15980

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของรำละเอียด

Studies on Chemical Composition and some Adulterant in rice bran

T100718

โดย

นางสาว รัตชิลา บิลหยา

ปพ.
ร3651ก
2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....100718
วัน,เดือน,ปี.....22 JUN 2000

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ ฯ

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2013

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

เรื่อง

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของรำละเอียด

Studies on Chemical Composition and some Adulterant in rice bran

โดย

นางสาว รัตชิลา บิลหยา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย
อาจารย์ที่ปรึกษา .....
(รศ. ศรีสกุล วรจันทรา)

ภาควิชารับรองแล้ว
.....
(ผศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
วัน 20 เดือน พ.ค. ปี 42

15980
14 ก.ค. 2542
ลพ.
ร365ก
2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของรำละเอียด

Studies on Chemical Composition and

some Adulterant in rice bran

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและทางกายภาพของรำละเอียด โดยเก็บตัวอย่างมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ร้านค้า ฟาร์มสัตว์ และหน่วยราชการ จำนวน 15 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Proximate Analysis (AOAC,1984) ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ผลปรากฏว่า

รำละเอียด มีความชื้น 9.48 ± 1.53 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 13.50 ± 1.68 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 13.41 ± 5.10 เยื่อใย 4.52 ± 1.61 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 8.29 ± 1.01 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.1233 ± 0.0988 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.5040 ± 0.4151 คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ 50.80 ± 5.12 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของกรมปศุสัตว์พบว่า ถูกจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเพียง 26.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เนื่องจากมีไขมันต่ำกว่าเกณฑ์

สำหรับผลการศึกษาสิ่งปลอมปน พบว่ามีตัวอย่างที่ปลอมปนด้วยแกลบบดและปลายข้าวประมาณ 26.7 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมดและพบซากแมลงปะปนมาประมาณ 2 ตัวอย่างหรือ 13.3 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบด้วยเทคนิคการลอยตัวพบว่ามีสารอนินทรีย์พวกดิน ทรายปะปนมาเป็นปริมาณน้อย มีค่าเฉลี่ย 1.22 ± 1.10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษ เรื่อง การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของรำละเอียด ประสบความสำเร็จมาด้วยดีเพราะด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ศรีสกุล วรจันทรา อาจารย์ ณหทัย วิจิตโรทัย อาจารย์ จรรยา คงฤทธิ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ มาโดยตลอด

นอกจากนี้ต้องขอขอบพระคุณโรงงานต่าง ๆ ร้านค้า ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และหน่วยงานราชการ ที่เอื้อเฟื้อด้านวัตถุดิบและความรู้ตลอดจนผลงานวิจัย

รัตชิลา บิลหยา

12 มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(3)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	12
ผลการทดลองและวิจารณ์	29
สรุป	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	องค์ประกอบโภชนะของรำละเอียดจากแหล่งต่าง ๆ	8
2.	ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นที่มีอยู่ในรำละเอียด(เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด)	9
3.	คุณค่าทางโภชนะในส่วนที่กินได้ 100 กรัมของรำละเอียดและรำสกัด น้ำมันเปรียบเทียบกับวัตถุดิบแหล่งพลังงานอื่นๆ	10
4.	เกลือแร่และวิตามินในรำสกัด	10
5.	ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของรำละเอียดจำนวน 15 ตัวอย่าง	30
6.	ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของรำละเอียดตามลำดับค่าสูงสุดของโปรตีนและเปอร์เซ็นต์สารอนินทรีย์	31

ตารางภาคผนวกที่

1.	ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเรียงตามลำดับตัวอย่างรำละเอียด	40
2.	ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของรำละเอียดโดยเรียงตามลำดับค่าสูงสุดของโปรตีน	41
3.	ปริมาณสารอนินทรีย์เป็นเปอร์เซนต์ที่พบในรำละเอียดที่พบโดยวิธีการลอยตัวในสารละลาย	42
4.	ลักษณะการปลอมปนที่พบในรำละเอียด	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	แผนผังวิธีการสีข้าวและสัดส่วนผลิตผลพลอยได้จากการสีข้าว	4
2.	Standard Curve1	23
3.	Standard Curve2	23
4.	ลักษณะของรำละเอียด	33
5.	การปลอมปนของแกลบในรำข้าว	33
6.	การปลอมปนของแกลบบดและปลายข้าวในรำสกัดน้ำมัน	34
7.	ลักษณะการปลอมปนของแกลบและตัวมอด	34

ภาพผนวกที่

1.	ตู้ดูดความชื้น (Desicator)	44
2.	เครื่องบดตัวอย่างอาหาร (Ultra centrifugal mill)	44
3.	เครื่องชั่ง (Electronic Analytical Balance)	45
4.	เครื่องวิเคราะห์หาไขมัน	45
5.	เตาเผา	46
6.	เครื่องย่อย	46
7.	เครื่องกลั่น	47
8.	เครื่องมือวิเคราะห์หาเยื่อใย	47
9.	เครื่อง Spectrophotometry	48
10.	ตู้อบ	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของรำละเอียด

Studies on Chemical Composition and some Adulterant in rice bran

คำนำ

ประเทศไทยนับว่าเป็นแหล่งอุดมสมบูรณ์ในแง่ของวัตถุดิบอาหารสัตว์เพราะเป็นทั้งแหล่งของพลังงาน แหล่งโปรตีน ปีหนึ่งประเทศไทยสามารถจะผลิตข้าวเปลือกได้เฉลี่ยประมาณ 20-22 ล้านตัน ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นรำ 8 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 1.6-2 ล้านตัน (ปกรณ์,2541) จึงนิยมนำมาใช้เพื่อเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ รำละเอียดจึงมีความสำคัญต่อการผลิตสัตว์มาก ปัญหาที่เกิดขึ้นจากรำละเอียด คือ ด้านคุณภาพของวัตถุดิบ หรือ มีการปลอมปน ทำให้เมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ สัตว์อาจได้โภชนะจากวัตถุดิบอาหารไม่ได้เต็มที่ ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงขึ้น จึงควรมีการตรวจสอบคุณภาพก่อนนำมาเลี้ยงสัตว์ วิธีที่ใช้ในการตรวจสอบสิ่งปลอมปนที่ประหยัดและได้ผลดีถ้ามีความชำนาญคือ การใช้กล้องจุลทรรศน์เข้าช่วยในการตรวจทำให้ทำการตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว

วัตถุดิบอาหารสัตว์มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีส่วนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันและ มีราคาที่แตกต่างกัน แม้แต่เป็นวัตถุดิบชนิดเดียวกันก็ตาม โดยเฉพาะรำละเอียดซึ่งมาจากโรงสีซึ่งมีความแตกต่างกันในกระบวนการผลิตอย่างหลากหลายน่าจะมีส่วนประกอบทางเคมีผันแปรไปได้มาก ถ้าสามารถเข้าใจและสามารถแยกประเภทหรือแบ่งเกรดคุณภาพของวัตถุดิบแต่ละชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ สามารถหาซื้อได้ราคาตามคุณภาพและจะทำให้สัตว์ได้รับโภชนะที่ถูกต้องในราคาที่เหมาะสมเพราะในการประกอบสูตรอาหารต้องใช้ผลวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในการคำนวณ เพื่อให้ได้อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนะพอเพียงและตรงตามความต้องการของสัตว์แต่ละชนิด เป็นการลดต้นทุนของค่าใช้จ่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าอาหารเพื่อให้ได้ผลตอบสูงสุด อย่างไรก็ดีเกษตรกรไม่สามารถจะวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบได้ด้วยตัวเองเพราะมีความยุ่งยาก และต้นทุนในการวิเคราะห์สูง แต่อาจตรวจสอบด้วยวิธีทางกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งถ้ามีความชำนาญก็สามารถใช้ในการบ่งชี้คุณภาพเบื้องต้นได้ และช่วยในการนำค่าเฉลี่ยของส่วนประกอบทางเคมีที่ได้จากรายงานต่าง ๆมาใช้ได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น การศึกษานี้จึงมุ่งหวังจะศึกษาถึงความผันแปรของคุณภาพของรำละเอียดทั้งในด้านส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบทางเคมีและทางกายภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการประกอบสูตรอาหารของเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1.เพื่อวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารของรำละเอียดจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทยโดยกาวิเคราะห์หาโปรตีน ไขมัน เยื่อใย ความชื้น เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส และ ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทกซ์

2.เพื่อศึกษา และตรวจหาสิ่งปลอมปนของรำละเอียดด้วยกล้องจุลทรรศน์

3.เพื่อให้ทราบความผันแปรของรำละเอียด

4.เพื่อศึกษาลักษณะต่าง ๆ และคุณสมบัติเฉพาะของรำละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ประชาชนในประเทศไทยรู้จักข้าวมานาน และใช้ข้าวเป็นอาหารหลักซึ่งที่ให้พลังงานได้สูง ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เกิดจากการสีข้าว ยังสามารถ นำมาเลี้ยงสัตว์ได้อีก เมื่อนำข้าวมาสีจะได้ ข้าวสาร ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ปลายข้าว ประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ รำละเอียด ประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ และแกลบ ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์(พันธิพา,2530)

<u>กระบวนการสีข้าวและเทคโนโลยีของโรงสี</u>

กระบวนการสีข้าวประกอบด้วย 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกเป็นการกระเทาะเปลือกออกจากเมล็ดข้าวเปลือก ซึ่งจะได้ข้าวกล้อง แกลบ และรำหยาบ ส่วนขั้นตอนที่สองจะเป็นการขัดข้าวกล้อง ข้าวที่ผ่านกระบวนการนี้จะประกอบด้วยข้าวสาร และรำละเอียด

สำหรับเทคโนโลยีที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของโรงสี มีความแตกต่างไปตามประเภทของโรงสี ซึ่งได้แบ่งประเภทของโรงสีตามกำลังการสีออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.โรงสีขนาดเล็ก สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1โรงสีแบบลูกหิน จะมีลูกหินเพียงลูกเดียว และส่วนประกอบทั้งหมดอยู่ในตู้ จึงเรียกว่า โรงสีตู้ เมื่อข้าวเปลือกผ่านเข้าเครื่องสีเข้าไประหว่างลูกกลิ้งกับแถบยาง ก็จะถูกบีบให้เปลือกหลุดออกมาเป็นแกลบ การสีในขั้นนี้จะได้ข้าวกล้องและรำหยาบ สำหรับข้าวกล้องก็จะถูกนำเข้าเครื่องสีอีกครั้งเพื่อขัดให้ขาว จะได้ตัวข้าวและรำละเอียด

1.2โรงสีแบบหินโม่ จะประกอบด้วยเครื่องกระเทาะข้าวเปลือกเรียกว่า "หินโม่ " และมีกรวยขัดทำหน้าที่ขัดข้าวกล้องให้ขาว เวลาสีข้าวนั้นข้าวเปลือกจะผ่านช่องว่างของหินโม่แล้วจะถูกกระเทาะเปลือกออก ข้าวกล้องที่ได้จะถูกนำไปขัดในกรวยขัดข้าว ซึ่งโดยทั่วไปแล้วข้าวกล้องจะต้องผ่านกรวยขัดข้าวสองครั้งจึงจะสามารถขัดรำออกจากข้าวกล้องได้ทั้งหมด

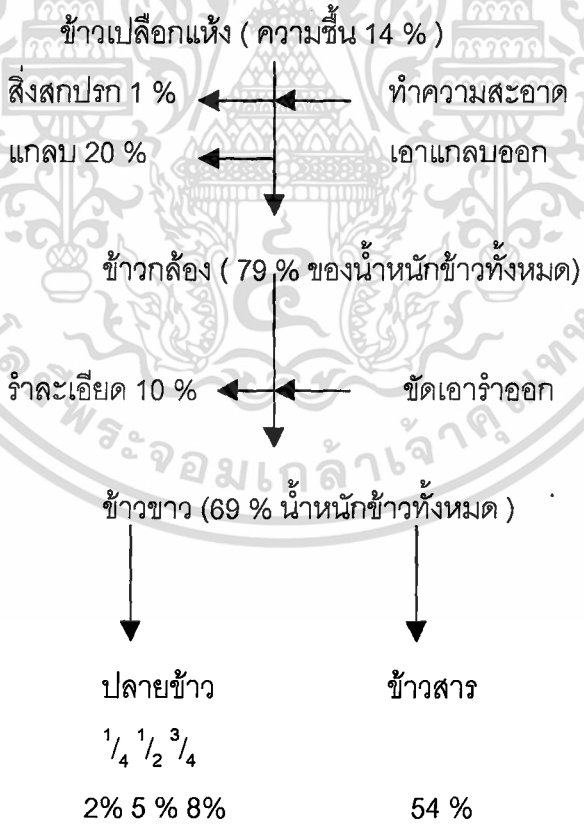
การสีข้าวที่โรงนาขนาดเล็กจะได้ข้าวสารปริมาณน้อย และมีข้าวหักมาก ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากเครื่องสีข้าวมีประสิทธ์ภาพต่ำ และเจ้าของโรงสีก็ไม่มีแรงจูงใจที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในกรณีการคิดค่าจ้างสีในรูปของรำและปลายข้าว เพราะการใช้เครื่องสีที่มีประสิทธิภาพต่ำจะยิ่งทำให้โรงสีได้ค่าบริการในรูปปลายข้าวและรำมากขึ้น

2.โรงสีขนาดกลาง จะมีลักษณะคล้ายกับโรงสีแบบโม่ แต่จะมีกระบวนการบางอย่างเพิ่มมากขึ้น เช่น การคัดข้าวเปลือกก่อนสี การแยกข้าวเปลือกที่ติดมากับข้าวกล้องในการสีครั้งแรกเพื่อนำไปสีครั้งที่สอง และการคัดเกรดข้าวสารหลังสี เป็นต้น การแยกสิ่งที่เจือปนออกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเปลือก การแยกข้าวเปลือกเมล็ดลีบ หรือปลายข้าวที่มีน้ำหนักเบาออก โดยใช้ตะแกรงขนาดต่าง ๆ เพื่อคัดขนาดข้าวเปลือก และเพื่อแยกเกรดข้าวสารและปลายข้าวโดยใช้เครื่องจักรในการเป่าลมและโยกตะแกรง นอกจากนี้การขนย้ายข้าวเปลือกและผลิตภัณฑ์ที่มีได้ในแต่ละขั้นตอนจะใช้เครื่องจักรมากขึ้น อัตราการสีข้าวของโรงสีขนาดกลางจะดีกว่าโรงสีขนาดเล็ก และโรงสีขนาดกลางที่มีการแยกข้าวเปลือกมาสีครั้งที่สอง จะมีอัตราการสีดีกว่าโรงสีข้าวเปลือกครั้งเดียว

3.โรงสีขนาดใหญ่ จะมีเทคโนโลยีในการสีข้าวไม่แตกต่างจากโรงสีขนาดกลางมากนัก โดยโรงสีมักจะใช้หินโม่และลูกกลิ้งยางในการกระเทาะข้าวเปลือก ใช้กรวยขัดในการขัดข้าวกล้อง แต่โรงสีขนาดใหญ่จะมีลักษณะเด่นประการหนึ่งคือ ระบบขนย้ายข้าวเปลือกและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ตลอดจนระบบการแยกผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นการใช้เครื่องจักรกลแทบทั้งสิ้น อัตราการสีข้าวของโรงสีขนาดใหญ่แต่ละโรงจะแตกต่างกันตามคุณภาพหรือชนิดของข้าวเปลือก คุณภาพของเครื่องสีและการควบคุมเครื่องระหว่างสี



ภาพที่ 1แผนผังกรรมวิธีการสีข้าว และสัดส่วนของผลิตผลพลอยได้จากการสีข้าว อุทัย,2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสีข้าว

1.แกลบ (Rice hulls) จัดเป็นอาหารหยาบที่เกี่ยวข้องกับอาหารข้นแหล่งคาร์โบไฮเดรต แกลบอยู่ในส่วนของเปลือกข้าวที่อยู่ด้านนอกสุด เมื่อสีข้าวส่วนนี้จะหลุดออกมาซึ่งจะมีอยู่ประมาณ 20-25 % ของน้ำหนักข้าวเปลือก ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยแร่ธาตุที่ประกอบเป็นทราย (silica) ผิวด้านนอกของแกลบจะมีส่วนที่แหลมคมยื่นออกมาซึ่งจะทำความระคายเคืองให้กับลำไส้ ปกติไม่นิยมนำมาเลี้ยงสัตว์เพราะมีคุณค่าทางอาหารต่ำ แต่ใช้แทนบางส่วนได้ ซึ่งสัตว์ที่พอจะกินได้คือ พวกสัตว์เคี้ยวเอื้องและม้า ปกติจะใช้ประโยชน์ในแง่วัสดุปูพื้นคอก

2.ข้าวเปลือก (Paddy,Rough rice) ข้าวเปลือกมีโปรตีนรวมน้อยกว่าข้าวโพด มีเยื่อใยสูง เมื่อนำมาเลี้ยงสัตว์นำมาบดก่อน ยกเว้นในอาหารสัตว์ปีกสามารถใช้ได้ทั้งเปลือก

3.รำข้าว ลักษณะของรำ คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสีข้าวในตอนขัดสีข้าวกล้องสีน้ำตาล จะได้ส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเมล็ดหรือเพอรีคาร์พหลุดออกมา รวมทั้งชั้นอลูโรนเลเยอร์ บางครั้งอาจพบส่วนของจมูกข้าว และเม็ดแป้งที่แตกหักออกมา และส่วนของเปลือก (แกลบ) เล็กน้อย ปกติจะมีหลายชนิด ได้แก่

3.1 รำหยาบ (rough rice bran) มีส่วนของแกลบมาก มีส่วนของจมูกข้าว (Germ) ส่วนของปลายข้าว (Chipped or Broken or Brewers rice) และอาจมีส่วนของเมล็ดข้าว (Endosperm) ติดมาบ้าง คุณค่าทางอาหารสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 1

3.2 รำละเอียด (rice bran) มีส่วนของแกลบปะปนน้อย ลักษณะเป็นสีเหลืองอ่อน เนื้อละเอียดเป็นปุย บางครั้งเห็นเทสต้าสีแดงหรือชมพูเป็นชิ้นเล็ก ๆ ในรำละเอียดจะพบแกลบเป็นสีเหลืองทอง ผิวนอกหยาบขรุขระมีลักษณะคล้ายตะแกรงคือมีเส้นยาวและขวางตัดกัน มีจุดเล็ก ๆ อยู่บนผิวนี้จะหยาบเพราะเป็นส่วนของซิลิก้า (silica) บางครั้งอาจพบแป้งหรือจมูกข้าวเล็กน้อย จมูกข้าวมีลักษณะเนื้อนิ่มสีขาวออกเหลือง มีไขมันเป็นส่วนประกอบ 12-13 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนประกอบของเยื่อใยค่อนข้างสูง จึงมีลักษณะฟ่าม (อุทัย,2527)

3.3 รำสกัดน้ำมันหรือกากรำ (extracted rice bran) หมายถึง รำละเอียดที่ผ่านขบวนการสกัดน้ำมันออกไปแล้ว มีเยื่อใยไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม ไม่ต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ แต่โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดหรือ TDN จะต่ำลง ความน่ากินลดลงเพราะมีลักษณะฝุ่นแห้งฝืดคอ (พันธิพา,2530) คุณค่าทางอาหารต่ำลงเพราะกรดอะมิโนไลซีน (Lysine) ใช้ประโยชน์ได้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 รำข้าวขาว ได้จากการขัดข้าวสารให้เรียบ จึงมีส่วนของแป้งอยู่มาก มีวิตามินบี1 ค่อนข้างสูง มีไนอะซินสูง มีวิตามินบีรวมสูงกว่าและมีประมาณโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN) สูงกว่ารำหยาบ

3.5 รำข้าวนึ่ง เป็นรำที่ได้จากการสีข้าวนึ่ง โดยนำข้าวเปลือกมาแช่น้ำไว้ 3-4 วัน แล้วผ่านไอน้ำร้อน และนำมาตากให้แห้ง รำชนิดนี้มีทั้งรำหยาบและรำละเอียดแต่จะมีสีคล้ำ มีกลิ่นเหม็นบูด แต่เก็บได้นานกว่ารำละเอียดธรรมดา เยื่อใยต่ำกว่ารำหยาบ คุณภาพดีกว่ารำหยาบ

3.6 รำโรงสีเล็กหรือรำผสม เป็นรำที่มีรำละเอียด ปลายข้าว และแกลบปนกันอยู่ ไม่สามารถแยกออกจากกันได้เนื่องจากกรรมวิธีการผลิต และมีใช้กันน้อยมากในประเทศไทย

<u>คุณค่าทางโภชนะของรำละเอียด</u>

จากการรายงานการกำหนดมาตรฐานวัตถุดิบของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ฉบับที่ 8 (2538) กล่าวว่า รำละเอียดต้องมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ ไขมันไม่น้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นไม่เกิน 11 เปอร์เซ็นต์ และเถ้าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์

ทวี(2527) กล่าวว่า รำละเอียดมีโปรตีนและไขมันในปริมาณที่สูงกว่ารำหยาบ ในการสีข้าวจะได้รำหยาบประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ และจะได้รำละเอียดประมาณ 8-9 เปอร์เซ็นต์ รำละเอียดจะมีเยื่อใยต่ำกว่ารำหยาบประมาณ 2.7 เปอร์เซ็นต์ มีวิตามินบี1 และวิตามินบี2 ในระดับสูง เนื่องจากมีไขมันสูงประมาณ 19-20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เหม็นหืนได้ง่ายกว่ารำหยาบ สามารถใช้รำละเอียดผสมในอาหารโค นม สุกร และไก่ได้เช่นเดียวรำหยาบ

จากการวิเคราะห์ถึงคุณค่าทางอาหารของรำข้าวที่สกัดน้ำมันออกแล้ว ปรากฏว่ารำข้าวประกอบด้วยโปรตีนประมาณ 12.4เปอร์เซ็นต์และเมื่อนำไปสกัดน้ำมันออกแล้วออกแล้วจะมีปริมาณโปรตีนประมาณ 14.3 เปอร์เซ็นต์ จึงนับว่าเป็นข้อได้เปรียบ เมื่อเทียบกับธัญพืชเมล็ดหยาบอื่น ๆ ที่นำมาใช้เลี้ยง พลังงานที่สัตว์ได้รับจากการบริโภครำข้าวพิจารณาได้จากจำนวนโภชนะที่ย่อยสลายได้อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างชัดเจนเหลือเพียง 55.3 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การที่รำข้าวและการที่รำสกัดน้ำมันมีส่วนประกอบของเยื่อใยสูงถึง 12.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปเลี้ยงกระเพาะเดี่ยวดังนั้นมักจะนำไปผสมกับธัญพืชเมล็ดหยาบอื่น ๆ ที่มีสัดส่วนของเยื่อใยต่ำ นอกจากนี้รำข้าวยังประกอบด้วยแร่ธาตุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นจำพวกฟอสฟอรัสเหมือนกับธัญพืชเมล็ดหยาบอื่น ๆ อีกทั้งเป็นแหล่งวิตามินบี12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการรายงานของศรีสกุล(2528) การใช้รำเลี้ยงสัตว์ในไก่ไข่ไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ เพราะการเสริมรำมากเกินไปจะทำให้ความเข้มข้นของโภชนะต่ำลง สำหรับสุกรนั้นการใช้รำจำนวนมากทำให้คุณภาพของซากต่ำลงคือ ทำให้มันสุกร เหลว (ยกเว้นรำสกัดน้ำมัน) ในสุกรไม่ควรใช้รำมากเกิน 30 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีเยื่อใยสูงเป็นข้อจำกัด ถ้าใช้รำมากเกินไปจะทำให้การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและคุณภาพซากต่ำลง ส่วนในสุกรเล็กไม่ควรใช้รำเพราะทำให้สุกรขี้เหลว แต่อาจใช้ได้มากที่สุดไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ในโคนมไม่ควรใช้รำมากกว่าหนึ่งใน สามส่วนของอาหารข้น เพราะถ้าใช้มากกว่านี้มีผลให้เนย (butter) ที่ผลิตจากนมโคมีลักษณะเหลว

จารุรัตน์(2528) กล่าวว่า รำละเอียดจัดเป็นอาหารให้พลังงานที่ดีพอสมควร เป็นแหล่งที่ดีของกรดไขมันที่จำเป็น และวิตามินบีหลายชนิด มีเยื่อใยสูงจึงทำให้มีคุณสมบัติเป็นยาระบายอ่อน ๆ และมีลักษณะฟ่ามคือ มีน้ำหนักน้อยแต่มีปริมาตรมาก เมื่อผสมในอาหารมาก ๆ จะทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยและการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งอาจแก้ไขโดยการอัดเม็ดอาหารผสม

อุทัย (2529) กล่าวว่า รำข้าวใหม่มักมักจะมีความชื้นสูงเกิดการหืนได้ง่าย ทำให้อายุการเก็บเกี่ยวสั้นลง รำข้าวเก่า (ได้จากการข้าวเปลือกไว้ข้ามฤดู) จะมีความชื้นค่อนข้างต่ำจึงสามารถเก็บไว้ได้นานกว่า รำละเอียดมักมีการปลอมปนด้วยแกลบป่น ละอองข้าว ซึ่งจะมีผลทำให้คุณค่าทางอาหารของรำต่ำลง รำข้าวนาปรัง มักจะมียาฆ่าแมลงติดปะปนมาในระดับสูง ซึ่งสามารถทำอันตรายแก่สัตว์เลี้ยงได้ ลูกสุกรหรือลูกไก่จะมีอัตราการเจริญเติบโตช้าลง แม่สุกรอาจจะแท้ง

รำละเอียดและรำสกัดน้ำมันมีเยื่อใยเป็นส่วนประกอบในระดับสูง จึงมีลักษณะฟ่าม (น้ำหนักน้อยแต่ปริมาตรมาก) การใช้รำละเอียดและรำสกัดน้ำมันระดับสูงในสูตรอาหารสัตว์จะทำให้อาหารผสมมีลักษณะฟ่ามตามไปด้วย สัตว์กินได้น้อยและอัตราการเจริญเติบโตลดลง จากการศึกษาวิจัยพบว่า การใช้รำละเอียดในสูตรอาหารทุกชนิดและทุกระยะ โดยเฉพาะสูตรอาหารแม่สุกรอุ้มท้องและเลี้ยงลูก ซึ่งจะช่วยลดปัญหาแม่สุกรท้องผูกไปได้มาก แต่ไม่ควรใช้รำละเอียดเกิน 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารสัตว์ ภายในรำละเอียดประกอบไปด้วยสารอาหารพวกกรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า กรดอะมิโนที่จำเป็นที่มีมากในรำละเอียด คือ Aspatic acid Glutamic Leucine Alanine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางโภชนะของรำละเอียดจากแหล่งต่าง ๆ

	องค์ประกอบทางโภชนะ (%)								
ที่มา	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	NFE	Ca	P	หมายเหตุ
1/	12	12	12	11	10.9	-	0.06	0.47	รำละเอียด
2/	9	13.9	1	13.0	15.0	-	0.08	0.50	รำสกัด
3/	9	6.2	4.5	28.4	18.2	-	0.14	0.10	รำหยาบ
4/	9.66	13.06	22.05	10.21	9.96	-	-	-	รำละเอียด
	(1.66)	(0.71)							
5/	11.12	16.55	1.02	13.55	12.13	-	-	-	รำสกัดน้ำมัน
	(1.16)	(0.53)	(0.39)	(4.51)	(1.30)				
6/	12.0	12.0	12.0	11	10.9	-	0.06	0.47	รำละเอียด
7/	10.92	11.266	13.48	11.0	10.90	-	0.06	0.47	รำละเอียด
8/	8.98	12.58	17.93	5.84	8.66	46.01	0.2269	1.7186	รำข้าว
	(0.58)	(0.88)	(3.15)	(1.31)	(0.13)	(3.26)	(0.03)	(0.21)	
9/	12.7	16.01	1.0	8.7	11.5	-	-	-	รำสกัดน้ำมัน

ที่มา : 1/ 2/ และ 3/ อุทัย(2527)

4/ และ 5/ กองควบคุมอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2536) ; ค่าในวงเล็บ SD มาจากจำนวนตัวอย่าง 3 - 6 ตัวอย่าง

6/ภานุวัฒน์(2541)

7/ ณหทัยและคณะ(2539)

8/ จีระพร สังขเวทัย(2539) ; ค่าในวงเล็บ SD มาจากตัวอย่าง 10 ตัวอย่าง

9/ บริษัทไซโย (2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2 ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นที่มีอยู่ในรำละเอียด(เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด)

กรดอะมิโนที่จำเป็น	รำละเอียด
Trytophan	0.129
Threonine	0.497
Isoleucine	0.338
Leucine	0.812
Lysine	0.589
Methionone	0.196
Cystine	0.277
Phenylanine	0.410
Tyrosine	0.303
Valine	0.564
Arginine	0.715
Histidine	0.249
Alanine	0.810
Aspatic acid	1.183
Glutamic	1.963
Glycine	0.703
Proline	0.594
Serine	0.644

ที่มา : ณหทัยและคณะ(2539)

รำสดหรือรำข้าว ควรมีความชื้นสูงสุดประมาณ 13.0 % ถ้าสูงมากกว่านี้จะจับตัวเป็นก้อนและเกิดรา โปรตีน ต่ำสุด 12.0 % ไขมัน ต่ำสุด 13.0 % กาก สูงสุด 8.0 % กากส่วนใหญ่มาจากแกลบ สิ่งปลอมปนอื่น ๆ แกลบไม่ควรปลอมปนเกิน 4 % (มณีรัตน์ ,2535) รำจะเริ่มหืนเมื่อเก็บไว้ประมาณ 30-40 วัน และไม่เหมาะอย่างยิ่งในการเลี้ยงสัตว์เนื่องจากถ้านำไปเลี้ยงสัตว์อาจทำให้สัตว์เกิดอาการท้องร่วงได้ (อุทัย ,2529) จากการตรวจสอบคุณภาพและหาสิ่งปลอมปนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ของกองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พบว่าการปลอมปนใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รำข้าวเกิดขึ้นน้อยมากแต่พบว่าส่วนจะเป็นตัวอย่างที่มีตัวมอดและหนอน ผลการตรวจเชื้อบางชนิด Aspergillas และ Penicillium พบในรำละเอียด(กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์,2533)

ค่าทางโภชนะของรำละเอียดจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการแสดงได้ในตารางที่1 ,3 และ 4

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนะในส่วนที่กินได้ 100 กรัมของรำละเอียดและรำสกัดน้ำมันเปรียบเทียบกับวัตถุดิบแหล่งพลังงานอื่น ๆ

ชื่อ	พลังงาน (กก./แคลอรี่)	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	ใยไฟเบอร์ (%)	เถ้า (เกลือแร่) (%)	ราคา (บาท/ กก.)
รำสกัดน้ำมัน	285	13	16	1	53	11.5	5
รำสด	287	10	13	15	50	7.8	5.5
ปลายข้าว	357	12	6	1.4	80	0.7	9
มันเส้นบด	333	16	1.4	0.5	80	2.8	3
ข้าวโพดเหลือง	326	18	8	2	60	2	6

ที่มา :ดัดแปลงจาก บริษัทไซโยเกษตรอุตสาหกรรม (2541)

ตารางที่ 4 เกลือแร่และวิตามินในรำสกัด

แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	เหล็ก	บี1	บี2	ไนอาซีน
96	2080	24	3.35	0.35	38

ที่มา : บริษัทไซโยเกษตรอุตสาหกรรม (2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกตในการใช้รำ

พันธิพา (2530) กล่าวว่า การใช้รำข้าวส่วนใหญ่นิยมใช้รำข้าวสด แต่รำข้าวสดมีข้อเสีย คือหืนง่าย เพราะมีไขมันสูงจึงไม่ควรเก็บรำสดไว้นานเกิน 1 เดือน สำหรับสัตว์ปีกโดยเฉพาะไก่ไข่จะมีผลเสียได้ง่ายถ้าใช้รำเก่า ดังนั้นการนำรำมามาเลี้ยงสัตว์พวกนี้ ไม่ควรใช้รำที่มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 1 สัปดาห์ เพราะหากใช้รำเก่าเก็บอายุเกิน 1 สัปดาห์ ไข่จะลดลงทันทีหลังจากได้รับรำนี้ประมาณ 2 วัน โดยเฉพาะไก่ที่คุ้นเคยต่อรำสดใหม่ ๆ มาก่อน จะกระทบกระเทือนมาก สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถใช้รำเก่าได้ แต่ในวัวนมต้องระวังกลิ่นหืนของรำจะปนมากับไขมันในน้ำนม ไม่ควรใช้รำเก่าในสัตว์พ่อแม่พันธุ์ เพราะจะทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง

การสังเกตรำเก่า - ใหม่

1.กลิ่น รำใหม่จะมีกลิ่นหอม รำเก่าจะมีกลิ่นเหม็นหืน

2.รส รำใหม่จะมีรสหวานนิด ๆ รำที่หืนเก่าจะมีรสขม

3.รำใหม่จะมีความหยุ่นตัวมากกว่า ส่วนรำเก่ามักจับตัวเป็นก้อน

4.สีรำเก่าจะเข้มกว่ารำใหม่

การใช้รำสกัดน้ำมัน

รำสกัดน้ำมันมักมีราคาถูกกว่ารำสด เพราะผู้คนไม่นิยมใช้ มีโปรตีนสูงกว่ารำสดแต่ไขมันต่ำกว่า แมลงจึงรบกวนมากกว่า ถึงแม้ว่าจะเก็บไว้ได้นานกว่ารำสด อาจจำเป็นต้องเติมไขมันลงในอาหารและมักทำให้อาหารเป็นฝุ่นฝืดคอ และควรระวังสารตกค้างจากการสกัดน้ำมัน

การปลอมปนของรำ

1.ใช้รำเก่าปนรำใหม่

2.ใช้รำสกัดน้ำมันมาปน

3.ใช้ซังข้าวโพดบดละเอียดปน

4.ใช้หินฝุ่นปน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1 .เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ความชื้น Hot air oven

2 .เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เถ้า (Muffle Fernace)

3 .อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์ไขมันแบบ Lab conco goldfish

4.อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์โปรตีนโดยใช้เครื่อง Gerhardt

5.อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์หาเยื่อใย

6.อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยใช้เครื่อง Spectrophotometry

7.เครื่องบดอาหารแบบใช้แรงเหวี่ยงจากศูนย์กลาง (Ultra centrifugal mill)

8.ขวดใส่ตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์

9.เครื่องชั่งวิเคราะห์ (Electronic Analytical Balance) แบบ Toploaders

10.โหลดูดความชื้น (Desicater)

11.สารเคมีต่าง ๆ เช่น Diethyl ether,Sulfuric acid, Sodium hydroxide Alcohol Calayst mixture, acid เป็นต้น

12.กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ 10-40 เท่า (Stero Microscope)

13.อุปกรณ์ทำความสะอาดกล้อง เช่น กระดาษเช็ดเลนส์ (Lens paper) และแปรงทำความสะอาด (Syring brush)

14.ตะแกรงร่อนขนาดเส้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว พร้อมฐานรองรับอาหารที่ร่อนแล้ว ขนาดตะแกรง 10 20 30 และ 40 mesh

15.ตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ คือ รำละเอียด รำหยาบ รำสกัดน้ำมัน 15 ตัวอย่าง

16.ขวดเก็บตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์

17.เครื่องชั่งอิเล็คทรอนิค แบบวิเคราะห์ (Analytical)

18.กล้องถ่ายภาพจากกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

19.ครกหินพร้อมสากบดตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์

20.อุปกรณ์เล็ก ๆ เช่น ขวดใส่สารเคมี กระจกปิดแผ่นสไลด์ (cover glasses) ช้อนตักสาร (Spatula) จานแก้ว (Petridishes) กระจกนาฬิกา (Watch glasses) กระดาษกรอง (Filter paper) คีมปลายแหลม (Forceps) บีกเกอร์ (Beaker)หลอดใส่สาร (Test tube)

21.สารเคมีต่าง ๆ เช่น กรดไฮโดรคลอริค (Hydrochoric acid) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbontetrachoride) น้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1.การเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์

ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 15 ตัวอย่าง จากแหล่งต่าง ๆ ทั่วประเทศ เช่นจากโรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์มสัตว์ ร้านค้า

1.1 วิธีการลดขนาดตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ เมื่อเก็บตัวอย่างจากจุดต่าง ๆ ทั้งหมดมารวมกันแล้ว ต้องมีการลดตัวอย่างลงเพื่อสำหรับเก็บไว้ตรวจสอบหรือวิเคราะห์ เริ่มจากผสมคลุกเคล้าตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เครื่องมือผสมหรือใช้ช้อนเกลี่ยวัตถุดิบในถาดกระดาษหรือแผ่นพลาสติกให้กระจายทั่วภาชนะและใช้ไม้บรรทัดปาดผิวหน้าให้เสมอกันจากนั้นใช้ช้อนหมุนทวนเข็มนาฬิกา แล้วสุ่มตัวอย่างอีกอย่างอีกครั้งโดยแบ่งให้เรียบเสมอกัน แบ่งตัวอย่างออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน แล้วเลือกเก็บสองส่วนที่อยู่ตรงข้าม เช่น ส่วนที่ 1 กับ ส่วนที่ 4 หรือส่วนที่2 กับส่วนที่ 3 ดังภาพ ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จน ได้ตัวอย่างตามปริมาณที่ต้องการสำหรับการตรวจสอบโดยทั่วไปควรเก็บไว้ประมาณครึ่งกิโลกรัมหรือ 200 ถึง 300 กรัมเป็นอย่างน้อย

1	2
3	4

1.2 ภาชนะสำหรับเก็บตัวอย่าง ภาชนะที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ใช้ขวดพลาสติกหรือขวดที่สะอาดและฝาปิดก็ควรเป็นพลาสติกไม่ควรใช้ฝาโลหะเพราะมักเป็นสนิมได้ง่าย

1.3 การปิดฉลากภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง ฉลากที่ใช้ปิดควรใช้กระดาษหนาตัดเป็นแผ่นแล้วปิดไว้ด้านนอกของถุงหรือขวดตัวอย่างแต่ละขวดแล้วเขียนเลขที่ วันเดือนปี และรายละเอียดอื่นๆ ที่ต้องการ ในกรณีที่เป็นการตรวจสอบที่ต้องใช้ผลทางกฎหมาย หรือการตกลงราคา ควรมีการลงชื่อผู้เก็บตัวอย่างและพยานด้วย และต้องมีตัวอย่างเก็บไว้ 2 ตัว ส่วนหนึ่งส่งวิเคราะห์หรือตรวจสอบ อีกส่วนหนึ่งเก็บไว้เป็นหลักฐาน หรือในกรณีที่ตัวอย่างสูญหายจะได้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ทดแทน นอกจากนี้ในการเก็บตัวอย่างควรมีการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ วันเดือน ปีที่เก็บ ลำดับที่หรือรหัสตัวอย่าง ชื่อวัตถุดิบ ชื่อผู้ขาย แลละสิ่งที่ต้องการตรวจสอบเป็นต้น

1.4 การเก็บรักษาตัวอย่าง การเก็บรักษาตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบมีความสำคัญมาก หากเก็บไม่ถูกต้องจะทำให้ตัวอย่างเปลี่ยนสภาพไปจากเดิม อาจทำให้ผลการตรวจสอบคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงซึ่งจะมีผลไปถึงการตกลงราคาและการเก็บในห้องปรับอากาศหรือเก็บรักษาตัวอย่างที่ถูกต้องคือเก็บไว้ให้แห้งและเย็น ดังนั้นการเก็บในห้องปรับอากาศหรือเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส จึงทำให้สามารถเก็บตัวอย่างไว้ได้นานกว่าในอุณหภูมิห้องปกติ แต่ในกรณีที่ตัวอย่างเป็นวัตถุที่มีความชื้นสูง พืชหมักพืชสด หรือตัวอย่างที่เป็นของเหลว ต้องเก็บรักษาไว้ช่องแช่แข็งของตู้เย็นโดยเร็วที่สุดหลังเก็บตัวอย่างเพราะตัวอย่างพวกนี้จะเสื่อมคุณภาพเร็วมากในอุณหภูมิปกติ ข้อควรระวัง ในการเก็บตัวอย่างอย่าให้มีการปะปนของวัตถุดิบอื่นมาในตัวอย่างที่เก็บ และอย่าให้มีการแยกส่วนของตัวอย่างขณะที่สุ่มหรือลดขนาดตัวอย่าง

1.5 อายุการเก็บตัวอย่าง ตัวอย่างที่เก็บไว้ในที่แห้งและเย็นจะเก็บไว้ได้นานประมาณ 6 เดือน แต่ถ้าจะให้ผลดีควรใช้ตัวอย่างที่เก็บ ไว้ไม่เกิน 4 เดือนสำหรับการวิเคราะห์หรือตรวจสอบคุณภาพส่วนตัวอย่างที่ตรวจสอบแล้วรีบนำไปทิ้ง ควรเก็บไว้อีกประมาณ 2 เดือนหากมีปัญหาเกิดขึ้นจะได้นำมาตรวจสอบเพื่อยืนยันผลได้อีก

2.<u>การศึกษาคุณค่าทางอาหาร</u>

นำตัวอย่างอาหารสัตว์ไปวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารโดยใช้วิธี การวิเคราะห์อาหารสัตว์แบบประมาณ (Proximate Analysis of Feed) โดยแต่ละตัวอย่างจะวิเคราะห์อย่างละ 2 ซ้ำ (AOAC, 1984) โดยแบ่งการวิเคราะห์โภชนะดังนี้

1 ความชื้น (Moisture)

2 โปรตีน (Crude protein)

3. ไขมัน (Ether extract)

4. เยื่อใย (Crude fiber)

5. เถ้า (Ash)

6.ไนโตรเจนฟรีเอ็กซแทรก (Nitrogen Free extract หรือ NFE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1การวิเคราะห์หาความชื้น (Mositure)

วิธีวิเคราะห์ แบบ Drying methods

1. บดตัวอย่างอาหารสัตว์ที่ต้องการวิเคราะห์ให้มีขนาดประมาณ 20-30 เมส (mesh)

2. นำถ้วยอาหารสำหรับใส่ตัวอย่างวิเคราะห์หาความชื้น (weighing bottle) ที่ล้างสะอาดและเช็ดให้แห้งแล้วมาอบในตู้อบแห้ง (dry over) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เอาออกใส่ในโถอบแห้ง (desiccator) ปล่อยให้เย็น นำมาชั่งจนได้น้ำหนักแน่นอน

3 ชั่งตัวอย่างอาหารสัตว์ประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วย จดน้ำหนักแล้วนำเข้าอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง

4.นำถ้วยที่มีตัวอย่างอาหารสัตว์ออกจากตู้อบแห้ง ใส่ในโถอบแห้งปล่อยให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปก็คือ ปริมาณความชื้น

การคำนวณ

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(A-B)\times 100}{W}$$

A= น้ำหนักถ้วย + น้ำหนักตัวอย่างสัตว์ก่อนการอบ

B= น้ำหนักถ้วย + น้ำหนักตัวอย่างอาหารสัตว์หลังการอบ

W=น้ำหนักตัวอย่างอาหารสัตว์

2.2 การวิเคราะห์หาโปรตีน

วิธีวิเคราะห์ (โดยใช้เครื่อง Gerhardt (Kjidatherm ; Vapdest 2)

1.ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 0.5 กรัมใส่ลงในหลอดย่อยขนาด 250 ml

2.ใส่ลูกแก้ว 1 ลูก และ Catalyst mixture 5 กรัม

3.ใส่กรดซัลฟุริคเข้มข้น 20 ml. นำไปย่อยบนเตาย่อย (โดยครั้งแรกใช้ไฟอ่อน 250 $^{\circ}$C เป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงเร่งไฟให้มีความร้อนสูงขึ้นถึง 380-400 $^{\circ}$C จนได้สารละลายในหลอดสีฟ้าใส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ปิดสวิทซ์ไฟแล้วยกชุดหลอดย่อยวางไวเหนือเตาย่อย ทิ้งไว้ให้เย็นนำไปใส่ในที่สำหรับกลั่น

5.เมื่อสารละลายเย็นตัวแล้ว เติมกลั่น 40 ml. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปใส่ในที่สำหรับกลั่น

6.นำ Boric 4 % ที่เตรียมไว้ใส่ใน Erlenmeyer Flask 500 ml ประมาณ 75 ml.

7.เติม Mix indicator 2-3 หยด นำไปวางต่อเข้ากับเครื่องกลั่น Vapodest 2 ให้ปลาย Condenser จุ่มสารละลาย Boric ในฟลาส

8.ดำเนินการกลั่น ดังขั้นตอนต่อไปนี้

8.1.เสียบปลั๊กเครื่องกลั่น Vapodest 2, เปิด Power Switch ไฟเขียวจะสว่างขึ้น

8.2.เปิดน้ำเพื่อให้ไหลหล่อ Condenserไฟตำแหน่ง Cooling สีเหลืองจะกด

8.3.เลือกไอน้ำที่ใช้กลั่นโดยกดปุ่ม Stream ไปที่ตำหน่ง high

8.4.กดปุ่ม add NaOH จะเป็นการเติมด่างในหลอดย่อย ที่ต้องการกลั่นเติมจนได้สารละลายเป็นสีน้ำเงินเข้ม (ดูแผงสเกลถึงขีดประมาณ 120-150 ml)

8.5.ดูไฟตำแหน่ง Start ถ้าไฟติดแล้วให้กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการกลั่น ไฟตำแหน่ง distillation สีเหลืองจะติด ให้ทำการกลั่นประมาณ 3 นาที โดยดูให้สารละลายในฟลาสที่ใส่กรดบอริกไว้มีปริมาณเพิ่มขึ้น 175 ml. หรือทดสอบด้วยกระดาษ litmus สีแดงถ้าไม่เปลี่ยนสีแสดงว่าเก็บกาซหมดแล้ว

8.6.กดปุ่ม Stop เพื่อหยุดการกลั่น ลดฟลาสลง ชะปลายที่จุ่มอยู่ด้วยน้ำกลั่นทำ blank วิธีการเดียวกันที่กล่าวมาข้างต้น โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่างอาหาร

การคำนวณ หาเปอร์เซ็นต์โปรตีนทั้งหมด โดยใช้สูตร

$$\% \text{ โปรตีนทั้งหมด (Crude protein)} = \frac{1.4\,(V1-V2)N \times 6.25}{W}$$

ในเมื่อ N = ความเข้มข้นเป็น normal ของ H_2SO_4

W = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

V1= ml ของ H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

V2= ml ของ H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทกับ Blank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การวิเคราะห์หาไขมันในอาหารสัตว์

วิธีการวิเคราะห์ โดยการใช้เรื่องสกัดไขมันแบบ LABCONGO GOLDFISCH

1.นำบีกเกอร์ (beaker) สำหรับหาไขมันที่ล้างสะอาดและเช็ดให้แห้งแล้วมาอบในตู้อบ (drying oven) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

2.นำบีกเกอร์ออกจากตู้อบใส่ในโถอบแห้ง (desiccator) ปล่อยให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก

3.ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 2 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรองใส่ลงใน extraction thimble นำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง

4. ใส่ทิมเบิ้ลลงใน pyrex sample tube แล้วต่อเข้ากับโฮลดิ้ง คลิบ (holding clipe) ของเครื่องสกัด ไขมันแบบโกลฟิสช์

5.ใส่ Diethyl ether ลงในบีกเกอร์ ประมาณ 25-30 มล.แล้วนำมาต่อเข้ากับเครื่องให้เข้าที่

6.เปิดน้ำเย็นให้ไหลผ่านคอนเดนเซอร์ (condencer) ตลอดเวลา

7.เปิดสวิทช์ให้ความร้อน โดยใช้ความร้อนต่ำ (low) ใช้เวลาในหารสกัด 4-6 ชั่วโมง สังเกตได้จากสารละลายที่ไหลออกจากทิมเบิ้ล ถ้าไม่มีแสดงว่าอีเทอร์สกัดไขมันหมดแล้ว

8.เมื่อสกัดเสร็จแล้ว นำเอา pyrex sample tube ออก แล้วเอาหลอดรีเคลมมิ่ง (reclaiming tube) ใส่แทนที่ ให้ความร้อน Diethye ether จะกลั่นและถูกเก็บอยู่ในหลอดรีเคลมมิ่งส่วนไขมันจะอยู่ในบีกเกอร์

9.นำบีกเกอร์ที่มีไขมันไปอบมนตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วเอาออกใส่โถอบแห้ง ปล่อยให้เย็น ชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นภายหลังการสกัดตัวอย่างอาหารสัตว์คือ น้ำหนักของไขมัน

การคำนวณ

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{(A-B)\times 100}{W}$$

A = น้ำหนักบีกเกอร์ +น้ำหนักไขมันหลังจากอบแห้ง

B = น้ำหนักบีกเกอร์

C = น้ำหนักตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100718

2.4 การวิเคราะห์หาเยื่อใย (crude fiber)

วิธีวิเคราะห์

1.นำตัวอย่างอาหารภายหลังที่ได้วิเคราะห์หาไขมันเสร็จเรียบร้อย มาชั่งประมาณ 2-3 กรัม แล้วถ่ายลงในบิกเกอร์ (beaker) สำหรับวิเคราะห์หาเยื่อใยขนาด 600 มล.

2.ถ้าอาหารที่วิเคราะห์มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงหรือละเอียดมาก ๆ ให้ใส่ prepared asbestos 1 กรัม แล้วเติมกรดกำมะถันเข้มข้น 1.25% 200 มล ต้มจนเดือด ถ้าอาหารมีฟองมากหรือต้มแล้วกระโดดมากให้หยด amtifoam 1 หยด และ bumping chip 2-3 ชิ้นลงไปด้วย นำเข้าเครื่องย่อยหาเยื่อที่มี condenser เพื่อควบคุมความเข้มข้นให้คงที่เป็นเวลา 30 นาที ระหว่างที่ย่อยให้เขย่าบิกเกอร์เป็นระยะ ๆ เพื่อให้ส่วนของตัวอย่างอาหารสัตว์ที่ติดอยู่ข้างบิกเกอร์ลงไปอยู่ในสารละลาย

3.รีบนำสารละลายออกจากเครื่องย่อย แล้วกรองด้วยเครื่องกรอง รือผ้าลินินบน buchner funnel ที่ต่อกับ filtering flask โดยอาศัย suction pump ช่วยล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน (90-100 องศาเซลเซียส) จนหมดกรด

4.ถ่ายตะกอนกลับคืนลงในบีกเกอร์ใบเดิม เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1.25 % ลงไป 200 มล. และเอมิลแอลกอฮอล์ ประมาณ 2-3 หยด เพื่อป้องกันการเกิดฟองนำบีกเกอร์ไปเข้าเครื่องย่อยนาน 30 นาที นับเวลาตั้งแต่สารละลายเริ่มเดือด ระหว่างที่ย่อยให้บีกเกอร์ลงไปอยู่ในสารละลาย

5.เมื่อย่อยตัวอย่างอาหารสัตว์ ครบ 30 นาที นำบีกเกอร์ที่มีสารละลายออกจากเครื่องย่อยแล้วกรองด้วยผ้าลินิน ล้างด้วยน้ำร้อน (90-100 องศาเซลเซียส) จนหมดด่าง เสร็จแล้วล้างด้วยอัลกอฮอร์ประมาณ 20-25 มล.

6.ถ้าใช้ผ้าลินินกรองต้องถ่ายตะกอนออกจากผ้าใส่ลงใน crucible พยายามขูดตะกอนด้วยช้อน และspatula จากผ้าให้หมดเท่าที่จะกระทำได้ ต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้ตะกอนหกหรือตกหล่นได้

7.นำตะกอนที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

8.นำออกมาทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักคงที่

9.นำไปเผาเตาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วทิ้งให้เย็นใน disiccator แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ

$$\% \text{ เยื่อใย} = \frac{(A-B)\times 100}{W}$$

A=น้ำหนักถ้วย + น้ำหนักตะกอนหลังการอบแห้ง

B= น้ำหนักถ้วย + น้ำหนักเถ้าหลังการเผา

W = น้ำหนักตัวอย่าง

2.5 การวิเคราะห์เถ้าทั้งหมด

วิธีการวิเคราะห์

1.เผาถ้วยกระเบื้อง (Crucible) ที่สะอาดและแห้งในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเตาอบ แล้วชั่งเพื่อให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน

2.เติมตัวอย่างอาหารประมาณ 2 กรัม ลงในถ้วยกระเบื้อง ตัวอย่างนี้ส่วนใหญ่เป็นตัวอย่างแห้งที่ได้จากการวิเคราะห์หาความชื้น

3.เปิดพัดลมในตู้ดูดควันแล้วนำตัวอย่างในถ้วยกระเบื้องไปเผาในตู้ดูดควันโดยใช้ Hot plat ใช้ไฟอ่อนเผาจนกระทั้งหมดควัน แล้วจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง เผาจนเถ้าเป็นสีขาวหรือสีเทาอ่อน

4.นำตัวอย่างที่ไปเผาออกมาจากเตาเผาและปล่อยให้เย็นในตู้ดูดความชื้น จากนั้นทำการชั่งน้ำหนัก

2.6 การวิเคราะห์แคลเซี่ยม

วิธีการวิเคราะห์แคลเซี่ยมในอาหารด้วยวิธีโดยตรง

1.ชั่งตัวอย่างอาหารโดยให้มีแคลเซียมอยู่อย่างน้อย 5 มิลลิกรัม (ประมาณ 3 กรัม ของอาหาร) ลงใน crucible นำไปเผาบน hot plate จนแห้ง

2.แล้วนำไปเผาต่อไปเตาเผา โดยค่อยเร่งอุณหภูมิให้สูงขึ้นถึง 550 องศาเซลเซียส ทำการเผาที่อุณหภูมิระดับนี้เป็นเวลานาน 3-4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.นำออกจากเตาเผา ทิ้งไว้ให้เย็นและทำให้ขึ้นด้วยกรดไนตริกโดยใช้แท่งแก้วค่อยๆ หยดแค่พอชื้น ตั้งบน hot plate จนแห้ง

4.นำกลับไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส อีกเป็นเวลา 1 ½ ชั่วโมง ถ้าหากเถ้าที่ได้ยังไม่ขาวให้เติมกรดไนตริกอีก ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วเผาซ้ำอีกครั้งจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว

5.เติมกรดเกลือ 50 % จำนวน 10 ml (เพื่อเปลี่ยน CaO ให้เป็น $CaCl_2$) ลงในเถ้าใน crucible

6.นำไปตั้งบน hot phate ต้มเพื่อให้เถ้าละลายให้หมดใช้แท่งแก้วคน (ควรเปิดไฟอ่อน ๆ ขนาดเบอร์ 1-1.5)

7.ถ่ายสารละลายที่ได้ลงใน Volumeyric Flask ขนาด 250 ml ชะล้างเถ้าใน crucible ด้วยน้ำกลั่น (redistilled water) แล้วเทใส่ให้ได้ปริมาตรครบ 250 ml

8.ใช้ pipette ดูดสารละลายมา 50 ml ใส่ลงใน beaker ขนาด 250 ml แล้วหยด methyl red ลงไป 1-2 หยด (จะเป็นกรด มีสีส้มออกแดง) ทำให้เป็นกลางด้วยแอมโมเนียไฮดรอกไซด์อย่างเข้มข้น (ประมาณ 2-3 หยด) จนสารละลายมีสีเหลืองอ่อน ๆ ของ methyl red

9.เติมกรดเกลือ 6N ลงไปจำนวน 1.5 ml ยูเรีย จำนวน 5 กรัม และ ammonium oxalate 4 % จำนวน 5 ml ลงไปใน beaker (ถ้าหากมีตะกอนเกิดขึ้นควรใช้ตัวอย่างให้น้อยลง)

10.ปิด beaker ด้วยกระจกนาฬิกา นำไปต้มให้เดือดน้อย ๆ จนกระทั่งสารละลายใน beaker เปลี่ยนเป็นสีส้มหรือสีขาว แล้วยกลงทิ้งไว้ให้เย็น

11.กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 40 ล้างตะกอนด้วยแอมโมเนียเจือจางไปเรื่อยๆ จนหมด oxalate (ทดสอบ โดยหยด $CaCl_2$ในน้ำล้าง ถ้ายังเกิดตะกอนแสดงว่า oxalate ยังไม่หมด) ที่เหลือบนกระดาษกรองคือตะกอน CaC_2O_4 (calcium oxalate)

12.เอา beaker ใบเดิมที่ใช้ตกตะกอน ลองใต้กระดาษกรองเจาะกระดาษกรองให้เป็นรูล้างด้วยน้ำกลั่นจนหมดตะกอนแล้วเติมกรดกำมะถันเข้มข้น จำนวน 2.5 ml แล้วนำไปอุ่นบน hot phate ที่ 85 องศาเซลเซียส(เพื่อเร่งปฏิกริยา)

13.นำมาไตเตรทกับ potassium permanganate 0.05N จนสารละลายมีสีชมพูจาง ๆ ปรากฏอยู่ได้นานไม่ต่ำกว่า 30 วินาทีแสดงว่าถึงจุด ent point (กระดาษกรองที่เก็บไว้ ไว้ใส่เมื่อเลยจุด ent point)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15980

การคำนวณ หาเปอร์เซ็นต์แคลเซี่ยม

1 ml ของ 0.05N $KMnO_4$ = 0.001 กรัมของแคลเซี่ยม

$$\% \text{ แคลเซี่ยม} = \frac{ml \times 0.001 \times 100 \times 5}{W}$$

Ml = จำนวนของ $KMnO_4$ ที่ไตเตรท

W = น้ำหนักของอาหารที่วิเคราะห์

หมายเหตุ ถ้าหากอาหารมี % Ca มาก

ควรใช้ $(NH_4)C_2O_4$ sat.

2.7 การวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส

วิธีวิเคราะห์โดยวิธี Spectrotometry

1.เตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ดังนี้

1.1 นำถ้วยกระเบื้องที่มีเถ้าที่ทราบน้ำหนักแล้วจากการวิเคราะห์หาเถ้าทั้งหมดมาถ่ายทั้งหมดในบีกเกอร์ (beaker) ขนาด 250 มล. เติมสารละลายกรดเกลือเจือจาง 10 % (นน./นน.ถ.พ. 1.050) 10 มล.

1.2 เติมน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ประมาณ 100 มล. เติมสารละลายกรดเกลือเข้มข้นลงไป 5 มล. โดยใช้กระบอกตวง (graduate or measuring cylinder)

1.3 นำไปต้มบนเตาไฟ (hot plate) ด้วยไฟอ่อน ๆ ระเหยน้ำให้เหลือประมาณ 50 มล. ซึ่งจะใช้เวลานานประมาณ 2-3 ชั่วโมง

1.4 กรองตะกอนเถ้าที่เหลือด้วยกระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 42 ใส่ขวดวัดปริมาตร 250 มล. ใช้น้ำกลั่นร้อนล้างตะกอนจากบีกเกอร์ลงบนกระดาษกรอง โดยใช้แท่งแก้วคนช่วยในการให้ตะกอนที่ติดข้างบีกเกอร์

1.5 เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรจนได้ปริมาตร 250 มล. เก็บตัวอย่างน้ำไว้วิเคราะห์ฟอสฟอรัส

2.เตรียมกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัส (Standard curve for phosphorus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

Test tube number	Standard solu ml	Molybdovanadate * Regent, ml	น้ำกลั่น ml
1,2	1	2	7
3,4	2	2	6
5,6	3	2	5
7,8	4	2	4
9,10	5	2	3
11,12	6	2	2
13,14	7	2	1
15,16	8	2	-
Blank	-	2	8

* การเตรียม Molybdovanadate reagent นั้นทำได้โดยละลาย 20 กรัม แอมโมเนียโมลิบเดท $(NH_4)_6 Mo_7O_4 .4H_2O$) ในน้ำกลั่นร้อน 200 ml. (Solution A) ละลาย 1 กรัม แอมโมเนียมเมทตาวานาเดท (NH_3VO_3) ในน้ำกลั่นร้อน 125 ml. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นเติม 225 ml. 70% กรดเปอร์คลอริค ($HCLO_4$) (Solution B) ค่อย ๆ ริน Solution A ลงใน Solution B อย่างช้า ๆ พร้อมกับคนให้เข้ากันแล้วปรับให้มีปริมาตร 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ในการทดลองนี้เขียนเส้นกราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัสโดยให้ค่าของ %Absorbance อยู่บนแกน X และความเข้มข้นของฟอสฟอรัสอยู่บนแกน Y ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2

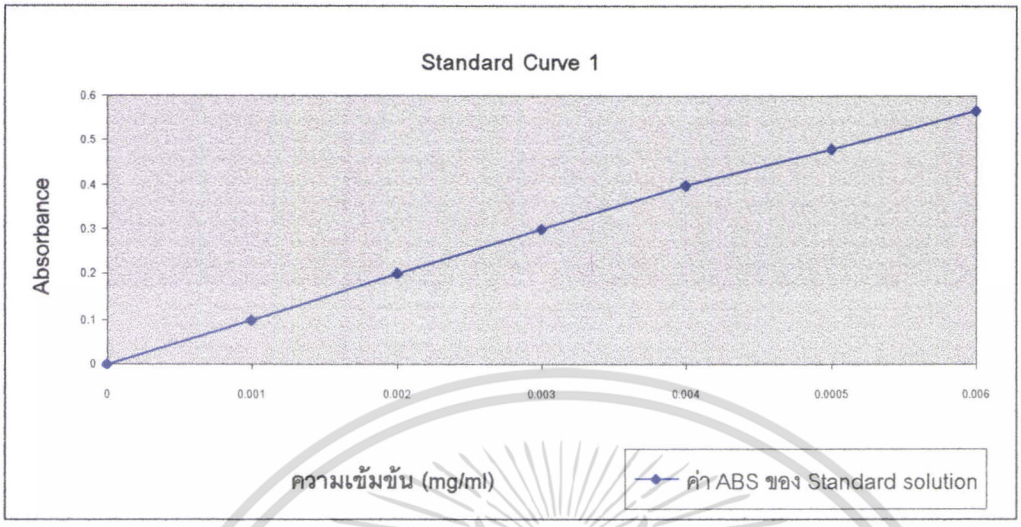
1.เขย่าหลอดแก้วสารละลายตัวอย่างกับMolibdovanadateให้เข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เพื่อให้เกิดสีเหลืองรีบนำไปอ่านค่า %Absorbance จากเครื่อง Spectrophotometer ที่ 400 nm. โดยใช้ Blank เป็นตัวเปรียบเทียบมาตรฐาน

2.ตัวอย่างอาหารถ้าฟอสฟอรัสสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป(จะต้องอยู่ในช่วงของ Standard curve)เราก็สามารถปรับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่างให้เหมาะสมได้ โดยทำให้เจือจางลงหรือเข้มข้นก็ได้

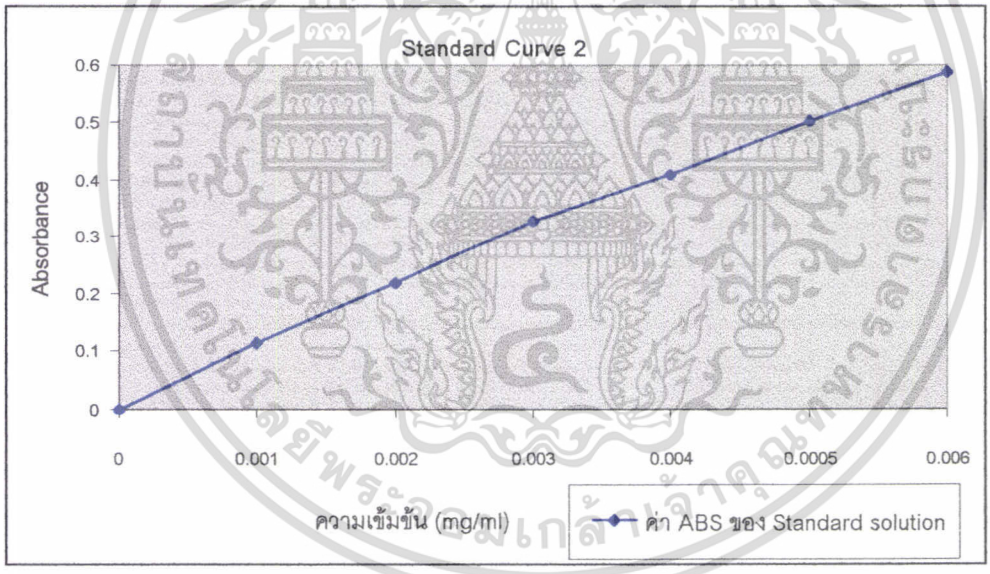
5. การคำนวณ (ตัวอย่าง)

5.1 น้ำหนักของอาหารแห้งที่เป็นตัวอย่าง (ปลายข้าว) = 1.7910 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 Standard Curve 1



ภาพที่ 3 Standard Curve 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2น้ำหนักนี้ถูกเผาจนเป็นเถ้าแล้วเจือจางจนมีปริมาณ 250 มล. ต่อมา 10 มล. ของสารละลายนี้ ถูกเจือจางจนมีปริมาตร 100 มล.

ฉะนั้น น้ำหนักของตัวอย่าง กรัม/มล. $= \frac{1.7910 \times 10}{250 \times 100}$ กรัม

5.3 ใช้สารละลายที่เจือจางนี้มา 2 มล. มาวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส

ฉะนั้นในสารละลาย 2 มล. มีเนื้อสาร $= \frac{1.7910 \times 2}{250 \times 10}$ กรัม

5.4จากเส้นกราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัสอ่านค่าฟอสฟอรัสในตัวอย่างอาหารจากสารละลาย 2 มล. ได้ = 0.08 มิลลิกรัม

5.5 น้ำหนักของตัวอย่าง $= \frac{1.7910 \times 2 \times 1000}{2500}$ กรัม

$= 1.433$ มิลลิกรัม

5.6 เพราะฉะนั้นเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในตัวอย่างแห้ง

$= \frac{0.08 \times 100}{1.433}$

$= 5.6\%$

2.8 การหา Nitrogen-free extract (NFE)

การหา NFE หรือคาร์โบไฮเดรทที่ละลายได้นี้ มักไม่ใช้ในการวิเคราะห์ แต่จะหาได้โดยการคำนวน โดยเอาเปอร์เซ็นต์ของโภชนะอื่น ๆ ทั้งหมดคือ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า มารวมกันแล้วหักออกจาก 100 ก็จะได้เปอร์เซ็นต์ของคาร์โบไฮเดรทที่มีอยู่ในตัวอย่างอาหาร

เปอร์เซนต์ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก = 100 - (%ความชื้น + %โปรตีน + %ไขมัน +%เยื่อใย +% เถ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.วิธีการศึกษาสิ่งปลอมปนของรำละเอียด

1.นำตัวอย่างวัตถุดิบที่บริสุทธิ์มาศึกษาลักษณะเด่นของ รำละเอียด รำหยาบ รำสกัดน้ำมัน เพื่อเป็นตัวอย่างในการเปรียบเทียบกับสิ่งปลอมปน

2.นำตัวอย่างรำละเอียดทั้ง 15 ตัวอย่างมา วิเคราะห์คุณภาพโดยการใช้ประสาทสัมผัส และส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ ควบคู่กับเทคนิคการลอยตัว (Flotation Technique) การทดสอบโดยการหยดสารเคมี (Chemical Spot Test)

การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ

1.การใช้ประสาทสัมผัส

1.1 การใช้มือสัมผัส เพื่อตรวจดูความชื้น ลักษณะเนื้อวัตถุดิบอาหาร การจับตัวเป็นก้อน ความหนักเบาของวัตถุดิบอาหาร

1.2 การใช้สายตา พิจารณาดู รูปร่าง สี ขนาด ความเก่าใหม่ สิ่งเจือปน ความสกปรก การทำลายของแมลง เชื้อรา

1.3 การใช้จมูกดมกลิ่น ดูความสดใหม่ของวัตถุดิบ มีกลิ่นเหม็นเน่า บูด เปรี้ยว ฉุน หืน อับ ซึ่งจะเกิดจากเชื้อรา การเก็บตัวอย่างไว้นาน หรืออาจเกิดจากสารเคมี

1.4 การใช้ลิ้นสัมผัส ชิมรสเพื่อตรวจสอบรสชาติ สามารถบอกความสุขดิบ

2.วิธีการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์

2.1นำตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่บดแล้วนำมาร่อนด้วยตะแกรงซึ่งช่วยแยกตัวอย่างออกเป็นส่วนหยาบ และส่วนละเอียด จากนั้นนำตัวอย่างแต่ละส่วนไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ต่อไป

2.2 ปรับกำลังขยายของกล้อง แล้วทำการปรับระยะห่างของท่อกล้องจุลทรรศน์ทั้ง 2 จนมองเห็นพื้นที่ฐานกล้องเป็นวงกลมเดียวกัน พร้อมกับปรับความคมชัดให้ดูเท่ากันทั้ง 2 ข้าง

2.3 นำตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เตรียมไว้ ประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในจานแก้ว เกลี่ยตัวอย่างให้กระจายบาง ๆ ไปทั่วจานแก้ว แล้วนำไปวางที่ฐานกล้องปรับความชัดของภาพโดยหมุนเลื่อนระยะเลนส์วัตถุจนเห็นภาพได้ชัดเจน จากนั้นจึงเริ่มตรวจดูลักษณะของตัวอย่างโดยเริ่มมุมหนึ่งของจานแก้วดูไปจนทั่ว ถ้ายังมีตัวอย่างส่วนใดยังหนาเกินให้ใช้เข็มเขี่ยให้กระจายออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ในขณะส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ดูลักษณะทั่วไปของรำละเอียดถ้าพบวัตถุดิบที่สงสัย หรือไม่แน่ใจว่าเป็นชิ้นส่วนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ให้ใช้คีมปลายแหลมคีบแยกออกมาให้ชัดเจนบีบวัตถุนั้นเพื่อตรวจสอบความแข็ง ความอ่อน และทำการทดสอบด้วยสารเคมีเพื่อความแน่ใจในการตรวจสอบมากยิ่งขึ้น

2.5 ทำการปรับกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ไปตามความเหมาะสมในขณะที่ส่องดูชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่เป็นลักษณะของตัวอย่างวัตถุดิบ หรือสิ่งเข้ามาปน ถ้าหากพบว่าสิ่งที่เข้ามาปนอยู่ในปริมาณมาก แสดงว่าเป็นสิ่งที่ใช้ปลอมปนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้น แต่ถ้าพบบ้างไม่มากอาจจะเป็นสิ่งที่ปะปนเข้ามาได้โดยบังเอิญให้ถือว่าเป็นสิ่งปกติที่พบได้

2.6 สิ่งปลอมปนในวัตถุดิบอาหารสัตว์มักถูกบดให้ละเอียด เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ผู้ซื้อวัตถุดิบอาหารสัตว์สังเกตได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้นการพบสิ่งปลอมปนจึงมักพบในส่วนละเอียด

3.การใช้เทคนิคทางเคมีเข้าช่วยในการตรวจสอบ

ในกรณีที่ไม่แน่ใจว่าวัตถุดิบ หรือสิ่งปลอมปนที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์นั้นเป็นอะไร จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคทางเคมีเข้าช่วย

3.1 เทคนิคการลอยตัวในสารละลาย (Flotation Techique) โดยอาศัยหลักการที่ว่าสารต่างชนิดมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน สารที่หนาแน่นมากกว่าจะจมลงในสารละลายที่มีความหนาแน่นต่ำ ส่วนสารที่มีความหน่าแน่นต่ำกว่าจะลอยขึ้นบนเมื่ออยู่ในสารละลายที่มีความหนาแน่นมากกว่า วิธีการนี้นิยมใช้สารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์(Carbontetrachoride) เป็นตัวแยกสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ออกจากกัน เนื่องจากสารละลายชนิดนี้มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำและสารอินทรีย์ เช่น แป้ง เซลสัตว์ แต่มีความหนาแน่นน้อยกว่าสารอินทรีย์ เช่น ดิน ทราย กระดูก เปลือกหอย หินฝุ่น ไดแคลเซียมฟอสเฟต และสารละลายที่ใช้ในการแยกนี้มีคุณสมบัติที่ระเหยได้ดี ทำให้ตัวอย่างที่แยกได้แห้งเร็ว สะดวกในการนำไปส่องกล้อง โดยชั่งตัวอย่างวัตถุดิบอาหารประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลอง แล้วเทสารคาร์บอนเตตระคลอไรด์ลงในหลอดทดลองประมาณ 9/10 ของหลอดทดลอง เพื่อให้เกิดการแยกชั้นอย่างเด่นชัดเขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงคือเกิดการแยกชั้นแล้ว ทำการกรองแยกทั้ง 2 ส่วนออกจากกันใส่กระดาษกรอง ปล่อยทิ้งไว้ให้สารคาร์บอนเตตระคลอไรด์ระเหยออกจากตัวอย่างวัตถุดิบจนหมด จากนั้นนำกระดาษกรองไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเข้าตู้ดูดความชื้นประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นไปชั่งน้ำหนักทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ส่วนจมของสารอนินทรีย์ และเปอร์เซนต์ส่วนลอยของอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การคำนวณหาปริมาณของสารอนินทรีย์ได้ ดังสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ส่วนจม} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนจม} \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้}}$$

3.3 การทดสอบโดยการหยดสารเคมี(Chemical Spot Test)ในการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ถ้าสงสัย หรือไม่แน่ใจว่าวัตถุดิบนั้นคืออะไรให้ใช้คีมปลายแหลม คีบวัตถุดิบนั้นออกมาวางบนจานแก้ว แล้วหยดกรดไฮโดรคลอริค เข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ลงไปบนตัวอย่างที่สงสัยถ้าเป็นสารพวกเปลือกหอย ปูนขาว หรือหินฝุ่น เมื่อหยดกรด จะเกิดฟองฟู่อย่างรวดเร็ว ถ้าเป็นทรายจะไม่เกิดปฏิกริยา ถ้าเป็นเอ็นโดเสปิร์ม ของเมล็ดธัญญาพืชจะเกิดการพองตัว ถ้าเป็นไดแคลเซียมฟอตเฟต ก้างปลา กระดูกป่น เมื่อหยดกรดจะเกิดฟองฟู่แต่ไม่เร็วมากนักแล้วหยดแอมโมเนียโมลิปเดท จะได้ตะกอนสีเหลือง ส่วนถ้าเป็นพวกเกลือแกง (NaCl)ให้หยดซิลเวอร์ไนเตท ($AgNO_3$) 10 เปอร์เซ็นต์ จะได้ตะกอนสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนมทันที และถ้าพบวัตถุที่สงสัยเป็น กีบ เขา หรือ เจลลาติน ให้หยดกรด อะซิติก ถ้าไม่มีปฏิกริยาใด ๆ แสดงว่าเป็นกีบเขา ถ้าเกิดลักษณะอมน้ำเป็นวุ้นเหนียวใส มีเมือกพองออกมา แสดงว่าเป็นเจลลาติน

4.การบันทึกผลการวิเคราะห์

4.1 บันทึกเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน เยื่อใย ไขมัน เถ้า ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก แคลเซี่ยมและฟอสฟอรัส ในแต่ละซ้ำ ซึ่งในการวิเคราะห์จะทำ 2 ซ้ำด้วยกัน

4.2 นำผลการวิเคราะห์ในข้อ 4.1 มาหาค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมของวัตถุดิบอาหารสัตว์

4.3 บันทึกลักษณะต่าง ๆ และลักษณะเด่นของวัตถุดิบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ พวก รำละเอียด รำสกัดน้ำมัน รำหยาบ จากกล้องจุลทรรศน์

4.4 บันทึกชนิด และลักษณะสิ่งปลอมปน หรือสิ่งจำกัดคุณภาพให้ต่ำลง

4.5 บันทึกภาพของลักษณะวัตถุดิบอาหารสัตว์บริสุทธิ์ พวก รำละเอียด รำหยาบ รำสกัดน้ำมัน รวมทั้งสิ่งปลอมปนจากกำลังขยายกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ

4.6 บันทึกผลที่ได้จากการใช้เทคนิคการลอยตัว วิธีการทดสอบทางเคมีด้วยการหยดสารเคมี

4.7 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดจากตรวจสอบการปลอมปน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การรายงานผลการวิเคราะห์

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง คือ เปอร์เซ็นต์ ความชื้น โปรตีน เยื่อใย ไขมัน เถ้า ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก แคลเซียมและฟอสฟอรัส ในแต่ละซ้ำ ซึ่งในการวิเคราะห์จะทำ 2 ซ้ำ นำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพื่อทำการวิเคราะห์ว่าคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำมาทดลองจากแหล่งต่าง ๆ มีความผันแปรมากน้อยเพียงใด รายงานถึงชนิดของสิ่งปลอมปนและจำนวนตัวอย่างที่มีสิ่งปลอมปนเป็นร้อยละของตัวอย่างทั้งหมดและเปอร์เซนต์ของสารอนินทรีย์ที่มีในวัตถุดิบ

6. สถานที่ทำการศึกษาและวิเคราะห์หาคุณค่าอาหาร

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

7.ระยะเวลาในการศึกษาและวิเคราะห์

เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2541ถึง เดือน 15 มีนาคม พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและการวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของรำละเอียด จำนวน 15 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างจากโรงงานอุตสาหกรรมประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ร้านค้า 30 เปอร์เซ็นต์ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ 15 เปอร์เซ็นต์ หน่วยงานราชการ 25 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมดปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 5 คือ รำละเอียด มีความชื้น 9.48 $\pm$ 1.53 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 13.50 $\pm$ 1.68 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 13.41 $\pm$ 5.10 เปอร์เซนต์ เยื่อใย 4.52 $\pm$ 1.61 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 8.29 $\pm$ 1.01 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.1233 $\pm$ 0.0988 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.5040 $\pm$ 0.4151 คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ 50.80 $\pm$ 5.12 เปอร์เซ็นต์ จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะจะพบว่า มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์โปรตีน เถ้า และความชื้นใกล้เคียงกับรายงานของกองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2536) และ จีระพร (2539) ค่าของไขมันมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของณหทัยและคณะ(2539)แต่มีค่าต่ำกว่ากองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2536)อย่างเด่นชัด อาจเนื่องมาจากในการทดลองครั้งนี้มีตัวอย่างที่เป็นรำสกัดซึ่งไขมันต่ำรวมอยู่ด้วย 2 ตัวอย่าง ซึ่งรำสกัดมีไขมันน้อยกว่าในรำละเอียดมาก คือ มีไขมันเพียง 1-2 เปอร์เซนต์ ส่วนค่า ฟอสฟอรัส แคลเซียม และค่าไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรกซ์ มีค่าใกล้เคียงกับการรายงานผลการทดลองของ จีระพร(2539) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความชื้นในการทดลองครั้งนี้จะใกล้เคียงกับกองควบคุมอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2536) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.66 แต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโปรตีนของกองควบคุมอาหารสัตว์มีค่าต่ำกว่าการวิเคราะห์ในการทดลองนี้ อาจเนื่องมาจากรำละเอียดที่นำมาวิเคราะห์มีหลายชนิดและหลายแหล่งเช่น โรงงานอาหารสัตว์ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ร้านค้า และหน่วยงานข้าราชการ ทำให้เกิดความแตกต่างในคุณภาพได้มากแสดงให้เห็นว่าอาจมีกระบวนการผลิตหรือการสีข้าวแตกต่างกันจึงมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกัน ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฟอสฟอรัสและแคลเซี่ยมมีค่าไม่สูงมากและใกล้เคียงกับจีระพร (2539) เนื่องจากมีค่าน้อยอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของรำละเอียดจำนวน 15 ตัวอย่าง

ค่าทางสถิติ	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	NFE	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
ค่าเฉลี่ย	9.48	13.50	13.41	4.52	8.29	50.80	0.1233	1.5040
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.53	1.68	5.10	1.61	1.01	5.12	0.0988	0.4151
ค่าต่ำสุด	7.54	10.89	1.54	1.83	6.39	43.32	0.0333	0.4303
ค่าสูงสุด	12.08	17.75	21.62	8.00	10.14	61.29	0.4400	2.0740

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของรำละเอียดตามลำดับค่าสูงสุดของโปรตีนและเปอร์เซนต์ของสารอนินทรีย์

รหัสตัวอย่าง	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	ฟอสฟอรัส	เยื่อใย	แคลเซี่ยม	เถ้า	NFE	มาตรฐานโปรตีน[1/]	สารอนินทรีย์	สิ่งปลอมปน/ปะปน
0909	10.14	10.89	15.12	0.4303	4.39	0.4400	8.85	50.61	ต่ำ	0.545	-
0903	12.08[2/]	11.95	15.38	1.9594	5.06	0.1083	9.66	45.86	ต่ำ	2.22	-
0906	8.95	12.04	16.20	1.7433	4.18	0.1748	8.46	50.17	ได้	0.36	-
0912	10.07	12.13	8.16[3/]	1.2587	1.96	0.0583	6.39	61.29	ได้	1.06	ปลายข้าว
0914	7.94	12.85	16.59	1.2452	5.06	0.0747	10.14[4/]	47.42	ได้	0.41	แกลบ
0907	8.20	12.90	14.64[3/]	1.6489	5.69	0.0833	8.82	49.76	ได้	3.16	แกลบ
0911	9.25	13.06	16.38	1.6841	3.86	0.0833	7.36	50.10	ได้	0.70	-
0910	10.97	13.26	13.85[3/]	1.8441	1.83	0.0333	7.86	52.23	ได้	0.57	-
0902	8.23	13.41	14.40[3/]	1.3994	5.88	0.1250	7.57	50.51	ได้	2.79	ปลายข้าว
0905	8.75	13.53	12.90[3/]	1.4875	3.92	0.1749	6.98	53.92	ได้	0.29	-
0904	9.31	13.76	1.54	2.0740	5.61	0.1332	8.49	61.29	ต่ำ	0.25	-
0915	7.54	14.53	21.62	1.1718	2.48	0.0333	8.12	45.71	ได้	0.45	-
0908	11.14[2/]	15.05	4.15[3/]	1.3445	8.00	0.0916	9.16	52.50	ได้	1.24	-
0901	7.62	15.45	15.69	1.9452	5.08	0.0750	8.88	47.28	ได้	3.21	-
0913	12.00[2/]	17.75	14.54[3/]	1.3241	4.76	0.1600	7.63	43.32	ได้	0.41	-
ค่าเฉลี่ย	9.48	13.50	13.41	1.5040	4.52	0.1233	8.29	50.80	-	1.224	-
ค่า SD	1.53	1.68	5.10	0.4151	1.61	0.0988	1.01	5.12	-	1.095	-
ค่า max	12.08	17.75	21.62	2.0740	8.00	0.4400	10.14	61.29	-	3.21	-
ค่า min	7.54	10.89	1.54	0.4303	1.83	0.0333	6.39	43.32	-	0.29	-

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 0904 และ 0908 เป็นรำสกัด

1/ มาตรฐานของกรมปศุสัตว์โดยคำนึงโปรตีนเป็นหลัก

2/ ตัวอย่างที่มีความชื้นไม่ได้มาตรฐานของกรมปศุสัตว์

3/ ตัวอย่างที่มีไขมันไม่ได้มาตรฐานของกรมปศุสัตว์

4/ ตัวอย่างที่มีเถ้าไม่ได้มาตรฐานของกรมปศุสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิจารณ์ส่วนประกอบทางเคมี ดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีความผันแปรสูงในค่าไขมัน และ ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรกซ์ รองลงมาคือ โปรตีนและเยื่อใย ดังนั้นถ้าพิจารณาเฉพาะค่าโปรตีนเป็นหลักจะพบว่า ค่าโปรตีนของรำละเอียดและรำสกัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมปศุสัตว์ ซึ่งต้องมีค่ามากกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ มี ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนรำทั้งหมด แต่ถ้าพิจารณารวมถึงโภชนะอื่น ๆ คือไขมัน และเถ้า จะพบว่า มีรำละเอียดถึง 73.3 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งต่ำกว่า มาตรฐานของกรมปศุสัตว์ คือ มีเยื่อใยได้ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ ไขมันมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น ไม่เกิน 11 เปอร์เซ็นต์ และเถ้าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่า รำละเอียดที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ยังมีความผันแปรมากโดยเฉพาะปริมาณไขมัน ซึ่งเห็นได้จากส่วนมากจะไม่ได้มาตรฐานและสังเกตได้ว่าที่ไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากมีไขมันต่ำ ถึง 46 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด

<u>ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ</u>

1. ลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไป และลักษณะเด่นของรำละเอียดและรำสกัดน้ำมัน

รำละเอียด มีสีเหลืองนวลเป็นปุย มีแกลบและปลายข้าวปนมาบ้างเล็กน้อย มีกลิ่นหอม ไม่มีกลิ่นเหม็นอับ ลักษณะเด่นเมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นเป็นเนื้อสีเหลืองเป็นปุย ฟูนุ่มและชุ่มไปด้วยน้ำมัน มีปลายข้าวหักและแกลบบดปนอยู่ด้วย นอกจากนี้ยังพบจมูกข้าวซึ่งมีสีขาวขุ่น เทสต้า(Testa) มีลักษณะสีแดงหรือในบางสายพันธุ์เป็นสีชมพูปนมากับรำละเอียด ดังภาพที่ 4

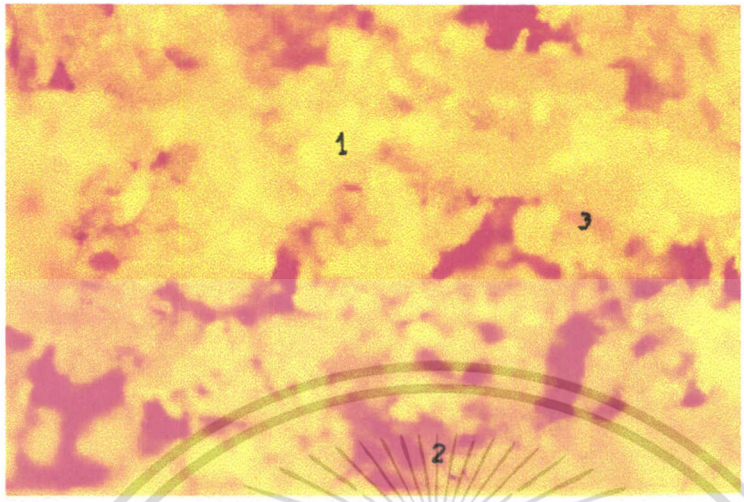
รำสกัดน้ำมัน จะมีลักษณะแห้งเป็นผงหรือเป็นฝุ่นมาก เยื่อหุ้มเมล็ดมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ ลักษณะเบาและแห้ง ไม่ชุ่มด้วยน้ำมันเหมือนรำละเอียด ปลายข้าวและแกลบ จะแยกตัวชัด

2. การศึกษาลักษณะสิ่งปลอมปน

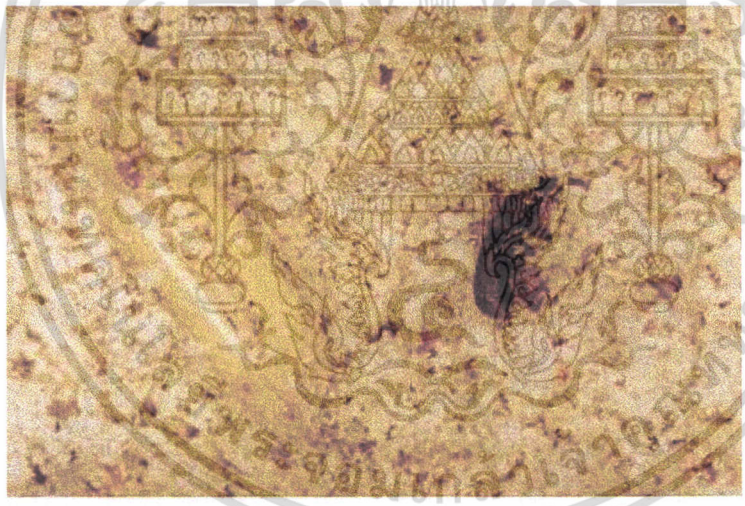
ลักษณะของแกลบบด มีสีน้ำตาล หรือสีเหลืองทอง ผิวด้านนอกหยาบขรุขระ มีลายเส้นยาวและขวางตัดกัน มีจุดเล็ก ๆ อยู่บนผิว ซึ่งจุดนี้จะหยาบและสะท้อนแสงแวววาว เพราะมีส่วนของ Silica ส่วนปลายข้าวจะมีลักษณะเป็นสีขาวชิ้นเล็ก ๆการปลอมปนปลายข้าวและแกลบมีประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์จากรำทั้งหมด 15 ตัวอย่าง

ลักษณะของซากแมลง ถ้าเป็นซากมอดจะเห็นตัวมอดสีน้ำตาล หรือสีดำ บางครั้งอาจพบส่วนของขาและหัวหลุดออกจากกันพบการปลอมปน 2 ตัวอย่างหรือ 15.5 เปอร์เซ็นต์จากตัวอย่างทั้งหมด บางตัวก็ยังมีชีวิตอยู่ ดังภาพที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

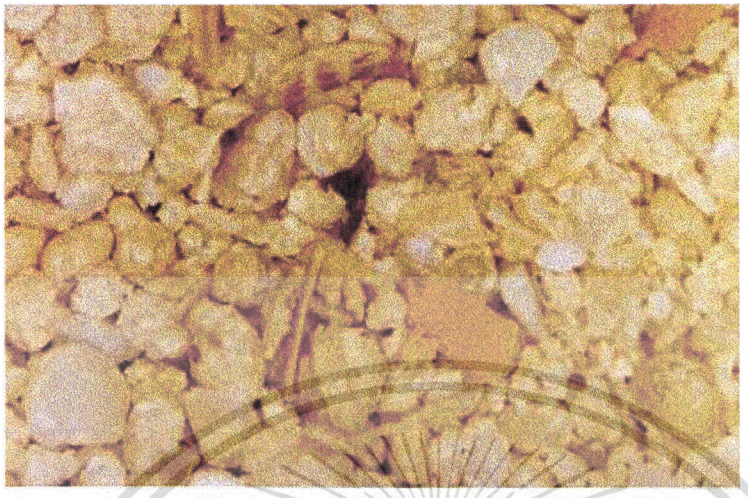


ภาพที่ 4 ลักษณะของรำละเอียด จากกำลังขยาย 20 เท่า แสดง 1. Pericarp 2.แกลบ 3. Testaมีลักษณะสีแดง



ภาพที่ 5 การปลอมปนของแกลบในรำข้าว กำลังขยายกล้องจุลทรรศน์ 20 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 การปลอมปนของ แกลบบดและปลายข้าวในรำสกัดน้ำมัน

ภาพที่ 7 ลักษณะการปลอมปนของแกลบและตัวมอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์สารอนินทรีย์ในรำละเอียด

ผลการวิเคราะห์รำละเอียดด้วยเทคนิคการลอยตัวเพื่อตรวจสอบสิ่งปลอมปนที่เป็นสารอนินทรีย์พบว่า วัตถุส่วนจมมีเพียงเล็กน้อย เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์และทดสอบด้วยสารเคมีแล้วพบว่าเป็นทรายมีขนาดเล็กมากมีปริมาณไม่มากถือว่าไม่ใช่สิ่งปลอมปนและเมื่อนำมาคิดเป็นอัตราเปอร์เซ็นต์ส่วนจมและเปอร์เซ็นต์ส่วนลอยจะเห็นได้ว่ามีสิ่งปลอมปนในอัตราที่น้อยมาก มีค่าเฉลี่ย 1.22$\pm$ 1.10 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าต่ำสุด 0.29 และค่าสูงสุด 3.21 เปอร์เซ็นต์

จากผลการตรวจสอบทางด้านส่วนประกอบทางเคมีด้วยวิธี proximate analysis และทางกายภาพ ทั้ง 15 ตัวอย่างสรุปได้ว่าตัวอย่างที่ได้มาตรฐาน มีประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีค่าทางเคมีใกล้เคียงกับกรมปศุสัตว์และมีการปลอมปนน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

1.ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของรำข้าว ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

รำละเอียด มีความชื้น 9.48 ± 1.53 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 13.50 ± 1.68 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 13.41 ± 5.10 เยื่อใย 4.52 ± 1.61 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 8.29 ± 1.01 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.1233 ± 0.0988 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.5040 ± 0.4151 คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ 50.80 ± 5.12 เปอร์เซ็นต์

2.สิ่งปลอมปน หรือสิ่งจำกัดคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์

ถ้าเป็นสารอินทรีย์ที่พบในรำละเอียด พบแกลบบด ปลายข้าวบดประมาณ 26.7 เปอร์เซ็นต์หรือประมาณ 4 ตัวอย่าง และพบซากแมลงประมาณ 2 ตัวอย่างหรือ 13.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารที่เป็นอนินทรีย์ อาจมี ดิน และทรายปะปนมาบ้าง มีมีค่าเฉลี่ย 1.22 ± 1.10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองควบคุมอาหารสัตว์.2533. รายงานผลการปฏิบัติงานประจำปี2533. กรมปศุสัตว์, กรุงเทพมหานคร. 26 น.

กองควบคุมอาหารสัตว์.2536. รายงานผลการปฏิบัติงานประจำปี 2536 . กรมปศุสัตว์ , กรุงเทพมหานคร . 36 น.

จารุรัตน์ เศรษฐภักดี.2538. อาหารสัตว์เศรษฐกิจ.ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ,มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่,สงขลา.264 น.

จีระพร สังขเวทัย . 2539 . การศึกษาคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางประเภท. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ , คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง , กรุงเทพมหานคร. 56 น.

ณหทัย และคณะ. 2539. การใช้กากถั่วเขียวจากโรงงานวุ้นเส้นในอาหารนกกระทา . ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ , คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง,กรุงเทพมหานคร .45 น.

ทวี แก้วคง .2527. โภชนศาสตร์สัตว์เบื้องต้นและการใช้อาหารสัตว์. กรุงสยามการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.242 น.

ปกรณ์ วิสนานุศิษย์ .2541. ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของรำสกัดน้ำมัน . บริษัทไชโยเกษตรอุตสาหกรรม,สิงห์บุรี.เอกสารโรเนียว.5 น.

ปวีณา หมวดทิพย์ .2540. การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของรำละเอียดในสัตว์ปีก. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.45 น.

พันธิพา พงษ์เนียจันทร์ . 2530. หลักโภชนศาสตร์และการประยุกต์. ภาควิชาสัตวบาล , คณะเกษตรศาสตร์ , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,เชียงใหม่. 575 น.

แพรวพรรณ และคณะ .2532. การตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ของผู้ผลิตอาหารสัตว์ . กองควบคุมอาหารสัตว์ , กรมปศุสัตว์ . 27.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภานุวัฒน์ จันทร์ลาด .2541. การใช้ถั่วเขียวทดแทนรำละเอียดในอาหารนกกระทาเล็ก. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ , คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง , กรุงเทพมหานคร.35 น.

มณีรัตน์ ดำรงเกียรติเวท. 2530. Quality control . บริษัท เจริญโภคภัณฑ์ ประเทศไทย 18 -25.

ศรีสกุล วรจันทรา .2537. โภชนะศาสตร์. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ , คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร . 337 น.

ศรีสกุล วรจันทรา . 2540. ปฏิบัติการเทคโนโลยีอาหารสัตว์ . ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง , กรุงเทพมหานคร .เอกสารโรเนียว.79 น.

สมพงษ์ ลาภทวีสุขสกุล . 2538. การศึกษาคุณภาพและสิ่งปลอมปนของวัตุดิบอาหารสัตว์บางชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์ . ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ , คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง , กรุงเทพมหานคร .72 น.

เสาวนิต คูประเสริญ .2527. อาหารสัตว์เบื้องต้น. ภาควิชาสัตวบาล , คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์.254 น.

อุทัย คันโธ. 2527. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก .ภาควิชาสัตวบาล ,คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน , นครปฐม . 297 หน้า.

อุทัย คันโธ.2529.อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก.ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ.ภาควิชาสัตวบาล,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กำแพงแสน, นครปฐม.297 น.

AOAC.(Asociation of offial Analytical Chemist).1984. Offcial Method of Analytical Chemist. 14 the ed. Washington D.C.227 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีเรียงตามลำดับหมายเลขลำดับตัวอย่างรำละเอียด

รหัสตัวอย่าง	ความชื้น	%โปรตีน	%ไขมัน	% ฟอสฟอรัส	%เยื่อใย	%แคลเซียม	%เถ้า	NFE
0901	7.62	15.45	15.69	1.9452	5.08	0.0750	8.88	47.28
0902	8.23	13.41	14.40	1.3994	5.88	0.1250	7.57	50.51
0903	12.08	11.95	15.38	1.9594	5.06	0.1083	9.66	45.86
0904	9.31	13.76	1.54	2.0740	5.61	0.1332	8.49	61.29
0905	8.75	13.53	12.90	1.4875	3.92	0.1749	6.98	53.92
0906	8.95	12.04	16.20	1.7433	4.18	0.1748	8.46	50.17
0907	8.20	12.90	14.64	1.6489	5.69	0.0833	8.82	49.76
0908	11.14	15.05	4.15	1.3445	8.00	0.0916	9.16	52.50
0909	10.14	10.89	15.12	0.4303	4.39	0.4400	8.85	50.61
0910	10.97	13.26	13.85	1.8441	1.83	0.0333	7.86	52.23
0911	9.25	13.06	16.38	1.6841	3.86	0.0833	7.36	50.10
0912	10.07	12.13	8.16	1.2587	1.96	0.0583	6.39	61.29
0913	12.00	17.75	14.54	1.3241	4.76	0.1600	7.63	43.32
0914	7.94	12.85	16.59	1.2452	5.06	0.0747	10.14	47.42
0915	7.54	14.53	21.62	1.1718	2.48	0.0333	8.12	45.71
ค่าเฉลี่ย	9.48	13.50	13.41	1.5040	4.52	0.1233	8.29	50.80
ค่า SD	1.53	1.68	5.10	0.4151	1.61	0.0988	1.01	5.12
ค่า max	12.08	17.75	21.62	2.0740	8.00	0.4400	10.14	61.29
ค่า min	7.54	10.89	1.54	0.4303	1.83	0.0333	6.39	43.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของรำละเอียดโดยเรียงตามลำดับค่าสูงสุดของโปรตีน

รหัสตัวอย่าง	ความชื้น	%โปรตีน	%ไขมัน	% ฟอสฟอรัส	%เยื่อใย	%แคลเซี่ยม	%เถ้า	NFE
0909	10.14	10.89	15.12	0.4303	4.39	0.4400	8.85	50.61
0903	12.08	11.95	15.38	1.9594	5.06	0.1083	9.66	45.86
0906	8.95	12.04	16.20	1.7433	4.18	0.1748	8.46	50.17
0912	10.07	12.13	8.16	1.2587	1.96	0.0583	6.39	61.29
0914	7.94	12.85	16.59	1.2452	5.06	0.0747	10.14	47.42
0907	8.20	12.90	14.64	1.6489	5.69	0.0833	8.82	49.76
0911	9.25	13.06	16.38	1.6841	3.86	0.0833	7.36	50.10
0910	10.97	13.26	13.85	1.8441	1.83	0.0333	7.86	52.23
0902	8.23	13.41	14.40	1.3994	5.88	0.1250	7.57	50.51
0905	8.75	13.53	12.90	1.4875	3.92	0.1749	6.98	53.92
0904	9.31	13.76	1.54	2.0740	5.61	0.1332	8.49	61.29
0915	7.54	14.53	21.62	1.1718	2.48	0.0333	8.12	45.71
0908	11.14	15.05	4.15	1.3445	8.00	0.0916	9.16	52.50
0901	7.62	15.45	15.69	1.9452	5.08	0.0750	8.88	47.28
0913	12.00	17.75	14.54	1.3241	4.76	0.1600	7.63	43.32
ค่าเฉลี่ย	9.48	13.50	13.41	1.5040	4.52	0.1233	8.29	50.80
ค่า SD	1.53	1.68	5.10	0.4151	1.61	0.0988	1.01	5.12
ค่า max	12.08	17.75	21.62	2.0740	8.00	0.4400	10.14	61.29
ค่า min	7.54	10.89	1.54	0.4303	1.83	0.0333	6.39	43.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณสารอนินทรีย์เป็นเปอร์เซ็นต์ที่พบในรำละเอียด โดยวิธีการลอยตัวในสารละลาย

รหัสตัวอย่าง	% จม(สารอนินทรีย์)	%ลอย(สารอินทรีย์)
0901	3.21	96.79
0902	2.79	97.22
0903	2.22	97.79
0904	0.25	99.75
0905	0.29	99.71
0906	0.36	99.54
0907	3.16	96.84
0908	1.24	98.79
0909	0.545	99.45
0910	0.57	99.43
0911	0.70	99.30
0912	1.06	98.94
0913	0.41	99.59
0914	0.41	99.59
0915	0.45	99.55
ค่าเฉลี่ย	1.224	98.77
SD	1.095	1.088
Max	3.21	99.75
Min	0.29	96.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 ลักษณะการปลอมปนที่พบในรำละเอียด

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะการปลอมปน
0901	แกลบปนปกติ
0902	ปลายข้าวหักปนมาก
0903	แกลบและปลายข้าวหักชิ้นใหญ่
0904	ปลายข้าวปนมาก
0905	แกลบ,ปลายข้าวปกติ
0906	แกลบ,ปลายข้าวปนปกติ
0907	แกลบปนมาก
0908	แกลบปนปกติ
0909	แกลบปนปกติ
0910	แกลบปนปกติ
0911	แกลบปนปกติ
0912	แกลบ,ปลายข้าวหักปนมาก
0913	แกลบปนปกติ
0914	แกลบปนปกติ
0915	แกลบปนปกติ

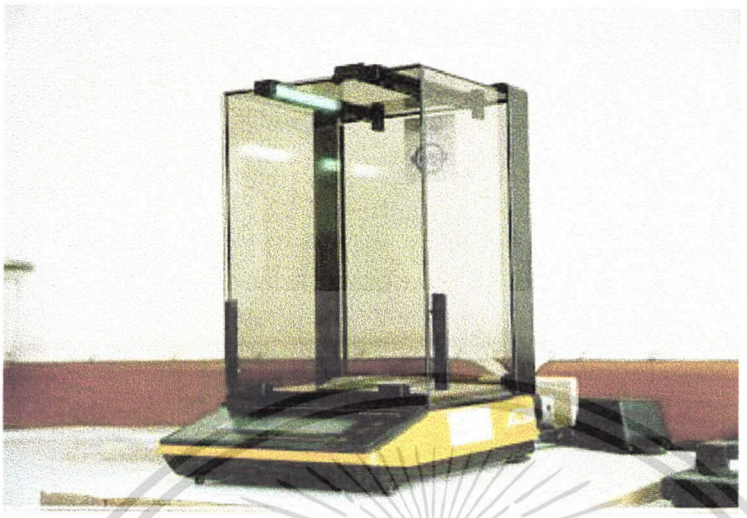
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือห้องปฏิบัติการ

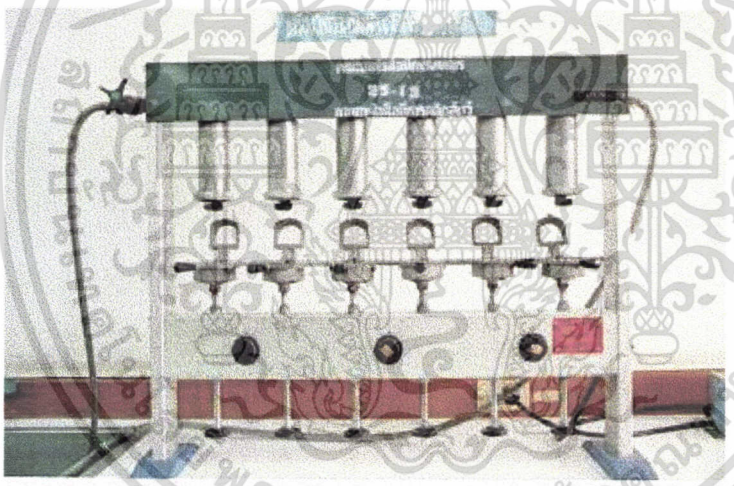
ภาพผนวกที่ 1 ตู้ดูดความชื้น (Desicator)

ภาพผนวกที่ 2 เครื่องบดตัวอย่างอาหาร (ultra centrifugal mill)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

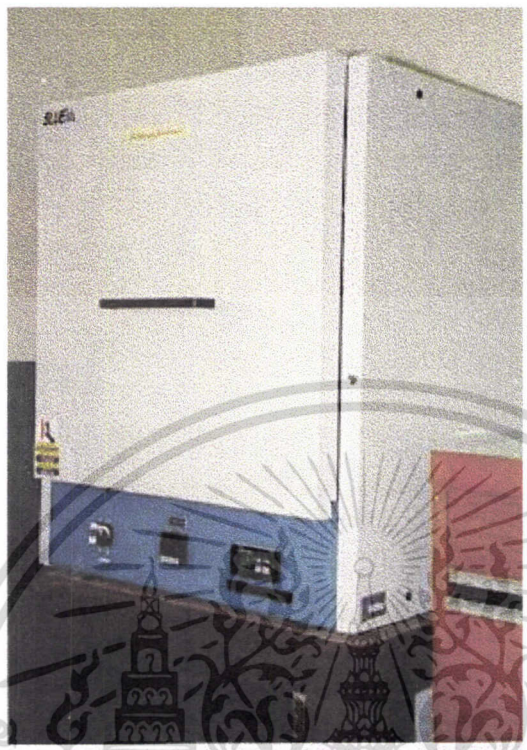


ภาพผนวกที่ 3 เครื่องชั่ง (Electronic Analytical Balance)

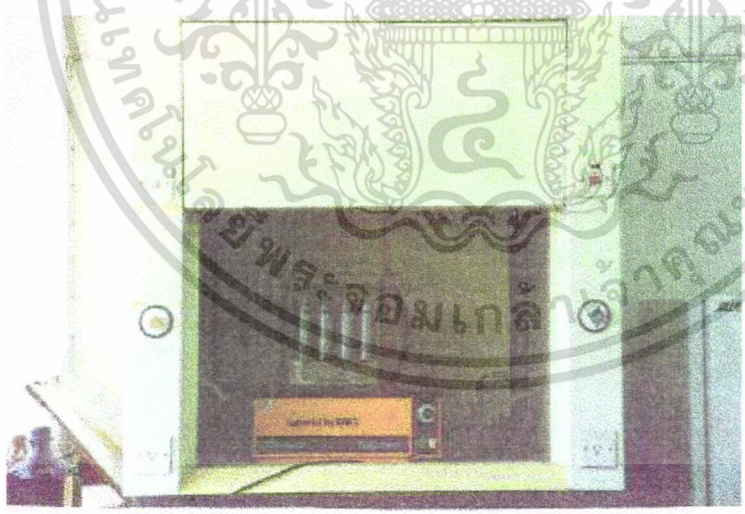


ภาพผนวกที่ 4 เครื่องวิเคราะห์หาไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

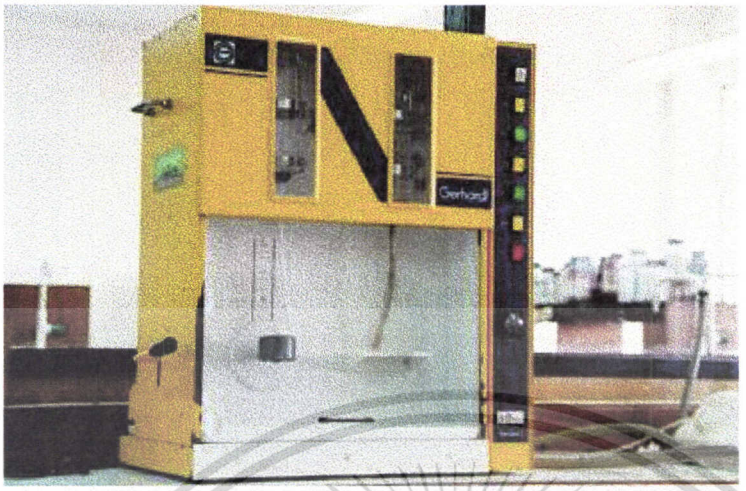


ภาพผนวกที่ 5 เตาเผา



ภาพผนวกที่ 6 เครื่องย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

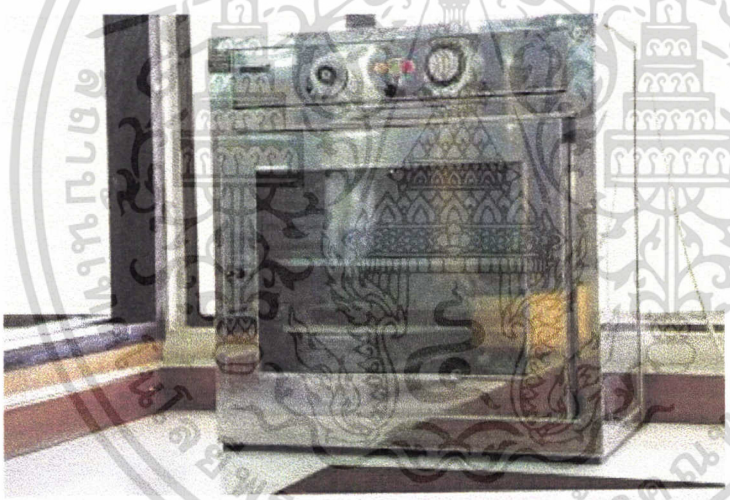


ภาพผนวกที่ 7 เครื่องกลั่น

ภาพผนวกที่ 8 เครื่องมือวิเคราะห์หาเยื่อใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 9 เครื่อง Spectrophotometry



ภาพผนวกที่ 10 ตู้อบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้