากกว่าปกติ (ตั้งแต่ 17% ขึ้นไป)

5.2 Hot Processing methods

คือ ขบวนการเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยใช้ความร้อน ซึ่งมี 2 วิธีการเช่นกันคือแบบแห้ง (dry) และแบบเปียก (wet) เช่นเดียวกับที่กล่าวมาใน Cold processing

5.3 Cold dry processing methods

เป็นขบวนการที่ลดขนาดของเมล็ดด้วยอุปกรณ์ที่จะใช้แรงกระทำด้วยวิธีต่างๆ กัน ซึ่งมักเรียกรวมๆ ว่า Grinding แต่เดิมจะใช้ Grinding สำหรับพวกธัญเมล็ดที่จะใช้ผสมอาหารสัตว์ โดยตรงเท่านั้น ต่อมาจึงได้นำเอาการ Grinding ไปใช้ในแง่อื่นด้วย เช่น บดวัตถุดิบที่จะใช้อัดเม็ด บดวัตถุดิบที่จะเข้าขบวนการใช้ความร้อน ขบวนการสกัดน้ำมัน หรือแม้แต่อาหารที่ผ่านขบวนการใช้ความร้อนแล้วแต่มีขนาดใหญ่ต้องการทำให้ขนาดเล็กลง จึงต้องใช้ Grinding อีกครั้ง อุปกรณ์ที่ใช้ Grinding ได้แก่ Hammer Mill, Crushing Rolls, Disc Attrition Mills, Tumbling Mills

6. ขนาดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ผ่านการบด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันได้มีผู้พยายามวัดขนาดของวัตถุดิบที่บดแล้วด้วยวิธีการต่างๆ แต่ยังไม่สำเร็จ เพราะรูปร่างของวัตถุดิบจะไม่แน่นอนทั้งรูปทรงและขนาด และในปัจจุบันจึงนิยมใช้การร่อนผ่านตะแกรงตามวิธีของอเมริกัน ซึ่งได้จำแนกขนาดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สามารถผ่านตะแกรงเบอร์ต่างๆ โดยให้เป็นค่าเฉลี่ยหรือกลางๆ ไว้ดังนี้

Coarse คือ เมล็ดที่ค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 3/8, 4, 8 mesh (หยาบหรือขนาดใหญ่)

Medium คือ เมล็ดที่ค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 14 และ 28 mesh (ขนาดปานกลาง)

Fine คือ เมล็ดที่ค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 48 และ 100 mesh (ละเอียด)

ถึงอย่างไรก็ตาม ในการบดวัตถุดิบแต่ละครั้ง มักจะแตกออกมาได้หลายขนาดและหลายรูปทรง เนื่องจากคุณสมบัติที่กล่าวมาในช่วงต้นๆ จึงไม่สามารถระบุชัดเจนลงไปว่าละเอียดหรือหยาบเกินไปจนเป็นฝุ่น

การผสมอาหารและเครื่องผสม (Feed Mixing and Mixers)

การผสมอาหาร คือ การนำเอาวัตถุดิบอาหารสัตว์ต่างๆ ทั้งที่ไม่ผ่านและที่ผ่านขบวนการเตรียมวัตถุดิบมาแล้วอย่างดี (เช่น การบดด้วยกรรมวิธีต่างๆ การผ่านเครื่อง extruder expander เป็นต้น) ทั้งในสภาพดิบ และสุก จากธรรมชาติ จากการสังเคราะห์ ของแข็ง ของเหลว หรือกึ่งแข็ง กึ่งเหลว รวมแล้ว ไม่ต่ำกว่า 2 ชนิดขึ้นไป มาผสมเข้าด้วยกัน โดยมีเป้าหมายว่า

1. อาหารจะต้องรวมเป็นเนื้อเดียวกัน
2. อาหารจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากัน
3. จะต้องไม่มีสารที่เป็นอันตรายต่อสัตว์และเชื้อโรคปะปนอยู่ในอาหารเกินกว่าระดับที่

พ.ร.บ. กำหนด หรือในระดับที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ได้

โดยทั่วไปวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ผสมลงไปในแต่ละครั้งมีประมาณ 20-25 ชนิด ทั้งในสภาพของแข็ง ของเหลว การจะผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากและต้องมีขั้นตอน

1. กลุ่มวัตถุดิบอาหารสัตว์ มีทั้งในสภาพของแข็ง ของเหลว วัตถุดิบที่ใช้ในปริมาณมากคือพวกคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง รำ ปลายข้าว และธัญเมล็ดอื่นๆ และอาจมีแหล่งคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ ที่ใช้ในปริมาณน้อย เช่น พวกน้ำตาล lactose glucose หรือ sucrose และยังมีแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในสภาพของเหลว คือ หางน้ำตาล ซึ่งทำหน้าที่หลายอย่างเป็นทั้งแหล่งพลังงาน สารเชื่อมอาหารให้ติดกัน (Binder) สารปรุงรสเพื่อกลบเกลื่อนรสขมฝืดของอาหารอื่น ลดความเป็นฝุ่น และป้องกันเชื้อรา

ส่วนแหล่งโปรตีนมีทั้งจากพืช เช่น ถั่วต่างๆ สารที่เกิดจากการหมัก เช่น กากเบียร์ กากยีสต์

และผลิตภัณฑ์จากโรงงานสกัดน้ำมันพืช เช่น กากงา กากฝ้าย ฯลฯ โปรตีนจากสัตว์ เช่น ปลาป่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หางนมผง หางเนยผง เนื้อกระดูกป่น ฯลฯ ซึ่งใช้ในปริมาณไม่มากนัก เมื่อเทียบกับแหล่งคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้อาจมีสารประกอบไนโตรเจน เช่น ยูเรีย ไบยูเรท มูลไก่แห้ง

แหล่งไขมัน ซึ่งใช้ในปริมาณน้อย ยกเว้นอาหารสุนัข แมว มักใช้ในรูปผงหรือเหลว เช่น ไขมันสัตว์พวกไขวัว ไข่แกะ หรือน้ำมันพืชต่างๆ

แหล่งอื่นๆ ได้แก่ ยาปฏิชีวนะ สารสี เอนไซม์ สอร์โม่ probiotic, acidifier รวมทั้งสารกระตุ้นการให้ผลผลิตและการเจริญเติบโต ฯลฯ แหล่งนี้จะใช้ในปริมาณน้อยมาก

วัตถุดิบที่กล่าวมาข้างต้นจะมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์แตกต่างกัน และมีผลกระทบต่ออาหาร ซึ่งเป็นเรื่องของความหนาแน่นของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ (bag and bulk ingredients) ซึ่งแตกต่างกัน วัตถุดิบที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกันจะผสมเข้ากันได้ง่ายกว่าพวกที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน การเลือกสื่อในการผสมอาหาร จึงมีความสำคัญยิ่งต่อการทำ premix และการผสมอาหาร

2. ขั้นตอนการผสมอาหาร

2.1 เครื่องผสมแบบตั้ง (Vertical Mixer)

เครื่องผสมแบบตั้งนี้ ตัวถังและเกลียวที่ตักอาหารได้ถูกออกแบบให้ตั้งขึ้นตรงศูนย์กลางของตัวถัง อาหารจะถูกป้อนเข้าตรงฐานด้านล่างสุดของตัวถังและเกลียว และเมื่อเกลียวหมุนจะทำการตักอาหารขึ้นสู่ส่วนบนสุดของถังแล้วเหวี่ยงออก ซึ่งจะเป็นจังหวะที่อาหารกระจายออกผสมปนเปกัน และเมื่ออาหารตกสู่เบื้องล่างของถังซึ่งมีลักษณะปลายสอบเข้าหาส่วนศูนย์กลาง ฐาน อาหารจะไหลกลับไปเข้าช่องที่เกลียวตักขึ้นสู่ด้านบนสุดของถังใหม่ แล้วเหวี่ยงกระจายออกไปตามเดิม ในเวลาเดียวกันอาจมีอาหารบางส่วนลื่นไหลลงสู่เบื้องล่างในขณะที่เกลียวตักอาหารขึ้นด้านบน เพราะยังมีช่องว่างระหว่างตัวเกลียวและปลอกหุ้มเกลียวอยู่ ซึ่งช่องนี้ถ้าห่างเกินไปไม่ดี ลักษณะการทำงานแบบนี้เป็นการต้านแรงโน้มถ่วงของโลก วัตถุที่เบาจะถูกเหวี่ยงออกไปไกลติดข้างถัง ส่วนวัตถุที่หนักจะตกอยู่ใกล้ๆ ศูนย์กลางและยอมตกลงถึงฐานล่างสุดของเกลียวก่อนพวกที่อยู่รอบๆ ข้างถัง จึงทำให้อาหารแยกตัวเป็นชั้นๆ บริเวณใกล้กับฐานของถังผสม

(Pfost, 1976) กล่าว ตัวเกลียวสามารถจะตักอาหารได้เพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นขึ้นไป เหวี่ยงออกด้านบนสุดคือ เพียง 35-40% เมื่อเทียบกับเครื่องผสมแบบนอนในเวลา 1 นาที โดยที่จำนวนรอบของการหมุนของเกลียวเท่ากัน น้ำหนักอาหารที่บรรจุเท่ากัน แต่อาหารทั้งหมดไม่ได้ถูกเหวี่ยงขึ้นไปพร้อมๆ กัน ทีเดียว ดังนั้นตัวปัญหาของเครื่องผสมแบบนี้ คือ ขนาดของวัตถุดิบ ความหนาแน่นของวัตถุดิบ (Bulk density) ความถี่ของตัววัตถุดิบ (ขึ้นอยู่กับความถี่ของวัตถุดิบเอง) ความเร็วของเกลียวที่หมุน องศาที่ลาดเทของถัง

2.1.1 เกลียวเดี่ยวแบบตั้งขนาดจุ 2 ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 เกลียวเดี่ยวแบบตั้งขนาดจุ 4 ตัน

2.1.3 เครื่องผสมแบบตั้งเกลียวคู่

2.2 เครื่องผสมแบบนอน (Horizontal Mixers)

ลักษณะของตัวกวนมีหลายแบบ เป็นแบบแถบเหล็กแบนๆ ขอเรียกว่าเส้นแถบ (Ribbon wear-type) แบบใบพาย (Paddle wear-type) และแบบตัวถังหมุนได้ (rotating drum)

หลักการทำงานของเครื่องผสมแบบนอน

เป็นการคังอาหารให้มีการเคลื่อนไหวแบบหมุนเวียนในแนวนอน เกลียวผสมอาหารมีลักษณะเป็นเส้นแถบเหล็กขดเป็นเกลียวใหญ่ ในกรณีที่เป็นเส้นแถบเหล็กคู่ (double ribbon mixer) การกวนอาหารของเส้นแถบเหล็กแต่ละเส้นจะคังอาหารให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน โดยที่แถบเหล็กทั้ง 2 ชุด จะยึดติดกับแกนกลางอันเดียวกันในลักษณะที่ซ้อนกันอยู่ เมื่อแกนกลางหมุนจึงเกิดแนวของทิศทางการเคลื่อนของอาหาร

3. การตรวจสอบมาตรฐานของเครื่องผสมอาหาร

เครื่องผสมอาหารเมื่อใช้นานๆ อาจมีปัญหาเรื่องความสึกของเกลียวและท่อหุ้มเกลียวในกรณีของเครื่องผสมแนวตั้ง ความสึกของใบพาย ของแถบเหล็ก ฯลฯ ที่ใช้ในการกวนอาหารให้ผสมเข้ากันดี แล้วแต่ชนิดของถังผสมอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อาหารไม่กระจายตัวหรือกระจายตัวน้อยเมื่อมีการผสม นอกจากนี้ ระยะเวลาในการเดินเครื่อง คุณสมบัติของวัตถุดิบเอง ล้วนแต่เป็นสาเหตุทำให้การผสมของอาหารไม่สม่ำเสมอได้ จึงต้องมีการตรวจเช็คความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของอาหารบ่อยๆ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง ด้วยการนำอาหารที่ผสมมาตรวจสอบหาความสม่ำเสมอ แล้วประเมินค่าออกมาในรูปของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ที่ยอมรับกันมาช้านานจนถึงปัจจุบันคือ ไม่เกิน 10% หากเกิน 10% ถือว่าเครื่องผสมนั้นจะต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขใหม่ การตรวจสอบเครื่องผสมอาหารนี้ควรกระทำสม่ำเสมออย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง แต่สำหรับโรงงานผสมอาหารที่เดินเครื่องตลอด 24 ชั่วโมง ติดต่อกันทุกวัน ควรเช็คเดือนละ 1 ครั้ง

ชนิดของ marker / Semiautomatic (batch) weighing system

แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. กลุ่ม marker ที่เติมลงไปแล้วสามารถแยกออกจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ชัดเจนและง่าย มีขนาดใหญ่มองเห็นได้ชัด ไม่ถูกทำลายขณะผสมอาหาร เช่น เมล็ดธัญพืช เม็ดพลาสติก graphite เคลือบสี ผงเหล็กทาสี

2. Semiautomatic (batch) weighing system (ระบบกึ่งอัตโนมัติ) จะมีเครื่องจักรประกอบมากขึ้นกว่าระบบแรก วัตถุดิบจากถังเก็บจะถูกส่งเข้าสู่ตัวป้อนอาหารแล้วเข้าสู่รางลากต่อไปยังกะพ้อชั่ง (scale hopper) ที่วางอยู่เหนือเครื่องผสม อาหารจะถูกปล่อยเข้าสู่เครื่องผสมพร้อมๆ กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่จะยกเว้นค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พวก sack ingredients ส่วน premix แยกซึ่งต่างหากแล้วผสมเข้าไปทุกอย่างใช้ป้อนสวิชควบคุมการทำงานในขณะที่เครื่องกำลังผสมอาหาร สามารถกดปุ่มให้มีการชั่งอาหารไว้ก่อนรอการผสมชุดต่อไปได้

การเติมวัตถุดิบอาหารสัตว์เหลวลงในอาหารผสม

ประทีป ราชแพทยาคม , สุภาพร อัสริโยดม (2522 : 215-218) การเติมวัตถุดิบเหลวลงในอาหารผสมในปัจจุบันมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากระบบของอุปกรณ์ในการเติมดีขึ้น เพราะการผสมอาหารในรูปของเหลวจะผสมได้ทั่วถึงกว่าเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่า ในปัจจุบันนอกจากไขมันและหางน้ำตาลแล้ว ยังมีการใช้วัตถุดิบอื่นๆ ในรูปของเหลวอีก เช่น สารให้กลิ่น ไบโตามีน กรดอะมิโน เอนไซม์ และสารกันหืน แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นจะต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสม คุณภาพทั้งของตัววัตถุดิบที่จะเติม อาหารที่ผสมเสร็จแล้วและค่าใช้จ่าย รวมทั้งวิธีการป้องกัน การเก็บรักษา และสภาพแวดล้อม

คุณสมบัติของวัตถุดิบเหลวที่จะเติม (จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้)

1. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ของเหลวที่เป็นกรดหรือด่างมากๆ ต้องระวังเป็นพิเศษ และควรมีอุปกรณ์เฉพาะที่ทนต่อการสึกกร่อน อาจใช้ท่อหรือปั๊ม และถังเก็บที่ทำด้วยโลหะหรือวัสดุเฉพาะ รวมทั้งเสื้อ ถุงมือ สำหรับเจ้าหน้าที่สวมป้องกันตัวเองด้วย ถังเก็บของเหลวที่หนักมากควรต้องออกแบบให้เหมาะสม ของเหลวที่ไหลเร็วจะเพิ่มความสึกกร่อนแม้กรดอ่อนก็ทำให้สึกกร่อนได้

2. ค่าความหนืด (Viscosity) ค่อนข้างแปรปรวน มีผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อความสามารถในการทำงานของปั๊ม ลดความแม่นยำของเครื่องวัด ทำให้มีอากาศในปั๊ม ลดอัตราการดูดซึมของอาหารผสมแห้ง มีผลกระทบต่อการกระจายตัวหรือการจับตัวเป็นก้อนของอาหารผสมที่เป็นผง

3. ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) โดยปกติการใช้หางน้ำตาลจะต้องวัดการไหลโดยวัดในรูปของปริมาตรและการชั่งน้ำหนักต่อปริมาตร เพื่อควบคุมการผสมในอาหาร ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะนั้นวัดโดยใช้ Hydrometer หรือวิธีง่ายๆ คือ ปล่อยให้หางน้ำตาลไหลผ่านลิ้นที่เป็นจุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งมีเครื่องวัดปริมาตรอยู่ พร้อมทั้งจับเวลาชั่งน้ำหนักหางน้ำตาลที่ตวงมาได้

4. จุดเยือกแข็ง (Freezing point) การเก็บและอุปกรณ์ที่จะใช้สำหรับของเหลวควรมีเครื่องให้ความร้อนด้วย วัตถุดิบเหลวบางอย่าง เช่น ไขมันสัตว์ ถังเก็บและท่อนำไขมันสัตว์ควรมีท่อ

น้ำร้อนผ่าน หรือเป็นแถบไฟฟ้าที่ให้ความร้อน เดินตามท่อไขมัน พร้อมมีฉนวนหุ้มหรืออาจใช้ไอน้ำแทน แต่ต้องระวังในแง่ของการทำให้ไขมันหืน และท่อไขมันแตก

5. ของเหลวที่เป็นพิษหรือเสี่ยงต่อชีวิต ของเหลวที่เป็นพิษบางชนิดเสี่ยงต่อชีวิตของพนักงานและสภาวะแวดล้อม จึงต้องการการจัดการเป็นพิเศษ ทั้งอุปกรณ์ วิธีการ และถังเก็บ รวมทั้งอุปกรณ์ป้องกันคนที่จะไปสัมผัสกับสารนั้นๆ และการทำความสะอาดต้องระมัดระวัง ทั้งพนักงานและสภาวะแวดล้อม ตาม พ.ร.บ. คุ้มครองสวัสดิภาพของการทำงานและ

6. การสูญเสียน้ำ การออกแบบติดตั้งถังเก็บ ต้องระมัดระวังเกี่ยวกับอุณหภูมิและการระเหยของน้ำ เพราะอาจทำให้คุณสมบัติทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ของวัตถุดิบอาหารสัตว์เหลวเปลี่ยนแปลงได้

7. คุณสมบัติอื่นๆ

Thixotropic การเก็บของเหลวบางชนิด ถ้าไม่มีการกวน จะแยกตัวเป็นชั้นไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ

Exothermic ของเหลวบางชนิดเมื่อผสมกับสารอื่นจะเกิดความร้อนขึ้น ทำให้โลหะถูกทำลาย

Suspended Solid ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ อาจไปเกาะพอกพูนตามอุปกรณ์และตัวถังที่ใช้เก็บของเหลว จนมากพอที่จะทำให้เกิดการกัดกร่อนเครื่องใช้ต่างๆ ได้ ต้องหมั่นกวนบ่อยๆ ให้ของแข็งอยู่ในสภาพของสารแขวนลอย อย่าให้มีโอกาสแยกตัวไปเกาะตามผนังหรืออุปกรณ์อื่นๆ

Mixability ความสามารถในการผสมของเหลวบางชนิดผสมได้ไม่สม่ำเสมอและมี การแยกตัวเมื่อเก็บไว้

เกิดสารชีวภาพขึ้น ของเหลวที่เจอแสงหรือมีโอกาสสัมผัสกับอากาศ จะเกิดการเจริญของเชื้อราและจุลินทรีย์

เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆ ปฏิกิริยาทางเคมีอาจเกิดขึ้นได้ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาวะสิ่งแวดล้อมในขณะที่อยู่ในช่วงพักอยู่ในถัง ซึ่งเป็นผลทำให้คุณภาพเปลี่ยนไป เช่น ไขมันที่เก็บในสภาพที่มีโอกาสสัมผัสกับน้ำ หรือธาตุทองแดง หรือสารผสมทองแดง จะถูก oxidize จนมีกลิ่นหืน

การผสมระหว่างของเหลวกับอาหารผง

การใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์เหลวต้องคำนึงถึงการรับตัวอย่างอาหาร การเก็บรักษาและการนำไปผสมอาหารเป็นพิเศษ ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงการผสมระหว่างของเหลวกับอาหารผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปล่อยไของเหลวไปตามท่อ แล้วเข้าสู่ถังผสมอาหารรวมตัวกับอาหารผงวิธีการนี้การผสมจะไม่ทั่วถึง ควรมีการเตรียมวัตถุดิบให้มีการกระจายตัวก่อนที่จะนำไปผสมหากมีลักษณะหนืด ควรอุ่นให้ร้อน ในถังเก็บก่อนการผสม

โดยทั่วไป จุดที่ของเหลวจะสัมผัสกับอาหารผง จะต้องมีการกวนหรือมีการเคลื่อนไหวของอาหารผงอย่างสม่ำเสมอมากที่สุด เครื่องผสมแนวนอนจะอยู่ในสภาพที่กล่าวมามากที่สุดแต่เครื่องผสมแต่ละเครื่องจะต้องหาจุดที่มีการกระจายตัวของอาหารผงมากที่สุด เพื่อให้ผสมเข้ากันได้ดี และหาวิธีที่เหมาะสมในการกระจายของเหลวเข้าเครื่องผสม จะมีวิธีการเติมลงในเครื่องผสมที่หมุนช้า หมุนเร็ว

ถ้าอาหารผงประกอบด้วยพวกที่แตกหักง่าย เช่น ธัญเมล็ดที่ผิวขรุขระ การผสมต้องไม่รุนแรง ควรระมัดระวังให้อยู่ในลักษณะเดิมให้มากที่สุด จะต้องใช้เวลาในการผสมนานขึ้นเพื่อให้เกิดการกระจายตัวเข้าหากันอย่างทั่วถึง

ถ้าหากต้องการผสมของเหลวจำนวนมากลงไปในการผสมผง จะต้องมีการอบให้แห้งหลังผสม เพื่อจะสามารถเก็บไว้ได้นานๆ

การผสมหางน้ำตาลหรือวัตถุดิบที่มีความหนืดสูง

หางน้ำตาลจัดเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตของสัตว์ โดยทั่วไปจะใช้ไม่เกิน 15% ในสูตรอาหาร เพราะผสมและดูแลยาก และยังมีคุณสมบัติเป็นยาระบาย โดยเฉพาะในสุกรหากเกิน 15% จะท้องร่วง ข้อดีของหางน้ำตาล คือ เพิ่มความน่ากิน ทำให้จุลินทรีย์ใน rumen ทำงานได้ดียิ่งขึ้น ลดความเป็นฝุ่นของอาหาร เป็นตัวเชื่อมให้อาหารเกาะกัน เป็นแหล่งให้พลังงาน และ UGF (Unidentified growth factor)

Curtin, 1976 ได้จำแนกหางน้ำตาลไว้หลายชนิด

1. หางน้ำตาลอ้อย (Cane molasses) มีสีน้ำตาลเข้ม (สีน้ำตาลไหม้) มีลักษณะข้นเหนียว ความหนาแน่นเมื่อเทียบกับน้ำไม่น้อยกว่า 79.5° Brix
2. Refiners molasses เป็นหางน้ำตาลที่เป็นส่วนเหลือหลังจากการนำน้ำตาลดิบมาทำให้สะอาด เมื่อเอาน้ำตาลออกไปแล้วจะเหลือของเหลวสีน้ำตาล มีความหนาแน่น 79.5° Brix เช่นกัน
3. Beet molasses เป็นหางน้ำตาลจากโรงงานทำน้ำตาลบีท แต่เดิมใช้เป็นแหล่งผลิต yeast, citric acid ยาปฏิชีวนะ และผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการหมักอื่นๆ
4. Corn sugar molasses เป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียงของโรงงานทำน้ำตาล dextrose โดยการ Hydrolyze แป้งข้าวโพดให้เป็นน้ำตาล โดยกรดหรือเอนไซม์ ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 78.0° Brix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Citrus molasses ผลิตจากเปลือกหรือผิวของพวก citrus ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 71.0°

Brix

6. Wood molasses (Hemicellulose extract) เป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียงของการทำ hard board มีทั้งน้ำตาล pentose และ hexose และมีคาร์โบไฮเดรตประกอบทั้งหมดไม่น้อยกว่า 55% มีของแข็งประกอบอยู่ไม่น้อยกว่า 65% การขายไม่ได้ขายเป็น Brix

7. Grain sorghum molasses เป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียงจากการนำน้ำตาล dextrose จากแป้งข้าวฟ่าง milo โดยถูกไฮโดรไลส์ด้วยกรดหรือเอนไซม์ ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 78° Brix

การอัดอาหารเม็ด (PELLETING)

การผลิตอาหารเม็ดหรือตามที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า “การอัดเม็ด” ได้พัฒนาการมาจากการเลี้ยงสัตว์แบบดั้งเดิม ซึ่งใช้เมล็ดพืชต่างๆ ผ่านขบวนการแปรรูปบ้าง หรือไม่แปรรูปบ้าง มีความแห้ง ความสด ตามที่สามารถจัดหาได้โดยทั่วไป จากการเลี้ยงสัตว์แบบนี้พบว่าสัตว์เลือกกินเมล็ดพืชแต่ละชนิดไม่เท่ากันและเลือกกินเป็นบางชนิดเป็นผลให้สัตว์ได้รับคุณค่าอาหารไม่ครบถ้วนตามหลักโภชนาการเพื่อป้องกันการเลือกกินเฉพาะเมล็ดพืชหรือส่วนผสมบางอย่างจึงมีการบดวัตถุดิบต่างๆ ให้ละเอียด แล้วคลุกเคล้ากันก่อนนำไปเลี้ยงสัตว์ อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีปัญหาบางประเภทอยู่ คือ

1. มีฝุ่นละเอียดปลิวไปกับลมได้ง่าย ทำให้สิ้นเปลือง, สภาวะรอบๆ โรงเรือนสกปรกหมักหมม เกิดค่าใช้จ่ายในการป้องกันโรค
2. สัตว์กินอาหารไม่หมดตามที่คาดหวัง บางส่วนปนเปื้อนไปกับดินง่าย ถาดอาหารมีอาหารตกค้างอยู่มาก ไก่กินได้ไม่หมด และหมักหมม
3. ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตยังสูง ส่วนหนึ่งเกิดเพราะการสูญเสียข้างต้น ต่อมาจึงมีแนวความคิดที่จะแก้ไขและป้องกันการสูญเสียประโยชน์ดังกล่าว จึงมีการพัฒนาแปรรูปอาหารให้เป็นเม็ด ทั้งแบบอัดแห้ง จนมาถึงการใช้ไอน้ำซึ่งใช้กันแพร่หลาย ปัจจุบันให้ความสำคัญในการพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์การอัดเม็ดเป็นอย่างมาก

คุณประโยชน์ในการอัดเม็ด

1. เพิ่มความหนาแน่น (BULK DENSITY) มากขึ้นจากอาหารผง, 40-100%

1.1 ต้องการพื้นที่ และภาชนะกักเก็บขนาดเล็กลงและจำนวนลดลงตามส่วน

1.2 ประหยัดค่าใช้จ่ายเพื่อการเก็บรักษา

1.3 การไหลตัวในท่อลำเลียงสะดวก รวดเร็ว มีความสม่ำเสมอและตกค้างในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

2. อาหารเม็ดมีขนาด และรูปร่างสม่ำเสมอ

2.1 สัตว์ได้รับคุณค่าอาหารครบถ้วน เพราะต้องกินรวมทั้งเม็ด

2.2 ป้องกันการสูญเสียและการแยกตัวของสารผสมที่สำคัญในขั้นตอนการลำเลียงขนส่ง ชั่ง ตวง ก่อนใช้เลี้ยงสัตว์

2.3 ลดการสูญเสียปลิวไปตามลม

3. การอัดเม็ด มีการใช้ไอน้ำผสมโดยตรง และกดอัดผ่านตาย (DIE) เกิดความร้อนสูงทำให้อาหารมีประสิทธิภาพต่อการเลี้ยงสัตว์

3.1 ทำลายแบคทีเรียหลายชนิด โดยเฉพาะซาโมเนลล่าที่ทำให้สัตว์ท้องเสีย

3.2 เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ทำให้สัตว์ย่อยสลายและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้รวดเร็ว ซึ่งในผลผลิตเท่ากันแล้วปริมาณการเลี้ยงด้วยอาหารผงอาจมากกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดถึง 10%

เครื่องอัดเม็ด

เครื่องอัดเม็ดมีหลายขนาด ที่นิยมใช้ในการผลิตอาหารสัตว์มีขนาดตั้งแต่ 20-700 แรงม้าพอจัดได้เป็น 2 แบบ ตามลักษณะการขับเคลื่อน คือ

1. แบบขับเคลื่อนด้วยสายพาน โดยส่งกำลังจากมอเตอร์ ลดความเร็วรอบโดยพูลเลย์ขนาดใหญ่ มีชิ้นส่วนเคลื่อนไหวน้อยชิ้นแต่มีขนาดใหญ่ ใช้พื้นที่มาก และสายพานขับมีโอกาสสั่นไพลได้

2. แบบขับเคลื่อนด้วยเฟือง โดยส่งกำลังจากมอเตอร์ ลดความเร็วรอบด้วยเฟืองทด ใช้พื้นที่ในการติดตั้งใช้งานน้อย สามารถปรับปรุงวิธีการติดตั้งตายและมอเตอร์ได้สะดวก รวดเร็ว

การพิจารณาเลือกใช้เครื่องอัดเม็ดที่เหมาะสม ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายประการได้แก่ ชนิดอาหารสัตว์ที่ผลิต, อัตราการผลิตที่ต้องการ, พื้นที่วางที่มีอยู่, ค่าใช้จ่ายดำเนินการ, ค่าใช้จ่ายการผลิต, อายุการใช้งาน, ค่าบำรุงรักษา เป็นต้น

ส่วนประกอบของเครื่องอัดเม็ด

1. ฟีดเดอร์ (Feeder)

ฟีดเดอร์มีลักษณะเป็นใบสกรู หรือเป็นใบตี หรือเป็นสกรูเรียว หรือมีระยะพิทช์ไม่สม่ำเสมอ ความโต และความเร็วสัมพันธ์กับอัตราการไหลของอาหารที่สม่ำเสมอสอดคล้องกับอัตราการอัดเม็ด ความเร็วรอบสามารถปรับเปลี่ยนและควบคุมได้ทั้งแบบกลไก หรือทางไฟฟ้า ซึ่ง

สั่งงานโดยพนักงานคุมเครื่องหรือโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ก็ได้ ตามปกติไม่ควรหมุนต่ำกว่า 100 รอบ/นาที

2. ท่อผสมไอน้ำ (Conditioner หรือ (Steam mixer)

เป็นอุปกรณ์ที่มีการฉีดไอน้ำ และของเหลวซึ่งมักเป็นโมลาสเข้าคลุกเคล้ากับอาหารที่แห้ง และมีอุณหภูมิต่ำในสภาพทั่วไป ภายในลักษณะเป็นใบคี่ สามารถปรับเปลี่ยนมุมของใบคี่เพื่อควบคุมระดับอาหารอาหารในท่อให้เหมาะสมไม่ลื่นปลิงไอน้ำ ไม่เกิดการลื่นไถลของสายพานจับ, มีความยาวเพียงพอให้อาหาร มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงระดับที่ต้องการได้อย่างสม่ำเสมอ ความเร็วรอบคงที่และไม่จำเป็นต้องสูงมากจะเกิดการสึกหรอรวดเร็วเกินไป โดยทั่วไปจะทำด้วยสแตนเลสเพื่อป้องกันการกัดกร่อน

การฉีดไอน้ำเข้าไปในท่อผสมไอน้ำ จะมีอุปกรณ์ลดและควบคุมความดันไอน้ำให้สม่ำเสมอ เนื่องจากหม้อไอน้ำจะจ่ายไอน้ำที่ความดันไม่คงที่ตามสภาวะที่เป็นไปในหม้อไอน้ำ และอุณหภูมิของไอน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามความดันไอน้ำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของไอน้ำแห้งและอิ่มตัว (Dry-saturated Steam) ไอน้ำจากหม้อไอน้ำถูกจ่ายไปตามท่อ จะมีอุณหภูมิลดต่ำลงและความแน่นเป็นหยดน้ำสะสมรวมตัวกันไหลไปตามกระแสไอน้ำเรียกว่า คอนเดนเสท (Condensate) ทำให้คุณภาพไอน้ำลดต่ำลงจึงมีการติดตั้งอุปกรณ์ตัดน้ำ แยกและระบายคอนเดนเสทออกจากไอน้ำก่อนถึงตำแหน่ง ฉีดเข้าไปที่ท่อผสมไอน้ำซึ่งมีลิ้นควบคุม การจ่ายไอน้ำโดยกลไก หรือโดยระบบไฟฟ้าก็ได้

3. โรลเลอร์ (Roller)

โรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ที่สร้างแรงอัดอาหารให้ผ่านรูตายอัดเม็ด เครื่องอัดเม็ด โดยทั่วไปจะใช้โรลเลอร์จำนวน 2 ลูก โรลเลอร์ต้องมีคุณสมบัติสำคัญ 2 ประการคือ

1. มีความแข็งแรง ทนทานต่อแรงกดได้ดี ไม่บิ่น แตก หรือหลุดร่อนขณะใช้งาน
2. สร้างความฝืดระหว่างเสียดสีกับอาหารได้สูงสุด ไม่เกิดการลื่นไถล (Slip) ระหว่างอัด

เม็ด เพราะจะทำให้อาหารลื่นตาย

โรลเลอร์ แบ่งได้เป็น 3 ชนิด โดยพิจารณาเปลือก (Shell) เป็นหลัก คือ

1. แบบผิวทั้งสแตน คาร์ไบด์ ผิวจะไม่ราบเรียบเนื่องจากมีโครงสร้างที่ผิวเป็นทั้งสแตนคาร์ไบด์ จากการเชื่อมพอกผิว มีความทนทานต่อการเสียดสีและป้องกันการลื่นไถลดีที่สุด
2. แบบผิวเป็นร่องตรง (Corrugated Roll shell) ลักษณะหน้าตัดคล้ายเฟืองตรงปลายร่องทั้งสองข้างมีทั้งแบบปลายเปิดและปลายปิด ระหว่างอัดเม็ดอาหารส่วนหนึ่งจะไหลออกทางด้านข้างของร่องมิให้อาหารไหม้อุดตันตาย แต่เกิดการลื่นไถลง่ายและการอัดเม็ดจะช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบผิวเป็นรู (Dimpled Roll shell) จะมีรูที่ผิวโดยรอบเจาะลึกลงไปตามระดับของการสึกหรอเมื่อใช้งานแล้ว ขณะอัดเม็ดจะมีอาหารไหลอุดตันที่รูของโรลเลอร์ช่วยสร้างความฝืดได้ดี มีการสิ้นเปลืองน้อย การอัดเม็ดและการสึกหรอของหน้าคายน้อย

4. คายอัดเม็ด (Pellet Dies)

ขนาดของรูคายนจะเป็นตัวกำหนดขนาดเม็ดอาหาร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารสัตว์ประเภทต่างๆ ที่ใช้กันแพร่หลายได้แก่ ขนาด 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มม. ความหนาของคายนี้อาจมีผลต่อคุณภาพและอัตราการอัดเม็ดตามชนิดของอาหารสัตว์ ซึ่งโดยทั่วไปคายนานำให้คุณภาพเม็ดดีกว่าคายนาง แต่อัตราการอัดเม็ดต่ำกว่าและใช้พลังงานมากกว่า

อาหารที่มีเมล็ดพืชพวกแป้งปริมาณมากจะเหมาะกับคายนาน ส่วนอาหารที่มีวัตถุดิบที่อัดเม็ดยาก เช่นมี ไฟเบอร์, ยูเรียสูง จะอัดได้ดีด้วยคายนาง

คายนที่มีความหนารวมมากกว่าความหนาใช้งาน เพื่อช่วยให้เกิดความแข็งแรงต่อการกดอัดไม่แตกง่าย ความหนาที่เพิ่มขึ้นจากความหนาใช้งานเป็นความสึกของแกนเดอรับอร์

การอัดเม็ด เริ่มจากอาหารผงถูกกดอัดลึกลงไปตามแนวรูคายนสัมพันธ์กับอัตราการป้อนของฟีดเดอร์ การอัดแน่นเกิดจากแรงเสียดทานภายในรูคายนมีความร้อนสูงขึ้นแล้วผ่านออกไปด้านตรงข้ามของรูคายน ในแต่ละรอบของการหมุนของคายนอาหารก็จะถูกอัดออกไปข้างขึ้น จึงถูกตัดด้วยใบมีดเพื่อควบคุมความยาวในระดับที่ต้องการ โดยการตั้งใบมีดชิดคายนก็จะได้อาหารเม็ดสั้นสม่ำเสมอ หากใบมีดห่างคายนมากขึ้นความยาวเม็ดอาหารจะมีความยาวมากขึ้นและไม่สม่ำเสมอ

สัดส่วนการอัดของรูคายน หรือ Compression ratio = D/d หากมีค่ามากยิ่งต้องใช้แรงอัดมากขึ้น โดยทั่วไปมีค่าประมาณ 1.56 ถึง 1 ค่านี้มีความสำคัญมากสำหรับคายนิกาย (Cube die) เพราะความหนาของคายนจำกัด แต่อาหารคายนิกายมีขนาดโตกว่าเม็ดอาหารทั่วไป จึงต้องการแรงอัดมากเพื่อให้เกาะกันเป็นเม็ด จึงเพิ่มสัดส่วนนี้แทนการเพิ่มความหนาคายน

สัดส่วนประสิทธิภาพหรือ Performance ratio = L/d หากมีค่ามาก ความคงทนของเม็ดอาหารจะดีขึ้น หากมากเกินไปก็จะมีผลต่อการอัดเม็ดไม่ได้สัดส่วนนี้จะใช้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของความหนาคายน, อัตราการอัดเม็ดและคุณภาพเม็ดที่ได้รับ

วัสดุที่ใช้ทำคายนทั่วไปมี 2 ชนิด คือชนิดเหล็กคาร์บอนทนทานต่อการเสียดสีและโลหะผสมของโครเมียมหรือเรียกว่า High Chrome ซึ่งนิยมในปัจจุบันทนทานต่อการเสียดสีและการกัดกร่อนได้ดี

5. หัวอัดเม็ด (Pelleting Chamber)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวอัดเม็ดเป็นส่วนสำคัญที่แปรสภาพจากอาหารผงเป็นเม็ดทรงกระบอกขณะที่คายหมุนไป แรงเสียดทานจะพาอาหารเข้าไปอยู่ในบริเวณที่ถูกแรงกระทำตามภาพที่ 5 โดยแบ่งออกเป็นสองพื้นที่ได้แก่

1. พื้นที่กดอัด (Compression Area) โดยเป็นบริเวณที่อาหารเริ่มถูกคายพาเข้าไปยังโรลเลอร์แล้วถูกกดอัดให้มีปริมาตรเล็กลง
2. พื้นที่กดรีด (Extrusion Area) เป็นบริเวณที่ต่อเนื่องจากการกดอัดโดยเมื่ออาหารมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจนสูงสุด แล้วจึงเริ่มถูกกดรีดเข้าไปตามรูคายอัดเม็ด ออกไปสู่ผิววนนอกของคาย

พิจารณาแรงกระทำที่เกี่ยวข้องระหว่างการอัดเม็ดบริเวณลิ้นอาหารตามภาพที่ 6

1. แรงปฏิกิริยาจากโรลเลอร์ (Roll force) เป็นแรงต้านจากโรลเลอร์บังคับให้เกิดแรงกดอัดและกดรีด ขณะคายหมุนไปรอบแกนเพลลา
2. แรงปฏิกิริยาจากคาย (Radial force) เป็นแรงต้านทานและความฝืดขณะที่อาหารถูกกดรีดเข้าไปในรูคาย
3. แรงตามผิวหน้าคาย (Tangential force) เป็นแรงจากความฝืดที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงปฏิกิริยาจากโรลเลอร์กดอัด โดยเป็นไปตามคุณสมบัติของอาหารแต่ละชนิด

เครื่องขบอาหาร (Crumbler)

อาหารอัดเม็ดทั่วไปขนาดทรงกระบอก 4 มม. มีขนาดใหญ่เกินไปสำหรับลูกไก่จึงต้องแปรสภาพให้เป็นเกร็ดหยาบ โดยฟุ้งผงไม่มากเกินไป จึงย่อมต้องการอาหารเม็ดที่มีคุณภาพเม็ดดี และผ่านการเย็นตัวอย่างสม่ำเสมอแล้ว ก่อนป้อนเข้าสู่เครื่องขบอาหาร

ภาพที่ 7 แสดงหน้าตัดของโรลเลอร์แบบลาปาง 2 ลูก หมุนรอบตัวมีความเร็วรอบแตกต่างกัน ลูกที่หมุนเร็วกว่าจะเนียนอาหารเม็ดทางกระบอกให้แตกเป็นชิ้นเล็กๆ การตั้งระยะห่างระหว่างโรลเลอร์ขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดอาหาร และขนาดเกร็ดที่ต้องการ ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการผลิต

การตั้งระยะห่างระหว่างโรลเลอร์เพื่อให้อัตราการผลิตดีที่สุดคือ $\frac{2}{3}$ ของเส้นผ่าศูนย์กลางเม็ดอาหาร คือประมาณ 2.5-3 มม. โดยป้อนอาหารสู่เครื่องขบให้กระจายตามความยาวของโรลเลอร์ช่วยให้การสึกหรอของโรลเลอร์สม่ำเสมอและลดฝุ่นจากการเสียดสีน้อยลง เม็ดอาหารขนาดโตกว่าจะไหลตัวได้ช้าและถูกเสียดสีมากกว่า ร่องฟันที่ผิวของโรลเลอร์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบลาปาง (Lepage Cut) คือ กัดร่องตามแนวยาวของโรลเลอร์
2. แบบทวินซิตี (Twin-city Cut) คือ กลึงเป็นร่องตามแนวเส้นรอบวงของโรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความนิยมใช้งานโดยทั่วไปมีการใช้ลูกที่หมุนเร็วเป็นแบบลาปางเพื่อเป็นตัวป้อนส่วนลูกเข้าเป็นแบบทวินซี้ด หรือใช้แบบทวินซี้ดทั้ง 2 ลูก หรือใช้แบบลาปางทั้ง 2 ลูก ทั้งนี้ให้เหมาะสมกับชนิดอาหารที่ผลิต

โรลเลอร์ของเครื่องขบประกอบอยู่ภายในผนังเหล็กมีสกรูปรับควบคุมระยะห่างของโรลเลอร์ให้ขนานกัน โรลเลอร์ลูกหนึ่งจะมีสปริงแข็งรองรับเพื่อสามารถขยับแยกออกเมื่อมีวัสดุขนาดใหญ่ แข็งแรง หล่นลงไปป้องกันความเสียหายแก่รื่องฟันและดัลบลูกป็น ในกรณีที่ต้องการอาหารเป็นเม็ด ก็สับลิ้นเปลี่ยนทิศทางการไหลไม่ให้อาหารไหลผ่าน โรลเลอร์ได้

ระบบขนถ่าย (Conveyors)

ระบบขนถ่ายในขั้นตอนการผลิต มีไว้เพื่อลำเลียงเม็ดอาหารที่ผ่านคูลเลอร์และเครื่องขบแล้วกระพือเป็นระบบขนถ่ายแนวตั้งโดยลำเลียงอาหารจากชั้นล่างขึ้นสู่ชั้นบนของอาคารเครื่องจักรสายพานและโซ่ลำเลียง เป็นระบบลำเลียงในแนวราบหรือเฉียงเล็กน้อย โดยติดตั้งตามชั้นอาคารเครื่องจักร และอาจใช้ประกอบกันหลายชุด

การใช้ระบบขนถ่ายมากขึ้น และให้อาหารมีการเสียดสีมากและรวดเร็วเพียงใดก็จะเพิ่มฝุ่นในอาหารมากขึ้นเพียงนั้น

อุปกรณ์ทำความสะอาดในระบบขนถ่าย (Self Cleaning Equipments) ช่วยลดการปนเปื้อนเมื่อมีการเปลี่ยนสูตรอาหาร ที่ฐานกระพือใช้การอัดลมให้อาหารฟุ้งกระจายภายใน, ที่สายพานลำเลียงใช้แปรงปัดฝุ่นที่ติดสายพานออก ส่วนการเสริมแผ่นกันสีกที่ปักโซ่ทุกๆ 2 เมตร ช่วยกวาดภายในรางโซ่ลำเลียงได้สะอาดยิ่งขึ้น

ตะแกรงร่อน (Pellet Sieve)

ตะแกรงร่อนใช้ควบคุมปริมาณอาหารมิให้เกินกว่ามาตรฐาน และป้องกันขนาดอาหารที่โตกว่ามาตรฐาน โดยย้อนกลับส่วนที่ไม่ต้องการนี้ไปทำการอัดเม็ดใหม่ กรณีที่เป็นเม็ดหยาบของอาหารเกรด ก็ย้อนกลับไปที่คูลเลอร์

โดยทั่วไปจะใช้ตะแกรงเพียง 2 ชั้น การออกแบบตะแกรงร่อนแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

- 1.แบบสั่นสะเทือน (Vibrating type) โดยใช้ความถี่สูงขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์มีลูกเบี้ยวในตัว (Vibro motor) เม็ดอาหารจะไหลลงไปตามความลาดตะแกรงเป็นแนวตรง
2. แบบเขย่า (Oscillating Type) เม็ดอาหารจะหมุนกลิ้งในลักษณะของวงกลมเล็กๆ ไหลลงตามความลาดตะแกรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของตะแกรงที่สอดคล้องกับ ขนาดเม็ด, ขนาดเกร็ด และประเภทเครื่องร่อนมีการ กำหนดมาตรฐานการเรียกนอกเหนือจากวัสดุที่ใช้ทำดังนี้

1. ช่องเปิด (Opening Size) เรียกตามความกว้างของช่อง หรือตามเส้นผ่าศูนย์กลางรู ตะแกรง หรือรูแบบยาว (Siot) ตะแกรงที่ดีจะมีช่องเปิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูง (High opening area)
2. ขนาดเส้นลวด (Wire Diameter) เฉพาะกรณีเป็นตะแกรงลวดถักรูปสี่เหลี่ยม ต้องระบุ ขนาดและชนิดของเส้นลวด
3. ขนาดเมช (Mesh Size) เป็นการบอกให้รู้ว่าเมื่อลากเส้นตรงยาว 1” ตามแนวตะแกรงจะ ผ่านช่องเปิดกี่ช่องหรือผ่านรูกี่รู เช่น ขนาด 60 เมช หมายถึงระยะ 1” จะมี 60 ช่องหรือ 60 รู ซึ่งบ่ง บอกลักษณะละเอียดของตะแกรงนั้น

ระบบควบคุมการอัดเม็ดอัตโนมัติ (Automatic Pelleting Control)

การควบคุมการอัดเม็ดมีหลักการพื้นฐานเดียวกันกับ การควบคุมโดยพนักงาน แต่โดย ระบบอัตโนมัติจะมีอุปกรณ์ช่วยตรวจเช็ค, ปรับปรุง และควบคุมสภาพการอัดเม็ดตลอดระยะเวลาที่ งานอัดเม็ดดำเนินอยู่

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาเครื่องอัดเม็ดและอุปกรณ์อย่างเป็นระบบและถูกวิธี ช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ในการบำรุงรักษาตลอดอายุใช้งาน, เพิ่มโอกาสในการได้รับผลผลิตคุณภาพดี, สามารถใช้เครื่องจักรได้อย่างต่อเนื่อง และดำรงประสิทธิภาพการผลิตได้สม่ำเสมอมีอุปกรณ์ที่ต้องเอาใจใส่ ดูแลรักษาได้แก่

1. การเติมจารบี ต้องเติมจารบีตามคำแนะนำของผู้ผลิต เลือกใช้จารบีที่เหมาะสมกับสภาพ ที่ต้องทนทานต่อแรงกด และทนความร้อนสูง การเติมจารบีมีวัตถุประสงค์สำคัญ 2 ประการ คือ เพื่อการหล่อลื่น ลดอัตราการสึกหรอ และเพื่อการทำความสะอาดภายในตลับลูกปืน เช่นการเติม จารบีที่โรลเลอร์ และเพลทหลักเครื่องอัดเม็ด นอกจากการหล่อลื่นแล้ว ต้องการไล่สิ่งสกปรก ความชื้นและเศษอาหารที่สะสมภายใน ซึ่งจะทำให้เกิดการสึกกร่อนเร็ว อายุการใช้งานสั้นลง
2. ไบมัดตัดอาหาร ต้องลับให้คมเสมอ ทุกกะ
3. การตรวจ, ปรับตั้งโรลเลอร์และไบกวาดอาหารต้องทำทุกกะเพื่อรักษาประสิทธิภาพการอัดเม็ด

4. ตรวจเช็คอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ, ความดันไอน้ำ, สวิตช์ระดับอาหารและอุปกรณ์ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลอดภัยในการใช้เครื่องว่าทำงานเป็นปกติ เป็นประจำวัน

5. ทำความสะอาดแผ่นแม่เหล็กถาวรบ่อยๆ เพื่อป้องกันเศษเหล็กเข้าไปในคाय
6. สํารวจการสึกหรอของหน้าคाय, ผิวโรลเลอร์ทุกวันเพื่อแก้ไขสาเหตุแห่งปัญหาแต่เนิ่นๆ
7. เครื่องจักรที่ใช้เฟืองขับต้องตรวจระดับน้ำมันทุกวัน และใช้น้ำมันตามคำแนะนำของผู้ผลิตคือ ทนทานต่อแรงกด, ทนความร้อนและทนการกัดกร่อนดี
8. ตรวจ และเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นตามอายุการใช้งานที่แนะนำไว้ในคู่มือเครื่องจักร
9. เครื่องจักรที่ใช้สายพานขับ ต้องตรวจความตึงสายพาน ปรับตั้งให้เท่ากันทุกเส้น ประจำทุกสัปดาห์

10. ตรวจสภาพแหวนกันสึก บํารองรับ และแคล้มรัดคायว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เพื่อลดการสั่นสะเทือน, ลดการสึกหรอของคायและโรลเลอร์ ป้องกันคायแตกร้าว และป้องกันรูคायลึ้ม

11. ตรวจอุปกรณ์ระบบไอน้ำว่าไม่รั่วไหล, มีฉนวนหุ้มถูกต้อง, ทำความสะอาดกรองและกับดักไอน้ำเพื่อให้ใช้งานได้ตามปกติ

12. ตรวจสภาพโรลเลอร์เครื่องขบอาหารว่ามีสภาพใช้งานได้ดี

13. ตรวจสภาพตะแกรงร่อนอาหาร ไม่ชำรุด ไม่อุดตัน ทุกกะ

14. จัดเตรียมอะไหล่ในหัวข้อข้างต้น ให้ตรงตามมาตรฐานเครื่องจักร พร้อมเปลี่ยนใช้งานได้ทันเวลา

15. จัดแบ่งเวลาทำความสะอาดในระบบทั้งหมดทุก 2 สัปดาห์ตั้งแต่ฮอปเปอร์อัดเม็ด ไปจนถึงถังอาหารสำเร็จรูป โดยพิจารณาทุกซอกมุมของคูลเลอร์, ฐานกระพ้อ, ท่อลมคูลเลอร์, ไซโคลน, พัดลม หัวจ่ายอาหาร, ห้องดักฝุ่น และระบบกำจัดกลิ่น ส่วนบริเวณปฏิบัติงานต้องกระทำทุกวัน

สภาพการอัดเม็ดตามชนิดอาหารสัตว์ (Pelleting Condition)

การควบคุมการอัดเม็ด คือการควบคุมอุณหภูมิ, ความชื้น และอัตราการป้อนอาหารผงเข้าสู่ท่อผสมไอน้ำ (Steam mixer หรือ Conditioner) ให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมแก่การอัดเม็ด มีการศึกษา ทดสอบสภาพที่เหมาะสมต่างๆ เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิต โดยมีอัตราการอัดเม็ดสูง ประหยัดพลังงาน และไม่มีผลกระทบต่อด้านคุณภาพของอาหาร

ไอน้ำสำหรับการอัดเม็ด

การใช้ไอน้ำในการอัดเม็ด เป็นการฉีดเข้าผสมกับอาหารโดยตรง (Direct steam) เพื่อให้อาหารได้รับความร้อนและความชื้นที่เหมาะสมตามชนิดของอาหารสัตว์ ผลและประโยชน์ของการใช้ไอน้ำในการอัดเม็ด ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำให้คาร์โบไฮเดรต จากเมล็ดพืช สุกมากขึ้น สัตว์สามารถย่อยสลายนำไปใช้ประโยชน์ต่อร่างกายได้ดี ที่อุณหภูมิอัดเม็ด 80°C ขึ้นไป
 2. ฆ่าเชื้อแบคทีเรียหลายชนิด ตั้งแต่อุณหภูมิ 65°C ขึ้นไป
 3. ทำให้ความคงทนของเม็ดอาหารดีขึ้น โดยอุณหภูมิ 60°C ขึ้นไป ช่วยให้โปรตีนมีคุณสมบัติเป็นตัวช่วยประสาน ได้มากขึ้น
 4. ยืดอายุการใช้ค้ายอัดเม็ด เพราะไอน้ำเพิ่มความชื้นแก่อาหาร ช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างอัดเม็ด ลดการสึกหรอของค้าย และโรลเลอร์
 5. ลดพลังงานไฟฟ้าในการอัดเม็ดลง ขณะเพิ่มการใช้ไอน้ำมากขึ้น
 6. การใช้ไอน้ำได้มากขึ้น อัตราการอัดเม็ดจะสูงขึ้น ฝุ่นลดน้อยลง
- ลักษณะไอน้ำที่จะใช้ในการอัดเม็ดจึงต้องแห้ง ไม่มีน้ำควบแน่น (Condensate) ปะปนจึงทำให้ไอน้ำมีคุณสมบัติของไอน้ำแห้งและอิมตัว สามารถควบคุมสภาพการอัดเม็ดได้ตามที่ต้องการ โดยอาหารก่อนอัดเม็ดจะได้รับความชื้นเพิ่มขึ้น 1% เมื่ออุณหภูมิการอัดเม็ดเพิ่มขึ้น 20°C

องค์ประกอบที่สัมฤทธิ์ผลต่องานอัดเม็ด

1. คุณสมบัติของวัตถุดิบ วัตถุดิบมีผลต่อประสิทธิภาพการอัดเม็ดเป็นอย่างมาก โดยเป็นองค์ประกอบจากค่าโปรตีน, ไขมัน, คาก, คาร์โบไฮเดรต, ความหนาแน่น, ความหยาบ และความชื้น แม้ในวัตถุดิบประเภทเดียวกันก็มีปัจจัยเหล่านี้แตกต่างกัน ผลการอัดเม็ดที่ดีขึ้นอยู่กับคุณภาพดี การควบคุมคุณภาพเม็ดสม่ำเสมอโดยต้องมีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ติดตาม ปรับปรุงคุณสมบัติของวัตถุดิบ ในสูตรหรือซัดเซซ คุณสมบัติที่จะทำให้การอัดเม็ดเป็นไปได้ด้วยดี
2. การควบคุมสภาพการอัดเม็ด ดังกล่าวแล้วว่าการควบคุมสภาพการอัดเม็ดยังนั้นเพื่อควบคุมเปอร์เซ็นต์ความชื้น และอุณหภูมิขณะทำการอัดเม็ดได้เหมาะสมกับคุณสมบัติของอาหารแต่ละชนิด และได้อัตราการอัดเม็ดที่ดีที่สุด
3. ความหยาบของวัตถุดิบ การนำวัตถุดิบตามสภาพเดิมมาผสมแล้วอัดเป็นเม็ดสามารถกระทำได้ แต่คุณภาพเม็ดจะไม่เป็นที่ยอมรับ พบว่าขนาดของวัตถุดิบที่มีความละเอียดแตกต่างกันผสมกันแล้ว ให้อัตราการอัดเม็ดที่ดีกว่าการใช้วัตถุดิบที่มีความหยาบสม่ำเสมอทั้งหมด เพราะวัตถุดิบที่ละเอียดกว่าจะแทรกตัวห่อหุ้มวัตถุดิบที่หยาบ และสามารถอัดแน่นได้ แต่วัตถุดิบที่หยาบเมื่ออัดเม็ดแล้วจะแตกหักได้ง่ายและวัตถุดิบหยาบจะเพิ่มความฝืดที่หน้าค้ายขณะอัดเม็ดทำให้อัดเม็ดได้ช้าลง และใช้พลังงานมากขึ้น ดังนั้นการไม่คววัตถุดิบก่อนอัดเม็ดให้ละเอียดยอมให้ผลการอัดเม็ดที่ดีกว่าการไม่หยาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **อุปกรณ์การอัดเม็ด** เครื่องอัดเม็ด และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต้องอยู่ในสภาพที่ดีทำงานได้ตามปกติ ได้แก่ Sensor ต่างๆ ,สวิทช์ ควบคุมระดับอาหารในฮอปเปอร์, เกจวัดความดัน และอุณหภูมิไอน้ำอ่านได้ถูกต้อง, ไอน้ำไม่มีน้ำปะปน และควบคุมการจ่ายได้เป็นปกติ, ไบมิคตัดอาหารปรับอย่างถูกต้อง ได้รับการลับให้เรียบและคมอยู่เสมอ, ไบกวาดอาหารปรับตำแหน่งถูกต้องเหมาะสมตามคุณสมบัติอาหารแต่ละชนิดที่มีการไหลตัวแตกต่างกัน ที่สำคัญคือ คายอัดเม็ดอยู่ในสภาพดี มีการสึกหรอสม่ำเสมอตลอดหน้าคay ความหนาของคayเหมาะสมไม่บาง จนเกิดฝุ่นมาก และไม่หนาเกินไปจนเกิดความสิ้นเปลืองพลังงาน, ผลผลิตลดลง, อาหารไหม้เกรียม ทำนองเดียวกันโรลเลอร์ต้องมีการสึกหรอที่สม่ำเสมอ นั้นหมายถึงอาหารมีการกระจายตัวอย่างดีตลอดหน้าคayอัดเม็ด

นอกจากนี้อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ กูลเลอร์, Crumber และตะแกรงร่อนต้องเหมาะสมกับชนิดอาหารมิให้เกิดปัญหาคุณภาพอาหาร และมีต้องผลิตซ้ำขึ้นจากผลความชื้น, ความร้อน, ความหยาบ, ความแข็ง ความคงทนของเม็ด, ฝุ่นมาก และอาหารปนเปื้อน

5. **พนักงานอัดเม็ด** พนักงานอัดเม็ดมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อผลผลิต และอัตราการผลิต พนง.ต้องทำความสำอาด, เติมจารบี, บำรุงรักษาให้เครื่องจักรพร้อมใช้งานอย่างต่อเนื่อง, หมั่นปรับตั้งโรลเลอร์

การเติมไขมันลงในอาหารสัตว์

โรจน์สถิตย์ เสาวคนธ์ ได้กล่าวว่า (2534 : 238-251) เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการในการเติมไขมันลงในอาหารสัตว์ จึงขอสรุปเรื่องราวเกี่ยวกับไขมันไว้ดังนี้

ประโยชน์ของไขมัน

1. เป็นแหล่งพลังงานที่ดี โดยให้พลังงานเป็น 2.25 เท่า (โดยเฉลี่ย) ของคาร์โบไฮเดรตต่อ 1 หน่วยน้ำหนัก ดังนั้น สูตรอาหารที่ต้องการพลังงานสูงจะต้องใช้ไขมันมาช่วยเสริมถ้าพึ่งจากคาร์โบไฮเดรตอย่างเดียวไม่พอเพียง และเมื่อคิดเทียบต่อ 1 หน่วยแคลอรีแล้วโดยปกติพลังงานจากไขมันจะถูกกว่าคาร์โบไฮเดรต
2. การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพกว่า ลดอาการร้อนในที่เกิดจาก Heat increment ของสัตว์ดังนั้นจึงช่วยลดอุณหภูมิของร่างกายได้ในหน้าร้อน
3. เป็นแหล่งวิตามิน A, D, E, K และกรดไขมันที่จำเป็น (Linoleic, Linolenic, Arachidonic acids)
4. ช่วยลดความเป็นฝุ่นของอาหาร เพิ่มความน่ากิน
5. เป็นตัวละลายกลีโคลิน ยา และสี ดังนั้นอาหารที่เติมสารสี ถ้าไขมันต่ำจะได้ผลน้อย กลีโคลินก็

เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ไขมันที่เคลือบผิวอาหารจะป้องกันน้ำซึมเข้าเม็ดอาหาร ทำให้อาหารลอยน้ำได้นานขึ้น

ลักษณะของไขมันที่จะเติมลงในอาหาร

ไขมันที่ขายเป็นอาหารสัตว์มีทั้งสภาพเป็นไขแข็ง เป็นผง ขึ้นเหนียว ไปจนถึงเป็นของเหลว ซึ่งเรียกว่าน้ำมัน (Oil) ตัวอย่างของไขมันที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น

Acid Oils ส่วนมากจะได้มาจาก Palm acid oil, Fish acid oil, Soya acid oil ส่วนใหญ่ acid oil จะมาจากเมล็ดพืชน้ำมัน, ผัก

Tallows (ไขสัตว์) ชนิด grade 1-3 เป็นไขมันคุณภาพสูง ใช้ในการผลิตสบู่ เกรด 4-6 คุณภาพต่ำ สกัดมาจากกระดูก เครื่องใน ใช้เป็นอาหารสัตว์

Distillation residues เป็นส่วนที่เหลือ (กาก) จากการนำเอา tallow หรือน้ำมันปลาต้มมากลั่น แยกเอากรดไขมันบริสุทธิ์ออกไป ส่วนที่เหลือนำมาเลี้ยงสัตว์

Recovered vegetable oils เป็นน้ำมันพืชที่ใช้ทอดอาหารแล้ว ซึ่งผ่านอุณหภูมิที่สูงมาแล้ว ไม่เหมาะสมที่คนจะนำมาบริโภคเป็นครั้งที่ 2 จึงนำมาเป็นอาหารสัตว์ (ที่น่าคิด คือ อันตรายจากการให้สัตว์กินน้ำมันชนิดนี้ก็จะเกิดเช่นเดียวกับคนและสัตว์ สัตว์จะเป็นผู้นำสิ่งที่เป็นอันตรายนั้นกลับมาถึงคนที่บริโภคเนื้อสัตว์อีกครั้งหนึ่ง)

อื่นๆ เป็นน้ำมันที่เหลือทิ้งจากโรงงานต่างๆ ซึ่งไม่ได้สนใจในแง่ของความข่อยได้และความบริสุทธิ์ของน้ำมันที่เหลือทิ้ง ยังไม่มีรายงาน รวมทั้งคุณภาพและความข่อยได้ เช่น sod oil เป็นน้ำมันเหลือทิ้งจากโรงงานทำหนัง รวมทั้งน้ำมันปลา Cod ที่ถูก oxidized roller oil คือ น้ำมันจากโรงงานทำแผ่นดิสก์ ซึ่งเข้าใจว่าคงมาจากน้ำมันหล่อลื่นต่างๆ tall oil เศษน้ำมันจากโรงงานไม้แปรรูปต่างๆ เช่น ไม้อัด เป็นต้น ถ้าโรงงานผลสมอาหารคำนึงถึงเรื่องคุณภาพน้ำมันสักนิด ก็จะไม่มีการนำน้ำมันเหล่านี้มาใช้ แต่หากทราบถึงค่า unsaponifiable material, oxidised fatty acids และ fatty acid profile ซึ่งอยู่ในระดับที่ยังใช้การได้บางที่อาจมีโรงงานเล็กๆ ที่ต้องการใช้ของราคาถูกให้ความสนใจ

หลักการในการเติมไขมันลงในอาหารสัตว์

1. ไขมันต้องสะอาดปราศจากตะกอนหรือสารตกค้างใดๆ เช่น ยาฆ่าแมลง ธาตุพวก Cation เช่น Nickel ซึ่งใช้เป็น Catalyst ขณะสกัดตะกั่ว หรือสารเคมี polythene จากถังพลาสติกที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุไขมัน เป็นต้น

2. ต้องเติมในขณะที่ยังร้อน (จัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์ (ท่อ ปิ๊ม) ภาชนะ รถขนส่ง สถานที่ที่เกี่ยวข้องกับการขนย้ายการส่งจ่ายไขมัน จะต้องสะอาด ควรหมั่นกรองเอาเศษผง ตะกอนออกเสมอ เพราะจะเป็นสาเหตุให้หัวฉีดอุดตัน

4. ภาชนะที่บรรจุหรือที่จะสัมผัสกับไขมัน เช่น ถังเก็บ (storage tank) ขนส่ง และถังจ่าย (day tank) ปิ๊ม (ลิ้นปิดเปิด) ท่อนำไขมัน และที่กรองตะกอน ควรทำด้วย stain-less steel เพื่อไขมันจะได้ไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับอุปกรณ์ที่สัมผัส โดยทั่วไปไขมันจากสัตว์ค่อนข้างเป็นกลางไม่ค่อยมีปฏิกิริยาใดๆ (inert) แต่ไขมันจากพืช เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาต่างๆ มีฤทธิ์เป็นกรด (acid oil) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับอุปกรณ์ที่สัมผัส ทำให้เกิดการสึกกร่อนของอุปกรณ์ มีตะกอนเกิดขึ้น และทำให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพ

การใช้ทองแดงหรือสารประกอบทองแดง (alloy) เป็นอุปกรณ์ใช้ร่วมกับไขมันควรหลีกเลี่ยง เพราะทองแดงจะกระตุ้นให้เกิดการ oxidize เร็วขึ้น

การใช้ mild steel ทำถังเก็บและท่อ ช่วยลดต้นทุน แต่จะต้องมีความหนาพอและแข็งแรง โดยเฉพาะข้อต่อต้องทำให้สนิทหรือเชื่อมติดกันไปเลย ไม่นิยมใช้กรู๊น เพราะจะกลายเป็นจุดอ่อนในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีทำให้สึกและรั่วได้ง่าย ทั้งยังกลายเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา oxidation

หากไม่สามารถใช้ stain-less steel ได้ ให้ใช้ยางสังเคราะห์หรือพลาสติกที่ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันกรด

5. ระมัดระวัง ไม้ให้น้ำหรือความชื้นซึมเข้าได้ทั้งทางท่อ ถังเก็บ หรือประตูต่างๆ
6. ภายในถังเก็บควรมีรูระบายอากาศเล็กๆ เพื่อป้องกันการกลั่นตัว
7. ระบบให้ความร้อนกับถังเก็บ ไม่ควรใช้ steam heating coil (ท่อนำไอน้ำที่ขดเป็นสปริง) เพราะนอกจากระบบนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำแล้ว ยังอาจเกิดการรั่วของท่อ ทำให้ไขมันหลุดติดเข้าไปในท่อนำไอน้ำได้ หรือในทางกลับกันขึ้นอยู่กับระดับแรงดัน ควรใช้แผ่นให้ความร้อนธรรมดา (Heating pad) ตัวถังควรมีฉนวนหุ้มกันการสูญเสียความร้อน (ในไทยอาจไม่จำเป็นต้องหนา) ควรใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ประมาณ 50°C ควรอุ่นตลอดเพื่อป้องกันการเกาะตัวหรือตกตะกอน

8. เพื่อหลีกเลี่ยงการตกค้างหรือการสะสมของตะกอน ก้นถังควรทำช่องลาดเอียง ซึ่งควรอยู่มุมใดมุมหนึ่งของถังสี่เหลี่ยม หรือเป็นช่องรอบๆ heating pads ของถังกลม

9. ถังเก็บโดยทั่วไปใช้ขนาด 25-30 ตัน ควรมี 2 ถังไว้สำหรับผลัดเปลี่ยนในการทำความสะอาด ควรใช้ถังกลมมีขาสูงอย่างน้อย 1 เมตร รองรับอยู่ 4 ขา ถังควรตั้งอยู่ในที่ร่ม ลมไม่โกรก มีฉนวนหุ้ม (สำหรับเมืองหนาว)

10. ก่อนจ่ายไขมันไปยัง day tank (ขนาดประมาณ 1 ตัน) ควรกรองด้วยตะแกรง 2 ชั้น

(duplex filter) ขนาดตะแกรง 40 mesh (รูเปิด 0.5 มม.) โดยทั่วไปของแข็งหรือตะกอนในไขมันจะมีขนาด 20 mesh ตะกอนที่เกิดขึ้นมักเป็นพวก polythene ซึ่งกรองค่อนข้างยาก อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 50°C แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้ไขมันจะไหลช้าลง ที่กรองอุดตัน ไขมันจำนวนไม่น้อยจะยึดติดกับ polythene หากอุณหภูมิสูงเกินไป polythene จะไหลผ่านไปในรูปแบบของเหลว และไปเกาะสะสมอยู่ตามจุดที่อุณหภูมิต่ำ

11. ท่อนำไขมันควรใช้แถบให้ความร้อนแนบติดกับผิวด้านนอกของท่อ เช่น ทองแดง ขนาด 6 มม. แล้วหุ้มด้วยฉนวนอีกชั้น หากจะใช้ท่อไอน้ำประกบด้านนอกท่อไขมันควรใช้ท่อไอน้ำขนาด 7.5 มม. 2 ท่อ เพื่อกันความร้อนระเหยหรือไม่พอเพียงในวันหยุด (ในเมืองไทยอาจใช้เพียงท่อเดียว เนื่องจากอากาศร้อนอยู่แล้ว) การซื้อไขมันควรซื้อที่เจ้าของรับประกันระดับ polythene ไม่เกิน 200 ppm.

12. การเติมไขมันก่อนการอัดเม็ดไม่จำเป็นต้องเลือกชนิดของไขมันขอให้มีความสมบัติถูกต้องตาม พ.ร.บ. อาหารสัตว์ก็เพียงพอแล้ว จุดหลอมเหลวไม่ต้องคำนึงถึงถ้าราคาถูก แต่ถ้า spray หน้า die หรือหลังการอัดเม็ดจุดหลอมเหลวจะต้องต่ำ

13. อาหารที่มีไขมันประกอบอยู่สูง ต้องนำมาทำให้เย็นอย่างรวดเร็วที่ 2-3°C เป็นเวลานานๆ เพื่อคงคุณภาพของอาหารไว้ โดยเฉพาะการเติมหลังอัดเม็ด เพราะใช้อุณหภูมิสูง หากทำให้เย็นช้า โภชนะจะถูกทำลายไปมากขึ้น

ขั้นตอนการเติมไขมัน

1. เติมไขมันลงในถังตวงตามปริมาณที่ต้องการ แล้วป้อนเข้าสู่เครื่องผสมอาหาร
2. ตั้งอัตราการไหลที่ป้อน แล้วเดินเครื่องตามระยะเวลาที่คำนวณว่าจะดูได้หมด (เมื่อของเหลวไหลออกจากป้อนควรกรองทุกครั้ง)
3. เติมไขมันลงในถังผสม โดยไหลผ่านเครื่องวัด และลิ้นที่สามารถปิดเปิดอย่างรวดเร็ว และใช้ระบบปิดโดยอัตโนมัติเมื่อไขมันเติมครบตามที่ต้องการ

การเติมไขมันจะต้องคอยปรับตลอดเวลา เพราะมีการเปลี่ยนแปลงได้ ไม่ว่าจะเป็นอัตราการไหล ปริมาณที่จะใช้ อุณหภูมิที่ใช้อุ่นไขมัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ ความชื้นในวัตถุดิบ อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม และชนิดของไขมันที่ใช้ การตั้งเครื่องให้ทำงานแบบตายตัวอาจสะดวกในการทำงาน แต่จะเสียโอกาสในแง่ของการลดต้นทุน ปล่อยให้เครื่องทำงานจนครบตามเวลากำหนดเป็นอันสิ้นสุดการผสมไขมัน 2-2.5% ในสูตรอาหาร ด้วยเครื่องผสมแบบนอน

การเติมไขมันหลังอัดเม็ด

มีอยู่ 2 แบบคือ เติมน้ำ die (spray fat at die) หลังจากอาหารถูกอัดผ่าน die และยังร้อนๆ อยู่ อีกวิธีคือ การเติมหลังจากทำให้เย็นแล้ว

Steve (1988) เคยสงสัยว่า การเติมไขมันโดยวิธีพ่นฝอยลงบนอาหารเม็ด จะทำให้เกิดปัญหาไขมันแข็งตัว เกาะพอกพูนใน coolers cyclone และอุปกรณ์อื่นๆ รวมทั้ง die ด้วยหรือไม่ และการทำแบบนี้จะสม่ำเสมอเหมือนผสมในอาหารหรือเปล่า ปัญหาที่กล่าวมาสามารถแก้ได้ด้วยการเปลี่ยนวิธีหรืออุปกรณ์

การพ่นฝอยไขมันขณะที่ (pellet) เย็นแล้ว

ไขมันจะแห้งเคลือบอยู่ที่ผิวของเม็ดอาหาร และอาจเกาะติดกับอุปกรณ์ต่างๆ ในฤดูที่อากาศเย็น บริเวณ cooler, buckets, elevator ต้องหมั่นทำความสะอาด โดยเฉพาะเมื่องหนาว

วิธีแก้คือ ควรพ่นน้ำ die ขณะที่เม็ดอาหารโผล่ออกมาจาก die และยังร้อนๆ อยู่ วิธีนี้ไขมันจะซึมเข้าเม็ดอาหารได้ดีกว่า มากกว่า แม้อาจมีบางส่วนเคลือบที่ผิวแต่บางมาก แล้วจึงนำไปทำให้เย็น วิธีนี้จะไม่มีไขมันเกาะติดหน้า die และโอกาสทำให้เครื่องมืออื่นๆ สกปรกมีน้อยกว่า แต่มีแง่คิดว่า อาหารเม็ดที่ยังร้อนๆ อยู่จะมีความชื้นอยู่สูงและความชื้นนี้กำลังถูกขับออกจากเม็ดอาหารมาติดอยู่ที่ผิวนอก เมื่อมาเจอไขมันเคลือบจึงกลายเป็นตัวกระตุ้นให้ไขมันหืนเร็วยิ่งขึ้น

ข้อคำนึง

1. การเติมไขมันหลังอัดเม็ดแล้ว ไขมันจะทำหน้าที่เป็น binder ได้บ้าง กรณีพ่นขณะที่เม็ดอาหารเย็นแล้ว ด้วยการไปเคลือบรอยแตกต่างๆ
2. pellet ที่ดูดซับไขมันได้ดี จะต้องผิวขรุขระ พวกที่มีผิวเรียบและเม็ดแข็งจะดูดซับได้น้อยกว่า
3. การเติมไขมันหน้า die จะลดความคงทนของเม็ดอาหาร (durability) รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ไขมันที่เพิ่มขึ้น จะทำให้เม็ดอาหารคงรูปได้น้อยลงเล็กน้อย (ดูเรื่องการวัดความคงทนของอาหารเม็ด)
4. การพ่นไขมันหลังอัดเม็ด ไม่ว่าจะร้อนหรือเย็น พบว่า การกระจายของไขมันจะสม่ำเสมอ ค่า CV ไม่เกิน 10% (Steve, 1988)

การวัดค่าคงทนของอาหารเม็ด (Pellet durability index, PDI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากอาหารถูกทำให้เย็น 10 นาทีแล้ว ให้เก็บตัวอย่างละอย่างน้อย 600 กรัม นำตัวอย่างแยกเอาเมล็ดที่เสียหายออก โดยผ่านตะแกรง No. 6 รองตัวอย่างที่ผ่านการ screen แล้วได้เมล็ดที่สมบูรณ์มาตัวอย่างละ 500 กรัม ใส่ลงในกล่องขนาด 5 x 5 x 5.5 นิ้ว เรียกว่า tumbler box เอาไปวาง 4 มุมของ safety grill กดลงไป 10 นาที แล้วปล่อยพัดลมเป่า (ใบพัด 20 นิ้ว) ส่วนที่แตกออกไป นำเมล็ดไปร่อนเอาเมล็ดแตกออกอีกครั้ง ชั่งน้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ที่เหลือ แล้วคำนวณหาค่า PDI

$$\text{ค่า PDI} = \frac{\text{น้ำหนักที่เหลือของตัวอย่าง} \times 2}{10}$$

โดยเมื่อไขมันในอาหารเพิ่มขึ้นค่าความคงทนของเมล็ดอาหารจะลดลง

ความปลอดภัยในโรงงานอาหารสัตว์

Cole ได้กล่าวว่า (1992 : 254-256) เนื่องจากเมื่อมีการสร้าง โรงงานหรือติดตั้งเครื่องจักร จะต้องคำนึงถึงระบบความปลอดภัยไว้ก่อนเสมอ บทความต่อไปนี้จะเน้นเฉพาะจุดสำคัญๆ เท่านั้น เพื่อเป็นการย้ำให้เห็นถึงความสำคัญของเรื่องนี้

โดยปกติความปลอดภัยในโรงงานเป็นเรื่องที่มักถูกปล่อยปละละเลยเสมอ สำหรับผู้ที่ทำงานเป็นประจำจนมองเห็นทุกอย่างรอบข้างเป็นเรื่องธรรมดา หรืออีกประการหนึ่งผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่ในโรงงานต้องทำงานต่อเนื่องจนไม่มีเวลาพักที่จะตรวจสอบอุปกรณ์-สถานที่ให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ทั้งคนและเครื่องจักร บุคคลที่จะมองเห็นความบกพร่องหรือความไม่ปลอดภัยของโรงงาน คือ ผู้ที่ไม่ได้ทำงานประจำอยู่ ณ ที่นั้น แต่นานๆ จะเข้าไปเยี่ยมชมสักครั้ง และควรเป็นผู้ที่รู้จักหน้าที่ของเครื่องจักรแต่ละชิ้นเป็นอย่างดี ใครจะเป็นผู้ทำหน้าที่นี้? ถ้าไม่ใช่ ผู้จัดการโรงงาน ในส่วนของเจ้าหน้าที่เองทุกคนที่ทำงานอยู่ในโรงงาน จะต้องมึจิตสำนึกถึงความปลอดภัย ไม่ประมาท

อันตรายมักจะมาพร้อมความสกปรก ความไร้ระเบียบวินัย และความประมาท ความปลอดภัยมักจะมาพร้อมกับความมีระเบียบวินัย ความสะอาด และความระมัดระวังอยู่เสมอ

การทำงานของโรงงานมีหลายระดับ อุปกรณ์ทุกชิ้นหากเป็นไปได้ควรเขียนชื่อระมัดระวังการใช้ไว้ข้างๆ เครื่องมือ ความปลอดภัยควรเริ่มมีตั้งแต่ประตูโรงงานเข้าไป โดยเริ่มจาก

1. บริเวณที่รับซื้อวัตถุดิบอาหารสัตว์ (raw material reception) ควรมีป้ายเตือนให้ทราบว่าเป็นเครื่องจักรกำลังทำงาน -ห้ามเข้า- ในช่วงที่มีการขนย้ายตรวจสอบวัตถุดิบจากรถลงสู่รางขนอาหาร หรือใช้แรงงานคนแบกก็ตามที่
2. พวก Conveyors ชนิดต่างๆ จะต้องหุ้มให้แข็งแรง ควรทำฝาครอบธรรมดา แต่จะต้องขันสกรูยึดให้แน่น เพราะเคยเกิดอุบัติเหตุมานับไม่ถ้วน เช่นอาจสะดุดเซไปปะทะหรือของตกใส่ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Belt conveyors elevator ต้องหมั่นตรวจสอบทั้งลูกกลิ้งและสายพาน บริเวณใกล้ๆ Belt conveyors ควรมีตาข่ายรองรับ กรณีที่ขยของขึ้นสูง หากต้องข้ามจุดต่างๆ ควรทำเป็นท่อหรืออุโมงค์

4. Compressed air control purpose หมั่นตรวจตราความแข็งแรงของท่อต่างๆ

5. ความปลอดภัยของไซโล ปัญหาใหญ่ของไซโล (Silo) คือวัตถุติดค้างอยู่ภายในนำออกยาก ไหลไม่ค่อยดี จึงจำเป็นต้องทำความสะอาด ในกรณีที่ไหลออกยากจึงต้องหาอุปกรณ์ช่วย นอกจากนี้ใช้อุปกรณ์ช่วยแล้วอาจเติมสารที่ทำหน้าที่ด้านการจับตัวเป็นก้อน (anti-caking agent) เช่น Silica โดยพ่นลงบนวัตถุดิบอาหารสัตว์ ก่อนเข้าถังเก็บด้วยความเข้มข้น 0.1% จะทำให้วัตถุดิบลื่นไหลดีขึ้น ไม่มีการตกค้างในถัง นอกจากนี้ Silica ยังช่วยลดปัญหาจากแรงไฟฟ้าสถิต (Electrostatic forces) ได้ด้วย

6. โรงซ่อมหรือเก็บอุปกรณ์ (Workshops) อากาศถ่ายเทดีเป็นเรื่องสำคัญ เพื่อกันไม่ให้อุณหภูมิและฝุ่นจากโรงงานมาสะสม ขณะที่ทำการเชื่อม สะเก็ดไฟอาจทำให้เกิดการระเบิดได้ทางที่ดีควรแยกออกจากโรงงาน และก่อนลงมือทำงานต้องตรวจตราจัดเก็บวัตถุไวไฟให้เรียบร้อย แม้กระทั่งไขมันผสมอาหารสัตว์

7. แรงไฟฟ้าสถิตของฝุ่น การทำให้เกิดประกายไฟต่างๆ เนื่องจากประจุไฟฟ้า เช่นการเสียบปลั๊ก การปิดเปิดสวิตช์ไฟ จะต้องระวัง เพราะจะเป็นตัวจุดชนวนระเบิดฝุ่นได้ (dust explosion) ด้วยเหตุนี้ภายในโรงงานอาหารสัตว์ต้องติดป้ายห้ามสูบบุหรี่ และตรงทางเข้าโรงงานควรติดป้ายเตือนผู้สูบบุหรี่ให้ดับบุหรี่ก่อนเข้าโรงงาน และให้ถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด

อีกประการหนึ่ง ไม่ควรใช้ลมเป่าเพื่อทำความสะอาดเครื่องมือ เพราะจะทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจายในบรรยากาศมากขึ้น เป็นการเพิ่มความหนาแน่นของฝุ่นในบรรยากาศ

การเกิดระเบิดฝุ่นจะเกิดได้ทุกที่ที่มีเหตุ 3 สิ่งมาประกอบกันตามสมการข้างต้น และการเกิดจะเกิดต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ทุกๆ แห่งที่มีฝุ่นอยู่หนาแน่น เพราะในตัวฝุ่นเองมีประจุไฟฟ้าอยู่แล้ว แม้แต่ในไซโล ที่มีฝุ่นหนาแน่น เมื่อใส่วัตถุดิบเข้าไปใหม่ ประกอบกับอุณหภูมิภายในตัวถังสูงอยู่แล้ว การไหลของวัตถุดิบมีการเสียดสีกัน จึงเกิดประกายไฟลุกไหม้และระเบิดในที่สุด ประเทศอังกฤษได้ออก พ.ร.บ. ว่าด้วยสุขภาพและความปลอดภัย ปี 1989 ได้ระบุเรื่องฝุ่นไว้ดังนี้

หากเป็นสถานที่คนต้องอยู่นานๆ (6-8 ชั่วโมงขึ้นไป) ความเข้มข้นของฝุ่นเมื่อวัดออกมาแล้วต้องไม่ไม่เกินค่าตามทางเดินระบบหายใจ เช่น ปาก จมูก เกิน 10 มก./ลบ.ม. และที่ปอดต้องไม่เกิน 5 มก./ลบ.ม. (Cole, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การดำเนินงานการผลิตวีดิทัศน์

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

1. กล้องถ่ายวีดิทัศน์
2. ม้วนวีดิโอเทปเปล่า
3. เครื่องตัดต่อวีดิโอ
4. กระดาษพิมพ์ A4
5. อุปกรณ์ประดิษฐ์ตัวอักษร
6. สก็อตเทปใส
7. อื่น ๆ

3.3.2 วิธีดำเนินการ

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ เรื่องการเลี้ยงไก่ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสื่อการสอน ประเภทวีดิทัศน์เพื่อการศึกษา
2. เรียบเรียงเนื้อหาเรื่องการเลี้ยงไก่ชน และทำการพิจารณากำหนดภาพในกา
ถ่ายทำวีดิทัศน์
3. กำหนดภาพ กำหนดหน้ากล้องในการถ่ายทำวีดิทัศน์และเทคนิคต่างๆ
4. ถ่ายทำวีดิโอตามภาพ และหน้ากล้องที่กำหนดไว้
5. ทำการตัดต่อภาพวีดิทัศน์ พร้อมบันทึกเสียงประกอบวีดิทัศน์
6. ตรวจสอบความชัดเจน และความถูกต้องของวีดิทัศน์
7. จัดพิมพ์เอกสารเพื่อจัดรูปเล่ม
8. เสนอผลงานที่เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 คำบรรยายประกอบวีดิทัศน์

วีดิทัศน์เรื่อง กระบวนการผลิตอาหารสัตว์

Video tope for Teaching Feed Production

ลำดับที่	ลักษณะภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
1	FI.อักษรชื่อนภาพ ตราสถาบัน FO.อักษร	ดนตรี	7
2	FI.อักษรชื่อนภาพ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระ บัง FO.อักษร	ดนตรี	7
3	FI.อักษรชื่อนภาพ วีดิทัศน์ประกอบการสอน- เรื่อง	ดนตรี	7
4	กระบวนการผลิตอาหาร- สัตว์	ดนตรี	7
5	FI.อักษรชื่อนภาพ FO.อักษร จัดทำโดย นาย สงกรานต์ มีอาษา	ดนตรี	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ลักษณะภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
6	FI.อักษรซ้อนภาพ FO.อักษร อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์	ดนตรี	7
7	FI.อักษรซ้อนภาพ FO.อักษร ขบวนการผลิตอาหาร	ดนตรี	7
8	FI.อักษรซ้อนภาพ FO.อักษร วัตถุดิบอาหารสัตว์	ดนตรี	7
9	LS. การสูมตัวอย่างวัตถุดิบ	เมื่อมีรถวัตถุดิบอาหารสัตว์ก่อนเข้ามาภายในโรงงานจะต้องทำการสูมตัวอย่างก่อนโดยวิธีการสูมตัวอย่างถ้าเป็นแบบกระสอบจะใช้ท่อปลายแหลมสูมตัวอย่างอย่างน้อย 30-40% ของจำนวนกระสอบ โดยตัว-อย่างกระสอบละ 300-500 กรัม	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ลักษณะภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
10	FI.อักษรซ้อนภาพ FO.อักษร วิธีการสูมตัวอย่าง 1. แบบ bulk ใช้ท่อปลาย แหลมยาวมากกว่า 3ส่วน4 เท่าของความลึกของวัตถุ- ดิบ 2. แบบ bag สูมประมาณ 10 กระสอบต่อรถการสูมตัว อย่างควรเก็บมา 30-40% MS.ตาชั่งวัตถุดิบ	คนตรี	116
11		เมื่อวัตถุดิบผ่านการตรวจสอบคุณ ภาพแล้วรถวัตถุดิบจะถูกนำมาซึ่ง ด้วยตาชั่งขนาดใหญ่ซึ่งวัตถุดิบ พร้อมรถก่อนเข้าโรงงาน เมื่อรถได้ ลงวัตถุดิบเสร็จจะนำรถเปล่ามาซึ่ง เพื่อหาค่าของวัตถุดิบในแต่ละเที่ยว	94
12	FI.อักษรซ้อนภาพ FO.อักษร การเก็บวัตถุดิบแบ่งได้ 3 ประเภทคือ 1. แบบไซโล 2. แบบกอง 3. แบบถังเก็บของเหลว	คนตรี	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับไว้ใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ลักษณะภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
13	MS.แบบไซโล	จะเป็นถังใหญ่ที่มีความจุ 2,500-3,000 ตันถังชนิดนี้จะต้องอยู่บริเวณภายนอกโรงงาน	43
14	MS.แบบกอง	จะเป็นแบบ bag ใส่กระสอบขนาด 30-50 ก.ก. เก็บไว้ในโกดังเพื่อรอการผลิต	24
15	MS.ถังเก็บของเหลว	จะเป็นถังขนาด 30,000-50,000 ลิตร จะเก็บพวก น้ำมันปลา กากน้ำตาล น้ำมันปาล์ม และวัตถุดิบเหลวชนิดต่าง ๆ เพื่อรอการนำไปผสมกับอาหารผง	52
16	MS.เครื่องอบวัตถุดิบ	จะเป็นเครื่องที่ใช้ลดความชื้นของวัตถุดิบไม่ให้มีความชื้นมากเกินไป โดยความชื้นก่อนเก็บรักษาไม่ควรเกิน 13%	30
17	MS.แผงควบคุมไซโลและแผงควบคุมเครื่องอบวัตถุดิบ	ไซโลและเครื่องของวัตถุดิบจะถูกดูแลและควบคุมการทำงานทั้งหมดอยู่ภายในห้องนี้	28
18	MS.ระบบควบคุมการผลิต	ระบบควบคุมการผลิตจะถูกควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยจะสั่งวัตถุดิบตามสูตรก่อนที่จะทำการผลิต	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ลักษณะภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
19	MS.เครื่องบดวัตถุดิบ	การผสมอาหารสัตว์จำเป็นต้องลดขนาดของวัตถุดิบ โดยใช้เครื่องบด Hammer mill มีการกำหนดขนาดวัตถุดิบ โดยใช้ขนาดรูตะแกรง มีการกำหนดขนาดวัตถุดิบ โดยใช้ขนาดของรูตะแกรง	40
20	MS.ถังเตรียมวัตถุดิบในสภาพของเหลวในโรงงานก่อนผสม	ถึงเก็บวัตถุดิบในโรงงานก่อนผสมในสภาพของเหลว เช่น หางน้ำตาล ไขมัน น้ำมันปลา	36
21	MS.เครื่องผสม	การผสมอาหาร คือ การคัดเอาวัตถุดิบมาแล้วอย่างดี เช่น การบดด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ทั้งในสภาพดิบ และสุกจากธรรมชาติจากการสังเคราะห์ของแข็ง ของเหลว หรือกึ่งแข็ง กึ่งเหลว รวมแล้วไม่ต่ำกว่า 2 ชนิดขึ้นไป มาผสมเข้าด้วยกัน	46
22	MS.การผสมยา	จะมีการผสมยาแต่ละชนิดก่อนจะนำไปเติมตามหลักสูตรอาหารสัตว์	22
23	MS.การเติม Premixs	การเติมยาที่ขังและผสมไว้แล้วรอการผสมและการอัดเม็ดอาหารที่ผสมจะมีสูตรในการเติมยาไว้แล้ว	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ลักษณะภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
24	MS. ถังของเหลว	ถังเก็บของเหลวจะถูกปล่อยให้ของเหลวไปตามท่อ แล้วเข้าสู่ถังผสมอาหาร รวมตัวกับอาหารผง วิธีการนี้การผสมจะไม่ทั่วถึงควรมีการเตรียมวัตถุเหววให้กระจายตัวก่อนทำการผสม	36
25	MS. คอมพิวเตอร์ควบคุมการอัดเม็ด	ขบวนการอัดเม็ดทั้งหมดภายในโรงงานจะถูกควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด	30
26	MS. เครื่องอัดเม็ด	ประโยชน์ของการอัดเม็ดเพื่อเป็นการเพิ่มความหนาแน่นให้มากขึ้น จากอาหารผง 40-100% และอาหารมีรูปร่างสม่ำเสมอ	28
27	MS. ขนาดของด้าย	ขนาดของด้าย จะเป็นตัวกำหนดขนาดของเม็ดอาหารสัตว์ขนาดของด้ายที่ใช้อย่างแพร่หลายได้แก่ ขนาด 1.5 m.m.-0.5 m.m.	28
28	MS. ตัวกระจายอาหาร	เมื่ออาหารผ่านกระบวนการอัดเม็ด จะถูกลำเลียงมาเก็บไว้ในถังก่อนที่จะนำอาหารไปบรรจุ	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ลักษณะภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
29	MS.กูลเลอร์	อุปกรณ์ที่สำคัญของกูลเลอร์ ได้แก่ ไซโคลน และพัดลมดูดอากาศ เพราะอาหารจากการอัดเม็ดจะถูกทำให้เย็นลงโดยอาศัยอากาศรอบ ๆ ตัว เป็นตัวพาความร้อนดูดความชื้น	56
30	MS.ขบวนการบรรจุ	การบรรจุจะใช้แรงงานทั้งคนและเครื่องจักรขนาดของกระสอบที่ทำการบรรจุจะมีขนาดตั้งแต่ 30-50 ก.ก. ตามแต่ความต้องการของลูกค้า ก่อนที่จะทำการเย็บกระสอบจะมีการสูมตัวอย่างอาหารสัตว์มาตรวจสอบคุณภาพเมื่อบรรจุเสร็จจะมีการสูมน้ำหนักของอาหารอีกครั้งหนึ่ง	62
31	MS.การขนส่ง	จะมีการขนส่งแบ่งได้ 2 แบบคือ 1. แบบ bulk 2. แบบ bag	20
32	FI.อักษรซ้อนภาพ FO.อักษร ขอบคุณ	คนตรี	7
33	FI.อักษรซ้อนภาพ FO.อักษร บริษัทมิตรภาพ โภคภัณฑ์	คนตรี	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ลักษณะภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
	FI.อักษรซ้อนภาพ FO.อักษร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระ บัง	ดนตรี	7
	FI.อักษรซ้อนภาพ FO.อักษร ห้องโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	ดนตรี	7
	FI.อักษรซ้อนภาพ	ดนตรี	7
	FO.อักษร สวัสดิ์	รวม 11 นาที	682

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข

4.1 วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์

การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข โดยการประเมินคุณภาพของวีดิทัศน์ โดยการใช้ตารางประเมินคุณภาพ ซึ่งการประเมินวีดิทัศน์ชุดนี้ทำการประเมินด้านการใช้เป็นสื่อ สำหรับการแนะนำ (โสตทัศนวัสดุ) ซึ่งหลักเกณฑ์การประเมินมีดังนี้

เกณฑ์การประเมินทางด้านการใช้เป็นสื่อสำหรับการแนะนำ (โสตทัศนวัสดุ)

- รูปแบบของรายการ
- การนำเข้าสู่เรื่องราว
- การลำดับเนื้อหา
- ระยะเวลาการนำเสนอ
- คำบรรยาย
- ภาพคมชัด
- สีสีนของภาพ
- ระดับเสียงดนตรีประกอบคำบรรยาย
- ความเข้าใจขณะบรรยาย
- ขนาดของภาพ
- ความเหมาะสมของแสง สี เสียง

ประเมิน โดยผู้ที่มีความรู้และทำงานเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ และผู้ที่มีความรู้ด้านโสตทัศนวัสดุ

4.2 ผลการประเมินและการแก้ไข

จากการประเมินด้านการใช้สื่อ สำหรับการแนะนำ (โสตทัศนวัสดุ) ปรากฏว่า รูปแบบของรายการ การนำเข้าสู่เรื่องราว การลำดับเนื้อหา ระยะเวลาการนำเสนอ ระดับเสียงดนตรีประกอบคำบรรยาย ขนาดของภาพ ความเข้าใจขณะบรรยาย อยู่ในเกณฑ์ดี คำบรรยาย ภาพคมชัด สีสีนของภาพ ความเหมาะสมของแสง สี เสียง อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินด้านสื่อสำหรับการแนะนำ

ดี	หมายถึง	มีความเหมาะสม
ปานกลาง	หมายถึง	ยังไม่สมบูรณ์แต่สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการแนะนำได้
แก้ไข	หมายถึง	ต้องทำการแก้ไขใหม่เพราะไม่สามารถใช้เป็นสื่อสำหรับการแนะนำได้

รายการประเมิน	ดี	ปานกลาง	แก้ไข	หมายเหตุ
รูปแบบของรายการ การนำเข้าสู่เรื่องราว การลำดับเนื้อหา ระยะเวลาการนำเสนอ คำบรรยาย ภาพคมชัด สีสันทนของภาพ ระดับเสียงดนตรีประกอบคำบรรยาย ความเข้าใจขณะบรรยาย ขนาดของภาพ ความเหมาะสมของแสง สี เสียง				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

(.....)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การผลิตวิดีโอทัศน์เพื่อการศึกษา เรื่องกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน วิชา เทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2524 ประเภทวิชาชีพเลือก สาขาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์ และเพื่อเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตอาหารสัตว์แก่ผู้สนใจทั่วไปด้วย

การดำเนินการผลิตวิดีโอทัศน์เพื่อการศึกษาชุดนี้ ได้เริ่มตั้งแต่ศึกษาวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2524 ประเภทวิชาชีพเลือก วิชาเทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213) ศึกษาการผลิตวิดีโอทัศน์เพื่อการศึกษา เขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ กำหนดภาพและโรงงานผลิตอาหารสัตว์ นำภาพมาตัดต่อและบันทึกเสียงประกอบที่ห้องสตูดิโอศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การประเมินคุณภาพวิดีโอทัศน์ ประเมินโดยผู้มีความรู้และประสบการณ์ด้านการใช้เป็นสื่อจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รวมทั้งหมด 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินสื่อการเรียนการสอน ผลประเมินพอสรุปได้ว่า วิดีทัศน์ชุดนี้มีความสมบูรณ์ทางด้านสื่อ สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง คือ การบันทึกเสียงด้านคำบรรยายและเสียงดนตรีประกอบ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ปัญหาด้านการถ่ายทำ เนื่องจากการถ่ายทำวิดีโอทัศน์ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญอย่างมาก และต้องใช้สถานที่หลาย ๆ แห่งประกอบ
2. ปัญหาเรื่องการติดต่อภาพและการบันทึกเสียง ซึ่งทางคณะมีห้องให้บริการเพียงห้องเดียว ทำให้ไม่เพียงพอสำหรับผู้ให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปัญหาเรื่องการขีมืออุปกรณ์ในการถ่ายทำ เพราะอุปกรณ์มีจำนวนน้อย แต่ผู้ใช้บริการมีจำนวนมาก ทำให้ไม่เพียงพอและระยะเวลาในการขีมืออุปกรณ์นั้นสั้นเกินไป จึงไม่สามารถดำเนินการถ่ายทำได้อย่างต่อเนื่อง

4. ปัญหาด้านเอกสาร เนื่องจากเอกสารเกี่ยวกับไก๋ชนมีจำนวนน้อย จึงต้องอาศัยการสอบถามความรู้จากผู้ชำนาญการ

5. ปัญหาด้านเสียงพากษ์ ของผู้บรรยายวิดีโอทัศนียภาพไม่ชัดเจน อย่างเช่น ขาดเสียงควบกล้า หรือเสียงไม่เร้าใจผู้ฟัง จึงต้องทำการบันทึกเสียงใหม่หลายครั้ง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในการถ่ายวิดีโอทัศนียภาพควรใช้สถานที่ที่ไม่ห่างไกลจากสถาบันมากนัก
2. ผู้ที่จะทำวิดีโอทัศนียภาพ ควรพิจารณาว่ามีผู้ทำวิดีโอทัศนียภาพน้อยเพียงใด เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการขีมืออุปกรณ์
3. ผู้ที่จะทำวิดีโอทัศนียภาพ ควรจะทำการศึกษาหาความรู้ และฝึกหัดการใช้อุปกรณ์ให้ชำนาญก่อน
4. ก่อนการตัดสินใจทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับการผลิตสื่อ ประเภทวิดีโอทัศนียภาพ ควรมีการปรึกษากับผู้รู้ หรือผู้มีประสบการณ์ทางด้านนี้ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- บุรุษย์ ปีเตอร์ และ โรเบิร์ต โรสแลนด์. 2535. การใช้เนื้อและกระดูกป่นเป็นวัตถุดิบในอาหาร-สุกร. ธุรกิจอาหารสัตว์. หน้า 43-56.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2532. โภชนศาสตร์สัตว์. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 258 น.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2535. สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา. คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร วิทยาเขตพระนครเหนือ. หน้า 123-125.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2528. โสตทัศนศึกษา. แพร่วิทยาการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 164 น.
- ประทีป ราชแพทยาคม และ สุภาพ อิศริโยคม. 2522. ผลของน้ำมันหมู่นในอาหารไก่กระตง. ภาควิชาสัตวศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 116-119.
- พฤติพงษ์ เล็กศิริรัตน์. 2531. สื่อการสอนเทคโนโลยีการศึกษาและการสอนร่วมสมัย. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. หน้า 2-3.
- พันทิพา พงษ์เพ็ญจันทร์. 2539. การผลิตอาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 294 น.
- พันทิพา พงษ์เพ็ญจันทร์. 2535. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 1 โภชนะ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 294 น.
- พันทิพา พงษ์เพ็ญจันทร์. 2539. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 2 หลักโภชนศาสตร์และการประยุกต์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 576 น.
- วารินทร์ รัชมีพรหม. 2529. สไลด์ประกอบเสียง. ธนาการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 442 น.
- วิรุพห์ ลีลาพฤกษ์. 2529. โสตทัศนูปกรณ์. ธนาการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 70 น.
- สุกัญญา คุปประเสริฐ. 2539. การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 194 น.
- สุรชัย สิกขาบัณฑิต . 2527. การสื่อสารการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 276 น.
- เสาวนิต คุปประเสริฐ. 2537. โภชนาศาสตร์สัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะทรัพยากร-ธรรมชาติ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 447 น.
- อุทัย คันโช. 2537. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. นครปฐม. 297 น.

Pfost, H.B. 1976 Feed Manufacturing Technology. Feed Production council American Feed Manufactures Association, Inc. U.S.A. 574 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้