15977

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของข้าวฟ่าง

Studies on Chemical Composition and some Adulterant of Grain Sorghum

T100619

โดย

นาย อภิรุม วรรณพุฒ

ฟพ.
@262ก
2542
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....100619
วัน,เดือน,ปี.....

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ ฯ

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

✓

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

เรื่อง

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของข้าวฟ่าง
Studies on Chemical Composition and
some Adulterant of Grain Sorghum

โดย

นาย อภิรุม วรรณพุฒ

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

ภาควิชารับรองแล้ว
.....
(ผศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
วัน 30 เดือน พ.ค. ปี 42

14 ก.ค. 2542

ฝพ.
@262 ก
2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของข้าวฟ่าง

Studies on Chemical Composition and some Adulterant of Grain Sorghum

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและทางกายภาพของข้าวฟ่าง โดยเก็บตัวอย่างมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ร้านค้า จำนวน 15 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Proximate Analysis (AOAC,1992) ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ และตรวจสอบคุณภาพและสิ่งปลอมปนด้วยกล้องจุลทรรศน์ ผลปรากฏว่า

ข้าวฟ่าง มีความชื้น 10.00 ± 0.85 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 8.87 ± 1.02 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.64 ± 1.22 เยื่อใย 1.57 ± 0.50 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 1.63 ± 0.28 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.0740 ± 0.0421 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.2100 ± 0.0685 คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ 75.29 ± 1.90 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะเด่นของข้าวฟ่างจากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ คือ เยื่อหุ้มเมล็ด มีสีตามสายพันธุ์มักติดอยู่กับแป้งแข็ง ซึ่งไม่มีสีหรือสีเหลืองอ่อนๆ จึงเห็นสีของเยื่อหุ้มเมล็ดหรือชั้นเทสต้า สะท้อนเหลือบออกมา ที่แป้งแข็ง ส่วนแป้งอ่อนเมื่อบดเป็นผงละเอียด จะมีสีขาวขุ่นคล้ายแป้งอ่อนของข้าวโพด แต่จะสะท้อนแสงแววาวกว่า ผลการศึกษาสิ่งปลอมปน พบ กลูมและหรือก้าน และหรือ แกลบบดปลอมปนมาเป็นจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 40 เปอร์เซ็นต์ ซากแมลงปะปน 40 เปอร์เซ็นต์ เชื้อราปะปน 46.7 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด การทดสอบด้วยการลอยตัว พบการปะปนของทราย มีค่าเฉลี่ย 0.77 ± 0.59 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของข้าวฟ่างครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณ รศ.ศรีสกุล วรจันทรา อาจารย์ณหทัย วิจิตรโรทัย และ อาจารย์จรรยา คงฤทธิ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อแนะนำ ในการทำปัญหาพิเศษเป็นอย่างดียิ่ง ขอขอบคุณทางบริษัท อาหารสัตว์ ทุกบริษัทที่ช่วยอำนวยความสะดวกในส่วนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำมาเป็นอาหารตัวอย่าง และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำในการปฏิบัติการเป็นอย่างดี

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้กำลังใจ และช่วยเหลือทางด้านทุนทรัพย์ ตลอดจนน้องๆ เพื่อนๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ จนการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้สำเร็จลงด้วยดี

อภิรุม วรรณพุฒ

20 พฤษภาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(3)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	12
ผลการทดลองและวิจารณ์	30
สรุป	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	องค์ประกอบทางโภชนะของข้าวฟ่าง	6
2.	แสดงการเปรียบเทียบการใช้ ข้าวโพด ปลายข้าว และมันสำปะหลัง เป็นอาหารไก่รุ่นก่อนไข่	7
3.	แสดงผลการเปรียบเทียบการใช้ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ปลายข้าว และมันสำปะหลัง เป็นอาหารไก่ไข่	7
4.	แสดงผลการเปรียบเทียบการใช้ข้าวฟ่าง ปลายข้าว+รำละเอียด และมันสำปะหลัง เป็นอาหารสุกรรุ่น - ขุน	8
5.	ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่าง จำนวน 15 ตัวอย่าง	31
6.	ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่างตามลำดับค่าสูงสุดของโปรตีนและเปอร์เซ็นต์สารอนินทรีย์	32

ตารางภาคผนวกที่

1.	ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีตามลำดับหมายเลขลำดับตัวอย่างข้าวฟ่าง	42
2.	ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่างโดยเรียงตามลำดับค่าสูงสุดของโปรตีน	43
3.	ปริมาณสารอนินทรีย์เป็นเปอร์เซ็นต์ที่พบในข้าวฟ่าง โดยวิธีการลอยตัวในสารละลาย	44
4.	ลักษณะการปลอมปนที่พบในข้าวฟ่าง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	Standard Curve1	24
2.	Standard Curve2	24
3.	ลักษณะของข้าวฟ่าง จากกำลังขยาย 20 เท่า แสดงชั้นของเมล็ดข้าวฟ่างผ่าซีก	35
4.	แสดงลักษณะสี และความแวววาว ของข้าวฟ่างบด	35
5.	การปลอมปนของแกลบในข้าวฟ่าง กำลังขยายกล้องจุลทรรศน์ 20 เท่า	36
6.	การปลอมปนของแกลบบดและตัวมอดในข้าวฟ่างบด	36
7.	ลักษณะจุดสีดำของเชื้อรา	37
8.	ลักษณะจุดสีดำของเชื้อรา	37

ภาพผนวกที่

1.	ตู้ดูดความชื้น (Desicator)	46
2.	เครื่องบดตัวอย่างอาหาร (Ultra centrifugal mill)	46
3.	เครื่องชั่ง (Electronic Analytical Balance)	47
4.	เครื่องวิเคราะห์หาไขมัน	47
5.	เตาเผา	48
6.	เครื่องย่อย	48
7.	เครื่องกลั่น	49
8.	เครื่องมือวิเคราะห์หาเยื่อใย	49
9.	เครื่อง Spectrophotometry	50
10.	ตู้อบ	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของข้าวฟ่าง

Studies on Chemical Composition and some Adulterant of Grain Sorghum

คำนำ

ในการผลิตวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้นสิ่งที่ควรจะคำนึงถึงมากที่สุดก็คือ ราคาวัตถุดิบที่นำมาประกอบเป็นอาหารสัตว์ ซึ่งข้าวฟ่างก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะเป็นพืชที่ทนต่อสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ดีพอสมควร และยังมีพลังงานพอๆกับแหล่งพลังงานอื่นๆ และที่สำคัญยังมี โปรตีนมากกว่าแหล่งพลังงานอื่นๆ เช่น ข้าวโพด เป็นต้น (อุทัย,2529) จึงนับว่าเป็นแหล่งอุดมสมบูรณ์ในแง่ของวัตถุดิบอาหารสัตว์เพราะเป็นทั้งแหล่งของพลังงาน แหล่งโปรตีน จึงนิยมนำมาใช้เพื่อเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่างจึงมีความสำคัญต่อการผลิตสัตว์มาก ปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้าวฟ่าง คือ ด้านคุณภาพของวัตถุดิบ หรือ มีการปลอมปน ทำให้เมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ สัตว์อาจได้โภชนะจากวัตถุดิบอาหารไม่ได้เต็มที่ ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงขึ้น จึงควรมีการตรวจสอบคุณภาพก่อนนำมาเลี้ยงสัตว์ วิธีที่ใช้ในการตรวจสอบสิ่งปลอมปนที่ประหยัดและได้ผลดีถ้ามีความชำนาญคือ การใช้กล้องจุลทรรศน์เข้าช่วยในการตรวจทำให้ทำการตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงสัตว์นั้นมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีส่วนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันและ มีราคาที่แตกต่างกัน แม้แต่เป็นวัตถุดิบชนิดเดียวกันก็ตาม ถ้าสามารถเข้าใจและแยกประเภท หรือแบ่งเกรดคุณภาพของวัตถุดิบแต่ละชนิด ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ จะช่วยให้หาซื้อได้ราคาตามคุณภาพ และทำให้สัตว์ได้รับโภชนะที่ถูกต้องในราคาที่เหมาะสม เพราะในการประกอบสูตรอาหารต้องใช้ผลวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในการคำนวณ เพื่อให้ได้อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนะพอเพียงและตรงตามความต้องการของสัตว์แต่ละชนิด เป็นการลดต้นทุนของค่าใช้จ่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าอาหารเพื่อให้ได้ผลตอบสูงสุด อย่างไรก็ดีเกษตรกรไม่สามารถจะวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบได้ด้วยตัวเองเพราะมีความยุ่งยากและต้นทุนในการวิเคราะห์สูง แต่อาจตรวจสอบด้วยวิธีทางกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งถ้ามีความชำนาญก็สามารถใช้ในการบ่งชี้คุณภาพเบื้องต้นได้ และช่วยในการนำค่าเฉลี่ยของส่วนประกอบทางเคมีที่ได้จากรายงานต่างๆ มาใช้ได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น การศึกษานี้จึงมุ่งหวัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะศึกษาถึงความผันแปรของคุณภาพของข้าวฟ่างทั้งในด้านส่วนประกอบทางเคมีและทางกายภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการประกอบสูตรอาหารของเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1.เพื่อวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารของข้าวฟ่างจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทยโดยการวิเคราะห์หาโปรตีน ไขมัน เยื่อใย ความชื้น เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส และ ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรกซ์

2.เพื่อศึกษา และตรวจหาสิ่งปลอมปนของวัตถุดิบอาหารสัตว์

3.เพื่อให้ทราบความผันแปรของข้าวฟ่าง

4.เพื่อศึกษาลักษณะต่าง ๆ และคุณสมบัติเฉพาะของข้าวฟ่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ลักษณะโดยทั่วไปของข้าวฟ่าง

ข้าวฟ่างเป็นพืชฤดูเดียวหรือข้ามปีอายุสั้น มีความทนทานต่อความแห้งแล้ง โตเร็ว อายุสั้น โดยทั่วไปแล้วจะทำการปลูกเพื่อใช้เมล็ด แต่ก็มีการปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ พันธุ์ที่มีขนาดของต้นเล็กจะมีใบมาก ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกใช้เป็นอาหารสัตว์ (เฉลิมพล, 2530) ข้าวฟ่าง (Sorghum) ที่ปลูกกันมี 4 ชนิด ซึ่งแบ่งตามการใช้ประโยชน์ คือ ข้าวฟ่างที่ปลูกเพื่อเอาเมล็ด (grain sorghum) มาเป็นอาหารสัตว์ ข้าวฟ่างหวาน (sweet sorghum) ปลูกเพื่อเอาลำต้นมาบีบเอาน้ำตาล หรือใช้เลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่างที่ปลูกเป็นหญ้าอาหารสัตว์ (grass sorghum) เช่น หญ้าจอห์นสัน หญ้าซูดาน เป็นต้น และข้าวฟ่างที่ปลูกเพื่อเอาดอกมาทำไม้กวาด (broom sorghum) แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะข้าวฟ่างที่ปลูกเพื่อเอาเมล็ดมาเป็นอาหารสัตว์เท่านั้น ข้าวฟ่างพวกนี้มีความทนทานต่อความแห้งแล้ง โรค แมลง และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่า ข้าวโพด แต่ให้ผลผลิตต่ำกว่าข้าวโพดมาก คือให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 165.8 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตส่วนใหญ่ส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ใช้ภายในประเทศ และใช้เป็นอาหารสัตว์เพียงอย่างเดียว เมล็ดข้าวฟ่างมีเปลือกแข็งมาก ดังนั้นก่อนนำไปใช้เลี้ยงสัตว์จึงจำเป็นต้องบดเสียก่อน เพื่อทำให้สัตว์ย่อย และใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น (จารุรัตน์, 2528) เช่นเดียวกับเมล็ดข้าวโพด ข้าวฟ่างบดสามารถใช้ผสมในอาหารสัตว์แทนข้าวโพดบดได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ (เสาวนิต, 2527)

คุณค่าทางโภชนะของข้าวฟ่าง

ข้าวฟ่างเป็นวัตถุดิบอาหารประเภทแป้งที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงสุกรและสัตว์ปีกได้ ข้าวฟ่างมีระดับโปรตีน สูงกว่าข้าวโพด แต่มีค่าผันแปรมากกว่าข้าวโพด คือ อยู่ในช่วง 8-16 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยที่ 11 เปอร์เซ็นต์ (สุกัญญา, 2530) และมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น ต้องมีในอาหาร น้อยกว่า (อุทัย, 2529) เมล็ดข้าวฟ่าง มีโปรตีน กรดแพนโทเทนิกไนอาซีน และไบโอตินสูงกว่าข้าวโพด แต่มีสารคาโรตีนอยด์ น้อยกว่าข้าวโพด โปรตีนของ เมล็ดข้าวฟ่าง มีกรดอะมิโน ไลซีน ทรีโอนีน เมธิโอนีน ไกลซีน และไวตามิน บี 2 ในปริมาณต่ำ (เสาวนิต, 2527; ศรีสกุล, 2537) และศรีสกุล (2537) ยังกล่าวอีกว่า การใช้ข้าวฟ่างในสุกร ควรนำไปอัดเม็ด ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรบดละเอียดจนเกินไป เพราะจะทำให้ผ่านกระเพาะเร็วเกินไป น้ำย่อยไม่สามารถย่อยได้ทัน ซึ่งวิธีการอัดเม็ดจะช่วยให้คุณค่าทางโภชนะดีขึ้น สามารถทำลายตัวต่อต้านน้ำย่อยได้ ทำให้ข้าวฟ่างถูกย่อยได้ดีขึ้น ป้องกันโรคกระเพาะได้ และการนำข้าวฟ่างไปแช่น้ำ สามารถชะล้างแทนนินได้ ทำให้แป้งถูกย่อยได้ดีขึ้น และในโคได้แนะนำว่า ควรใช้เมล็ดข้าวฟ่างแช่น้ำ และถูกทับให้แตก ดีกว่าการให้กินทั้งเมล็ด ซึ่งในโคนมสามารถใช้ข้าวฟ่างบด ได้ดีเทียบเท่ากับข้าวโพด แต่ข้าวฟ่างก็จัดว่าเป็นอาหารพลังงานที่ดีพอสมควรสำหรับสัตว์เลี้ยง เพราะมีโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดประมาณร้อยละ 75-78 และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้สำหรับสุกรและสัตว์ปีกเท่ากับ 3,229 และ 3,256 กิโลแคลอรี่ ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ หรือมีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับสุกร ประมาณร้อยละ 92-98 ของข้าวโพด และสำหรับโคประมาณร้อยละ 85-90 ของข้าวโพด และในการใช้ข้าวฟ่างแทนที่ข้าวโพดในสูตรอาหารจึงแนะนำให้ใช้แทนที่โดยน้ำหนัก คือ กิโลกรัม ต่อกิโลกรัม มากกว่าแทนที่ โดยการคำนวณโปรตีน ซึ่งจะทำให้ คุณค่าทางอาหารต่ำลง (จารุรัตน์, 2528) ฉะนั้นการใช้ข้าวฟ่าง ทดแทนข้าวโพด หรือปลายข้าวในสูตรอาหาร จึงต้องระมัดระวังการปรับสูตรอาหารให้ มีความสมดุล ของกรดอะมิโนที่เหมาะสมด้วย (อุทัย, 2529) ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่าง แสดงไว้ในตารางที่ 1

ปัญหาและข้อควรระวังในการใช้ข้าวฟ่างเป็นอาหารสัตว์

การใช้ข้าวฟ่างเลี้ยงสัตว์จะมีปัญหา ในเรื่องแทนนิน(tannin)ซึ่งเป็น สารที่มี อยู่ในข้าวฟ่าง จารุรัตน์ (2528) กล่าวว่า สารแทนนินจะมีมากในพันธุ์ที่มีสีเข้ม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พันธุ์ต้านทานนก (bird-resistant sorghums) แทนนินมีรสขม ทำให้สัตว์ ไม่ชอบกิน และถ้าสัตว์ได้รับมากเกินไป จะเป็นพิษกับสัตว์ โดยไปมีผล ให้การย่อยได้ ของโปรตีน และพลังงานลดลง การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารต่ำลง และในไก่จะทำให้การเจริญเติบโตของกระดูกขาผิดปกติด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ ศรีสกุล (2537) ที่กล่าวว่า แทนนิน เป็นตัวต่อต้านการย่อยของน้ำย่อย Amylase, Lypase และ Trypsin ซึ่งมีผลทำให้เจริญเติบโตช้า และประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำลง อย่างไรก็ตามพิษของแทนนินสามารถลดลงได้ โดยการเติมสารที่ให้หมู่ เมธิว (methyl group) เช่น เมธิโอนีน หรือ โคลีน เพราะแทนนินจะรวมตัวกับ หมู่เมธิว ในร่างกาย ขับออกทางปัสสาวะ ดังนั้นการใช้ข้าวฟ่างแทนนินสูงในอาหารสัตว์ จึงควรเสริมเมธิโอนีนลงไปด้วย อย่างน้อยร้อยละ 0.15 ของอาหาร (จารุรัตน์, 2528) ในขณะที่ ศรีสกุล (2537) กล่าวว่า การใช้ข้าวฟ่าง ที่มี tannin สูง เช่น IS 8719 จะให้ผลต่ำกว่าข้าวโพด ข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟ่างเหลือง และ Hegari สาเหตุเพราะข้าวฟ่างสายพันธุ์นี้มี tannin สูงถึง 0.86 เปอร์เซ็นต์ การปรับปรุงเพื่อใช้แทนข้าวโพด ทำได้โดยการเสริมเมทไธโอนีน ในระดับ 0.15 – 0.2 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่กระทงที่มี โปรตีนสูงถึง 24 เปอร์เซ็นต์ และต้องมีสัดส่วนโปรตีนจากสัตว์ ต่อพืช เท่ากับ 1 : 2 หรือวิธีการใช้ข้าวฟ่างที่มีแทนนินสูงนี้แทนข้าวโพดได้ไม่เกินหนึ่งในสี่ส่วนของอาหาร คาร์โบไฮเดรท ทั้งหมด เช่น ถ้าในสูตรอาหารใช้อาหารเป็นปริมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ก็สามารถใช้ข้าวฟ่างได้ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ต้องปรับสิ่งใด และในช่วงท้ายของการเจริญเติบโตของสัตว์ สามารถใช้ข้าวฟ่างที่มีแทนนินสูง ในระดับที่สูงขึ้นได้ แต่สำหรับข้าวฟ่างเหลือง เช่น IS 84, TSS 1-12, TSS 7-5, TSS 10-1, TSS 17-1, TSS 9-1 และ KU 257 สามารถใช้แทนข้าวโพดได้ เพราะไม่มีแทนนิน ให้พลังงานแก่สัตว์ได้มากกว่าข้าวฟ่างชนิดอื่นๆ และโปรตีนสามารถแตกตัวให้ เมทไธโอนีน ดีกว่าข้าวฟ่างชนิดอื่นๆ ด้วย นอกจากปัญหาในเรื่องแทนนิน แล้ว การใช้ข้าวฟ่างเลี้ยงสัตว์ แทนข้าวโพดในปริมาณมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาหารสัตว์ปีก จะทำให้ ไข่ และหนังมีสีซีด ซึ่งอาจ แก้ไขได้ โดย เสริมใบกระถิน หรือสารสีสังเคราะห์ (carophyll red หรือ carophyll yellow) ลงไปในอาหารด้วย อย่างไรก็ตาม จากการทดลองพบว่า ข้าวฟ่างเมล็ดเหลือง หรือข้าวฟ่างที่มีแทนนินต่ำ สามารถผสมในสูตรอาหารไก่กระทง ได้สูง ถึงร้อยละ 70 โดยไม่ทำให้การเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารแตกต่าง ไปจากการใช้ข้าวโพด (จารุรัตน์, 2528)อีกทั้งยังมีการย่อยได้ของโปรตีน และ พลังงานดีกว่าด้วย การใช้เมล็ดข้าวฟ่างเมล็ดขาวหรือเมล็ดเหลืองในสูตรอาหารสุกร และสัตว์ปีก พร้อมทั้งมี การปรับสมดุลกรดอะมิโน อย่างถูกต้องแล้ว จะให้ผลใกล้เคียง (ประมาณ 90-95 เปอร์เซ็นต์) กับการใช้ข้าวโพดเป็นส่วนประกอบหลักในสูตรอาหารนั้น ถึงแม้ว่าข้าวฟ่างพันธุ์เมล็ดขาวหรือ เมล็ดเหลือง จะมีปริมาณสารแทนนินในระดับต่ำ แต่การย่อยได้ ของโปรตีนในข้าวฟ่าง ก็ยังต่ำกว่าในข้าวโพด รวมทั้งการย่อยได้ของกรดอะมิโนในข้าวฟ่างที่จะเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ด้วย ฉะนั้นการใช้ข้าวฟ่างเป็นส่วนประกอบหลักในสูตรอาหาร ควรจะต้องเสริมด้วยวัตถุดิบอาหารที่มีโปรตีนคุณภาพสูง เช่น กากถั่วเหลือง ปลาป่น เท่านั้น การเสริมด้วยวัตถุดิบอาหารที่มีคุณภาพโปรตีนต่ำกว่านี้ เช่น กากถั่วลิสง เลือดป่น ฯลฯ จะทำให้คุณค่าทางอาหารของข้าวฟ่าง ต่ำลงกว่าข้าวโพดมากขึ้น (อุทัย, 2529)

ผลการใช้ข้าวฟ่างเหลืองเป็นอาหารสัตว์ในระยะต่างๆ เปรียบเทียบ กับข้าวโพด ปลายข้าว และมันสำปะหลัง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้าวฟ่างสามารถใช้ทดแทนข้าวโพดหรือปลายข้าวในอาหารไก่ไข่ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางโภชนะของข้าวฟ่าง

ที่มา	องค์ประกอบทางโภชนะ(%) ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	NFE	Ca	P	หมายเหตุ
1/	11.00	11.00	2.80	2.00	1.70	-	0.04	0.29	
2/	11.20	11.00	2.80	2.00	1.70	-	0.04	0.29	
3/	9.00	10.21	2.46	1.82	1.70	74.81	0.11	0.33	
4/	10.60	10.14	2.54	1.86	2.39	72.47	-	-	พันธุ์IS 8719
5/	11.21	9.12	4.02	2.77	2.38	70.50	-	-	พันธุ์รวม
6/	12.08	8.31	3.06	3.15	3.01	70.39	-	-	พันธุ์ TSS
7/	10.82	8.03	1.15	1.49	1.55	76.96	0.05	0.39	พันธุ์ TSS
8/	10.19	9.40	1.67	2.10	1.51	75.13	0.04	0.35	พันธุ์IS 8719
9/	9.47	8.40	1.74	1.30	1.43	77.66	0.05	0.37	พันธุ์รวม
10/	-	10.00	3.00	2.50	-	-	-	-	
11/	-	11.00	3.50	2.00	-	-	-	-	
12/	-	10.60	-	-	-	-	-	-	% As-fed
13/	-	-	-	-	-	-	-	0.28	
14/	-	11.00	2.50	2.50	-	-	-	-	
15/	10.40	9.38	3.10	2.60	-	80.00	0.02	0.36	

ที่มา : 1/ Feedstuffs(1995)

2/ ศรีสกุล (2537)

3/ Khajarern and Khajarern (1980)

4/, 5/, 6/ เยาวมาลย์ และคณะ (2520)

7/, 8/, 9/ Khajarern *et.al.* (1980)

10/, 11/, 12/, 13/,14/ พันทิพา (2539)

15/ ทวี (2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการใช้ ข้าวโพด ปลายข้าว และมันสำปะหลัง เป็นอาหารไก่รุ่น ก่อนไข่

สมรรถภาพการผลิต	สูตรอาหาร			
	ข้าวโพด	ปลายข้าว	ข้าวฟ่าง	มันสำปะหลัง
จำนวนไก่ที่ทดลอง (ตัว)	200	200	200	200
จำนวนไก่ตาย (%)	1.5	1.5	1.0	2.0
นน.ตัวเมื่ออายุ 20 สัปดาห์ (กก.)	1.82	1.85	1.77	1.77
อัตราแลกเนื้อ	4.30	4.05	4.26	4.51

แหล่งที่มา : สาโรช ค้าเจริญ และคณะ (2527)

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบการใช้ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ปลายข้าว และมันสำปะหลัง เป็นอาหารไก่ไข่

สมรรถภาพการผลิต	สูตรอาหาร[ก]			
	ข้าวโพด	ข้าวฟ่าง	ปลายข้าว	มันสำปะหลัง
เปอร์เซ็นต์การไข่เฉลี่ย[ข] (%)	66.22	72.90	62.06	69.56
นน. ไข่ (กรัม)	50.55	50.30	50.02	50.05
คะแนนสีไข่แดง[ค]	3.50	4.67	4.50	4.15
อาหารที่กิน (กก.)/ ไข่ 1 โหล	1.40	1.28	1.48	1.33
อัตราการตาย	1/96	1/95	2/95	0/95

(ก) สูตรอาหารทุกสูตรปรับให้มีระดับโปรตีน 17 เปอร์เซ็นต์ โดยการผสมกับ กากถั่วเหลือง+ปลาป่น

(ข) ระยะเวลาไข่ 20 สัปดาห์

(ค) ตามคะแนนสีพัด บริษัท โร๊ซ จำกัด

แหล่งที่มา : สาโรช ค้าเจริญ และคณะ (2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงผลเปรียบเทียบการใช้ข้าวฟ่าง ปลายข้าว+ รำละเอียด และมันสำปะหลังเป็นอาหารสุกรรุ่น – ขุน

สมรรถภาพการผลิต	สูตรอาหาร *		
	ข้าวฟ่าง	ปลายข้าว + รำละเอียด	มันสำปะหลัง
นน. เริ่มต้น (กก.)	16.68	17.04	16.89
นน. สิ้นสุด (กก.)	103.43	104.08	102.09
จำนวนวันที่ใช้ (วัน)	144	143	164
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (กก. / วัน)	0.61	0.62	0.52
ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย (กก. / วัน)	1.93	1.84	1.72
อัตราแลกเนื้อ	3.19	3.00	3.30
เปอร์เซ็นต์ซากแต่งแล้ว (%)	73.22	72.31	72.31
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ตารางนิ้ว)	4.55	4.55	4.62

* สูตรอาหารทุกสูตรมีระดับ โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ระยะสุกรรุ่น และ 14 เปอร์เซ็นต์ ระยะสุกรขุน โดยผสมกับ กากถั่วเหลือง + ปลาป่น

แหล่งที่มา : สาโรช ค้าเจริญ และคณะ (2527)

การวิเคราะห์คุณภาพ

การวิเคราะห์คุณภาพข้าวฟ่างเป็นสิ่งจำเป็น มีหลายวิธีการที่ถูกนำมาใช้ เช่น การใช้กล้องจุลทรรศน์ การวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate Analysis) และการทดสอบการปลอมปนโดยใช้วิธีการลอยตัว (Floating Technique) วิธีการต่างๆ เหล่านี้มีทั้งข้อดี และข้อบกพร่องต่างกันออกไป ไม่สามารถกล่าวได้ว่าวิธีใดสามารถให้ผลในการวิเคราะห์ ได้อย่างถูกต้อง ร้อยเปอร์เซ็นต์ (ศุภมาส, 2529)

การวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ เป็นการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว ส่วนใหญ่เป็นการเน้นถึงการตรวจสอบชนิดของวัตถุดิบ อื่นๆ ที่ปลอมปนมา ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ออกมา มักได้เป็นค่าโดยประมาณ และหากต้องการแยกชนิด สิ่งปลอมปนให้ได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ แล้ว ผู้ปฏิบัติการจะต้องมีความชำนาญในการวิเคราะห์เป็นอย่างดี และต้องทำการตรวจสอบทางเคมี ควบคู่ไปด้วย การวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องฝึกฝนเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากอาหารที่บริสุทธิ์ไม่มีสิ่งปลอมปนก่อน (เยาวมาลย์, 2527 ; ศรีสกุล, 2540) การตรวจสอบสิ่งปลอมปนควรส่องดูตัวอย่างอาหารที่ละเอียด เพราะอาหารที่ใช้ปลอมปนส่วนมากมักบดละเอียด เพื่อไม่ให้ผู้ซื้อสังเกตด้วยตาเปล่าได้ นอกจากนี้ควรแยกเอาส่วนที่เป็นอินทรีย์สารออกจากส่วนที่เป็นแร่ธาตุ โดยใช้วิธีการลอยตัว (Floating Technique) เพื่อจะได้ส่องดูด้วยกล้องให้ชัดเจนยิ่งขึ้น (เยาวมาลย์, 2527)

ดังนั้นจึงควรใช้วิธีการวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate Analysis) ร่วมด้วย จะทำให้ได้ผลที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้นกว่าการใช้เพียงวิธีใดวิธีหนึ่ง (เยาวมาลย์, 2527 ; ศุภมาส, 2529)

การตรวจสอบคุณภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์

ลักษณะทั่วไปของข้าวฟ่างที่มองเห็นด้วยตาเปล่า

ข้าวฟ่างทั้งเมล็ด ได้จากการนำฝักข้าวฟ่างมาสีเอากากหุ้มเมล็ด หรือกลูมออก เมล็ดจะมีรูปทรงกลมหรือรูปไข่ หรืออาจจะแบนข้างหนึ่งเหมือนหลังเต่า ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ข้าวฟ่าง ที่ฐานของเมล็ดด้านหนึ่งมีติ่งเรียกว่า Embryonic mark (scutellum) ยาวประมาณหนึ่งในสอง ถึง สองในสามของความยาวเมล็ด ซึ่งก็คือ คัพภะนั่นเอง ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นจุดดำ เรียก ไฮลัม (Hilum)

สีของเมล็ด มีตั้งแต่ สีน้ำตาล แดง ขาว เหลือง หรือ ครีม หรือมีสองสีผสมกัน ซึ่งจะเกิดจากสีของชั้น แบรนโค้ท หรือสีของชั้น เทสต้า (testa หรือ seed subcoat) หรือทั้งสองชั้นรวมกัน เช่น

เฮการี (Early hegari) สีขาว แต่มีเยื่อหุ้มเมล็ดชั้นใน หรือ เทสต้าเป็นสีน้ำตาล จึงทำให้เมล็ดมีสีเทา ปนขาว รูปร่างกลม ยังคงมีสารแทนนินบ้าง

IS8719 E173	สีน้ำตาล มีสารแทนนินสูง
อู่ทอง 1	สีเมล็ดเหลืองนวล รูปร่างกลม มีสารแทนนินต่ำมาก
KU257	สีเหลือง ขนาดเมล็ดใหญ่
KU439	สีขาว คล้ายเฮการี
มก 8501	สีแดง

สีของกลูม ค่อนข้างหนา มักมีสีดำ เหลือง น้ำตาล หรือ ม่วง (ศรีสกุล, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวฟ่าง

เมล็ดเป็นชนิด caryopsis มีส่วนประกอบคล้ายข้าวโพด โดยเอนโดสเปอร์ม มีแป้งแข็งอยู่รอบนอก ส่วนแป้งอ่อน อยู่ตรงกลาง ปกติเมล็ดมีขนาดใหญ่กว่ากลูม

ข้าวฟ่างบด (Ground grain sorghum) ได้จากการนำเมล็ดข้าวฟ่างที่สี แล้วมาบดให้แตกออกก่อนนำ ไปเลี้ยงสัตว์ (ศรีสกุล, 2540)

ลักษณะทั่วไปของข้าวฟ่างบดภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ลักษณะที่สำคัญ

1. เยื่อหุ้มเมล็ด หรือ แบรนโค้ท มีสีตามสายพันธุ์ มักติดแน่นอยู่กับเม็ดแป้งแข็ง ซึ่งไม่มีสี หรือสีขาวขุ่น หรือเหลืองอ่อนๆ จึงเห็นสีของเยื่อหุ้มเมล็ด หรือ ชั้นเทสต้าสะท้อนเหลือบออกมา ที่แป้งแข็ง ใช้เป็นลักษณะเฉพาะตัวหรือ ลักษณะเด่น ในการจำแนกชนิด ของข้าวฟ่างออกจากข้าวโพดบด
2. แป้งอ่อน เป็นผงละเอียด มีสีขาวขุ่นคล้ายแป้งอ่อน ของข้าวโพด แต่สะท้อนแสงแววาวกว่า
3. กลูม ถ้ามีกลูมปะปนอยู่ จะมีลักษณะทึบแสง และมีสีเข้มซึ่งแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ของข้าวฟ่าง (ศรีสกุล, 2540)

การตรวจสอบคุณภาพของข้าวฟ่างบด

คุณภาพจะขึ้นอยู่กับเมล็ดข้าวฟ่างที่นำมาบด ว่านำเมล็ดที่ไม่ได้คุณภาพปริมาณเท่าใดมาบด ปนลงไป เช่น เมล็ดที่ถูกทำลายด้วยแมลง นอกจากนั้น ถ้ามีเปลือกมากเกินไป ก็ทำให้ข้าวฟ่างบดมีคุณภาพต่ำลง และที่สำคัญคือ ระวังการปนดิน ทราย ซึ่งก็ตรวจสอบได้โดยวิธีการลอยตัวในสารละลาย และแยกส่วนที่จมออกมาทดสอบ ด้วยกรดเกลือเจือจาง 50 % ว่าเป็นดิน ทราย ใช่หรือไม่ (ศรีสกุล, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานของข้าวฟ่างที่กระทรวงพาณิชย์กำหนด

กระทรวงพาณิชย์กำหนดมาตรฐานของข้าวฟ่างเป็น 2 ชั้น ดังนี้

ข้าวฟ่าง หมายความว่า เมล็ดของข้าวฟ่าง (Grain sorghums) ที่เอาออกจากรวงแล้ว

มาตรฐาน		ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2
ความชื้น	ไม่เกิน, %	14.5	15.5
เมล็ดสีอื่น	ไม่เกิน, %	10.0	10.0
เมล็ดเสีย	ไม่เกิน, %	3.0	5.0
เมล็ดที่ถูกแมลงทำลาย	ไม่เกิน, %	1.5	1.5
เมล็ดแตก	ไม่เกิน, %	4.0	4.0
เมล็ดที่มีเปลือกติด	ไม่เกิน, %	8.0	12.0
วัตถุอื่น	ไม่เกิน, %	1.5	2.0

หมายเหตุ เมล็ดเสีย หมายถึง เมล็ดเน่า ขึ้นรา งอกหรือลีบ

เมล็ดแตก หมายถึง เมล็ดที่แตกออกเป็นชิ้น แต่ไม่ใช่เมล็ดเสีย

วัตถุอื่น หมายถึง วัตถุที่ไม่ใช่ข้าวฟ่าง (ศรีสกุล. 2540)

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 ข้าวฟ่าง 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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 ได้ตัวอย่างตามปริมาณที่ต้องการ สำหรับการตรวจสอบโดยทั่วไปควรเก็บไว้ประมาณครึ่งกิโลกรัมหรือ 200 ถึง 300 กรัมเป็นอย่างน้อย

1	2
3	4

1.2 ภาชนะสำหรับเก็บตัวอย่าง ภาชนะที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ใช้ขวดพลาสติกหรือขวดที่สะอาดและฝาปิดก็ควรเป็นพลาสติกไม่ควรใช้ฝาโลหะเพราะมักเป็นสนิมได้ง่าย

1.3 การปิดฉลากภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง ฉลากที่ใช้ปิดควรใช้กระดาษหนาตัดเป็นแผ่นแล้วปิดไว้ด้านนอกของถุงหรือขวดตัวอย่างแต่ละขวดแล้วเขียนเลขที่ วันเดือนปี และรายละเอียดอื่นๆ ที่ต้องการ ในกรณีที่เป็นการตรวจสอบที่ต้องใช้ผลทางกฎหมาย หรือการตกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราคา ควรมีการลงชื่อผู้เก็บตัวอย่างและพยานด้วย และต้องมีตัวอย่างเก็บไว้ 2 ตัว ส่วนหนึ่งส่งวิเคราะห์หรือตรวจสอบ อีกส่วนหนึ่งเก็บไว้เป็นหลักฐาน หรือในกรณีที่ตัวอย่างสูญหายจะได้มีไว้ทดแทน นอกจากนี้ในการเก็บตัวอย่างควรมีการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ วันเดือน ปีที่เก็บ ลำดับที่หรือรหัสตัวอย่าง ชื่อวัตถุดิบ ชื่อผู้ขาย และสิ่งที่ต้องการตรวจสอบเป็นต้น

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.การศึกษาคุณค่าทางอาหาร

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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.ไนโตรเจนฟรีเอ็กซแทรก (Nitrogen Free extract หรือ NFE)

2.1การวิเคราะห์หาความชื้น (Moisture)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ใส่กรดซัลฟุริคเข้มข้น 20 ml. นำไปย่อยบนเตาย่อย (โดยครั้งแรกใช้ไฟอ่อน 250 °C เป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงเร่งไฟให้มีความร้อนสูงขึ้นถึง 380-400 °C จนได้สารละลายในหลอดสีฟ้าใส)

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 Conderserไฟตำแหน่ง 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 สีแดง ถ้าไม่เปลี่ยนสีแสดงว่าเก็บกาซหมดแล้ว

8.6.กดปุ่ม Stop เพื่อหยุดการกลั่น ลดฟลาสลง ชะปลายที่จุ่มอยู่ด้วยน้ำกลั่นทำ blank วิธีการเดียวกันที่กล่าวมาข้างต้น โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่างอาหาร

การคำนวณ หาเปอร์เซ็นต์โปรตีนทั้งหมด โดยใช้สูตร

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

ในเมื่อ N = ความเข้มข้นเป็น normal ของ H_2SO_4

W = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V1= ml ของ H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

V2= ml ของ H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทกับ Blank

2.3 การวิเคราะห์หาไขมันในอาหารสัตว์

วิธีการวิเคราะห์ โดยการใช้เรื่องสกัดไขมันแบบ LABCOGNO 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.เปิดสวิทซ์ให้ความร้อน 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100619

C = น้ำหนักตัวอย่าง

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 พยายามชูตะกอนด้วยช้อน และspatula จากผ้าให้หมดเท่าที่จะกระทำได้ ต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้ตะกอนหกหรือตกหล่นได้

7.นำตะกอนที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

8.นำออกมาทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.นำไปเผาเตาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วทิ้งให้เย็นใน disiccator แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักคงที่

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.แล้วนำไปเผาต่อไปเตาเผา โดยค่อยเร่งอุณหภูมิให้สูงขึ้นถึง 550 องศาเซลเซียส ทำการเผาที่อุณหภูมิระดับนี้เป็นเวลานาน 3-4 ชั่วโมง

3.นำออกจากเตาเผา ทิ้งไว้ให้เย็นและทำให้ชื้นด้วยกรดไนตริกโดยใช้แท่งแก้วค่อยๆ 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15977

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

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.ล.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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

1.5 เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรจนได้ปริมาตร 250 มล. เก็บตัวอย่างน้ำไว้วิเคราะห์ฟอสฟอรัส

2.เตรียมกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัส (Standard curve for phosphorus)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ตัวอย่างอาหารถ้าฟอสฟอรัสสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป(จะต้องอยู่ในช่วงของ Standard curve)เราก็สามารถปรับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่างให้เหมาะสมได้ โดยทำให้เจือจางลงหรือเข้มข้นก็ได้

5. การคำนวณ (ตัวอย่าง)

5.1 น้ำหนักของอาหารแห้งที่เป็นตัวอย่าง (ปลายข้าว) = 1.7910 กรัม

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

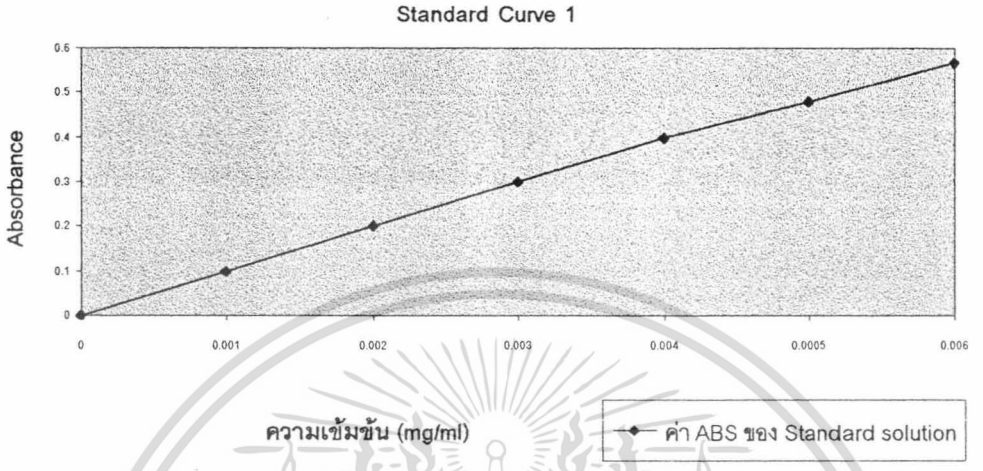
$= 1.433$ มิลลิกรัม

5.6 เพราะฉะนั้นเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในตัวอย่างแห้ง

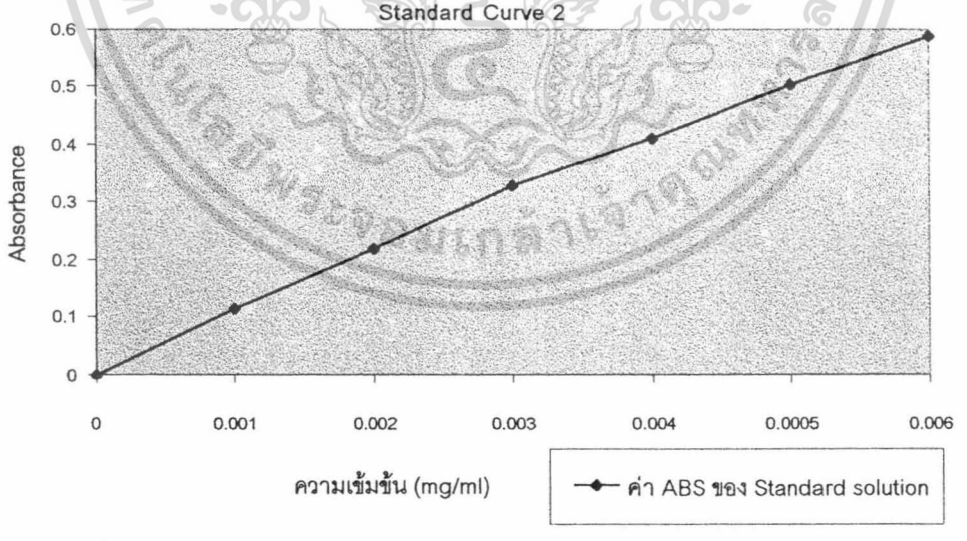
$= \frac{0.08 \times 100}{1.433}$

$= 5.6\%$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 Standard Curve 1



ภาพที่ 2 Standard Curve 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การหา Nitrogen-free extract (NFE)

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.วิธีการศึกษาสิ่งปลอมปนของข้าวฟ่าง

1.นำตัวอย่างวัตถุดิบที่บริสุทธิ์มาศึกษาลักษณะเด่นของ ข้าวฟ่าง เพื่อเป็นตัวอย่างในการเปรียบเทียบกับสิ่งปลอมปน

2.นำตัวอย่างข้าวฟ่าง ทั้ง 15 ตัวอย่างมา วิเคราะห์คุณภาพโดยการใช้ประสาทสัมผัสและส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ 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 ดูลักษณะทั่วไปของข้าวฟ่าง ถ้าพบวัตถุดิบที่สงสัย 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 หลังจากนั้นไปชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ส่วนจมของสารอนินทรีย์ และเปอร์เซนต์ส่วนลอยของอินทรีย์

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 ข้าวฟ่าง จากกล้องจุลทรรศน์

4.4 บันทึกชนิด และลักษณะสิ่งปลอมปน หรือสิ่งจำกัดคุณภาพให้ต่ำลง

4.5 บันทึกภาพของลักษณะวัตถุดิบอาหารสัตว์บริสุทธิ์ พวก ข้าวฟ่าง 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

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่าง จำนวน 15 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างจากโรงงานอุตสาหกรรมประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ร้านค้า 80 เปอร์เซ็นต์ ของตัวอย่างทั้งหมดปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 5 คือ ข้าวฟ่าง มีความชื้น 10.00 ± 0.85 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 8.87 ± 1.02 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.64 ± 1.22 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 1.57 ± 0.50 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 1.63 ± 0.28เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.0740 ± 0.0421 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.2100 ± 0.0685 คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ 75.29 ± 1.90 เปอร์เซ็นต์ จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะจะพบว่า มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนใกล้เคียงกับรายงานของ เยาวมาลย์และคณะ(2520) และของ Khajarern and Khajarern (1980) ค่าเปอร์เซ็นต์ไขมัน ฟอสฟอรัส และแคลเซียม ใกล้เคียงกับรายงานของFeedstuffs(1995)เปอร์เซ็นต์เยื่อใย ความชื้นและค่าไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรกซ์ ใกล้เคียงกับรายงานของ Khajarern and Khajarern (1980) แต่จะสังเกตุเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมาก อาจเป็นเพราะว่า ในข้าวฟ่างมีโปรตีนที่มีค่าผันแปรมากซึ่งสอดคล้องกับ สุกัญญา(2530) ที่รายงานว่า ข้าวฟ่างมีโปรตีนสูงแต่แปรผันมากกว่าข้าวโพด คือ อยู่ในช่วง 8-16 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 11 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นในการศึกษานี้ยังพบความผันแปรในค่าของไขมันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่างจำนวน 15 ตัวอย่าง

ค่าทางสถิติ	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	NFE	แคลเซี่ยม	ฟอสฟอรัส
ค่าเฉลี่ย	10.00	8.87	2.64	1.57	1.63	75.29	0.0740	0.2100
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.85	1.02	1.22	0.50	0.28	1.90	0.0421	0.0685
ค่าต่ำสุด	7.91	7.22	0.43	0.91	1.29	70.83	0.0250	0.1082
ค่าสูงสุด	11.27	10.35	5.45	2.29	2.30	77.61	0.1499	0.3718

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่าง ตามลำดับค่าสูงสุดของโปรตีนและเปอร์เซ็นต์ของสารอนินทรีย์

รหัสตัวอย่าง	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	ฟอสฟอรัส	เยื่อใย	แคลเซี่ยม	เถ้า	NFE	สารอนินทรีย์	สิ่งที่ปลอมปน [2/]
1101	10.27	7.22	1.62	0.1923	1.76	0.1417	1.49	77.64	1.14	กลูม, แกลบ
1108	10.04	7.31	3.37	0.1658	1.51	0.0750	1.39	76.38	0.69	กลูม, ก้าน
1110	9.88	7.75	3.05	0.1817	0.91	0.0667	1.65	76.76	0.55	กลูม [1/]
1111	7.91	7.82	2.75	0.2339	1.90	0.1333	1.65	77.97	0.45	กลูม แกลบ
1103	9.67	7.98	2.20	0.3718	2.23	0.1499	1.50	76.42	0.66	กลูม [1/]
1104	9.64	8.56	3.41	0.2862	1.91	0.1000	1.62	74.86	0.36	กลูม [1/],แกลบ [1/]
1102	9.89	8.89	0.43	0.2923	1.74	0.0417	1.49	77.57	0.43	กลูม [1/],แกลบ [1/]
1112	10.57	9.32	3.21	0.1082	0.98	0.0500	1.66	74.26	0.74	กลูม [1/]
1113	10.77	9.39	2.98	0.2127	1.07	0.0250	1.78	74.01	0.74	กลูม [1/]
1115	11.20	9.41	2.79	0.1445	1.08	0.0333	1.29	74.22	1.22	กลูม [1/],แกลบ [1/]
1109	9.68	9.53	5.45	0.2563	1.91	0.0344	2.30	71.12	0.44	กลูม, ก้าน
1107	10.35	9.62	3.44	0.2106	1.13	0.0588	2.17	73.29	2.70	กลูม [1/],แกลบ [1/]
1106	10.02	9.76	2.54	0.1771	2.29	0.0417	1.52	73.87	0.41	กลูม,แกลบ [1/]
1105	8.92	10.11	1.41	0.1635	2.11	0.1083	1.51	75.94	0.50	กลูม ,แกลบ
1114	11.27	10.35	1.00	0.1529	1.00	0.0500	1.39	74.99	0.52	กลูม [1/]
ค่าเฉลี่ย	10.00	8.87	2.64	0.2100	1.57	0.0740	1.63	75.29	0.77	
ค่า SD	0.85	1.02	1.22	0.0685	0.50	0.0421	0.28	1.90	0.59	
ค่า max	11.27	10.35	5.45	0.3718	2.29	0.1499	2.30	77.97	2.70	
ค่า min	7.91	7.22	0.43	0.1082	0.91	0.0250	1.29	71.12	0.36	

1/ มีปะปนมาเป็นปริมาณน้อยหรือปกติ

2/ สิ่งปะปนจำพวกมอด มี 40 เปอร์เซ็นต์

สิ่งปะปนจำพวกเชื้อรา มี 46.7 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิจารณ์ส่วนประกอบทางเคมี ดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีความผันแปรสูงในค่าโปรตีนและไขมัน รองลงมาคือ ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรกซ์ ดังนั้นถ้าพิจารณาเฉพาะค่าโปรตีนเป็นหลักจะพบว่า ค่าโปรตีนของข้าวฟ่างอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ค่อยจะคงที่และยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานขึ้นมา แต่ข้าวฟ่างที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ยังมีความผันแปรอยู่มาก ซึ่งเห็นได้จากส่วนของโภชนะต่างๆ ไม่ค่อยจะเกาะกลุ่มกันเท่าใดนัก จึงเห็นว่าควรจะมีการจัดมาตรฐานข้าวฟ่างขึ้น เพราะจะได้ทำให้เกษตรกรไม่ถูกเอาเปรียบมากนัก และการกำหนดราคาของข้าวฟ่างได้อย่างยุติธรรมต่อทั้งผู้ผลิต ผู้ซื้อ และผู้ขายด้วย

ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. ลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไป และ ลักษณะเด่นของข้าวฟ่าง ข้าวฟ่างมีลักษณะเมล็ดเป็นชนิด caryopsis มีส่วนประกอบคล้ายข้าวโพด โดยเอนโดสเปอร์ม มีแป้งแข็งอยู่รอบนอก ส่วนแป้งอ่อน อยู่ตรงกลาง ปกติเมล็ดมีขนาดใหญ่กว่า กลูม เมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นเยื่อหุ้มเมล็ด หรือ แบรนโค้ท มีสีตามสายพันธุ์ มักติดแน่นอยู่กับเม็ดแป้งแข็ง ซึ่งจะไม่มีสี หรือสีขาวขุ่น หรือเหลืองอ่อนจึงเห็นสีของเยื่อหุ้มเมล็ด หรือชั้นเทสต้า สะท้อนเหลือบออกมาที่แป้งแข็ง ซึ่งส่วนนี้จะใช้เป็นลักษณะเฉพาะตัว หรือลักษณะเด่นในแป้งอ่อนเป็นผงละเอียด มีสีขาวขุ่นคล้ายแป้งอ่อนของข้าวโพด แต่จะสะท้อนแสงแววาวกว่า ดังภาพที่ 4 เทสต้า(Testa) มีลักษณะเป็นสีเหลืองอ่อน ดังภาพที่ 3

2. การศึกษาลักษณะสิ่งปลอมปน

ลักษณะของแกลบบด มีสีน้ำตาล หรือสีเหลืองทอง ผิวด้านนอกหยาบขรุขระ มีลายเส้นยาวและขวางตัดกัน มีจุดเล็ก ๆ อยู่บนผิว ซึ่งจุดนี้จะหยาบและสะท้อนแสงแววาว เพราะมีส่วนของ Silica พบการปลอมปนของแกลบมี 3 ตัวอย่าง คิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์จากข้าวฟ่างทั้งหมด 15 ตัวอย่างซึ่งจะมีกลูมปลอมปนมาร่วมกับแกลบด้วย นอกจากนี้ยังพบกลูมและก้านปลอมปนมาอีก 2 ตัวอย่าง คิดเป็น 13.3 เปอร์เซ็นต์ และมีกลูมปะปนอย่างเดียวอีก 1 ตัวอย่าง คิดเป็น 6.7เปอร์เซ็นต์นอกนั้นยังพบแกลบและกลูมปะปนมาบ้างเป็นปริมาณน้อย หรือปกติไม่ถือเป็นการปลอมปน สรุปว่ามีตัวอย่างที่ปลอมปนด้วยกลูม และหรือ แกลบ และหรือ ก้าน จำนวนทั้งสิ้น 40 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของซากแมลง เป็นซากมอดจะเห็นตัวมอดสีน้ำตาล หรือสีดำ บางครั้งอาจพบส่วนของขาและหัวหลุดออกจากกัน อย่างไรก็ดีซากแมลงที่พบมีเป็นปริมาณน้อย และพบใน 6 ตัวอย่าง คิดเป็น 40เปอร์เซ็นต์จากตัวอย่างทั้งหมด บางตัวก็ยังมีชีวิตอยู่ ดังภาพที่ 5 และ 6

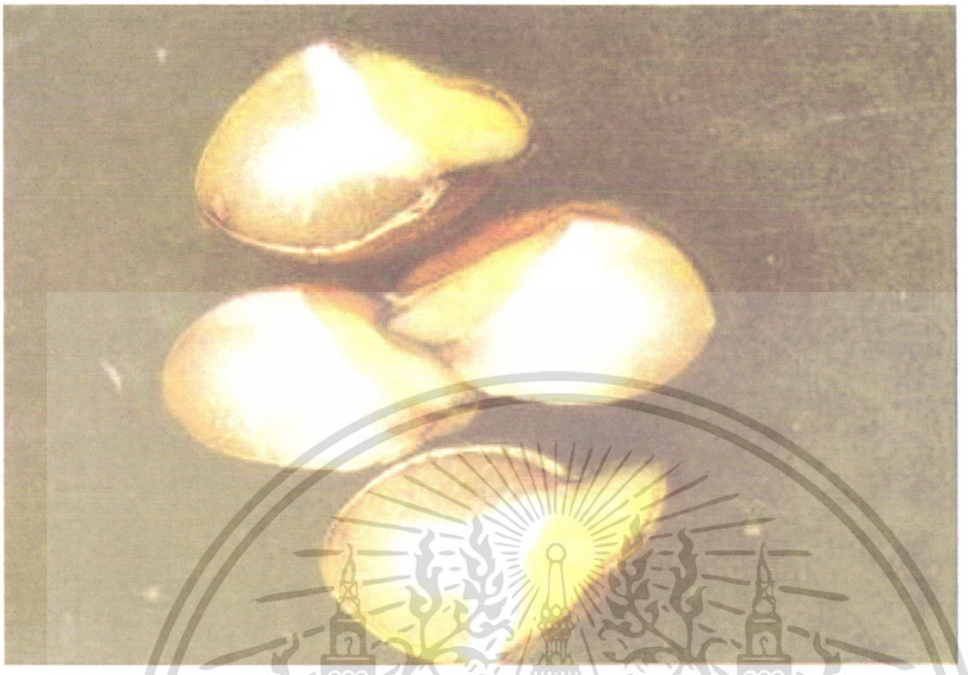
นอกจากนี้ยังพบจุดสีดำของเชื้อราด้วย ประมาณ 46.7 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 7 และ 8 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์สารอนินทรีย์ในข้าวฟ่าง

ผลการวิเคราะห์ข้าวฟ่างด้วยเทคนิคการลอยตัว เพื่อตรวจสอบสิ่งปลอมปนที่เป็นสารอนินทรีย์พบว่า วัตถุส่วนจมมีเพียงเล็กน้อย เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์และทดสอบด้วยสารเคมีแล้วพบว่าเป็นทรายมีขนาดเล็กมากมีปริมาณไม่มากถือว่าไม่ใช่สิ่งปลอมปนและเมื่อนำมาคิดเป็นอัตราเปอร์เซ็นต์ส่วนจมและเปอร์เซ็นต์ส่วนลอยจะเห็นได้ว่ามีสิ่งปลอมปนในอัตราที่น้อยมาก มีค่าเฉลี่ย 0.64 $\pm$ 0.25 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าต่ำสุด 0.36 และค่าสูงสุด 1.22 เปอร์เซ็นต์

จากผลการตรวจสอบทางด้านส่วนประกอบทางเคมีด้วยวิธี proximate analysis และทางกายภาพ ทั้ง 15 ตัวอย่างสรุปได้ว่าตัวอย่างที่ได้ มีความผันแปรในโภชนะโปรตีน และไขมันสูงกว่าโภชนะอื่นๆ ของข้าวฟ่าง คือมีค่า 1.02 และ 1.22 % ตามลำดับ และพบการปลอมปนด้วยกลูม ก้าน และแกลบ 40 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด จึงควรมีการตรวจสอบทางกายภาพด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

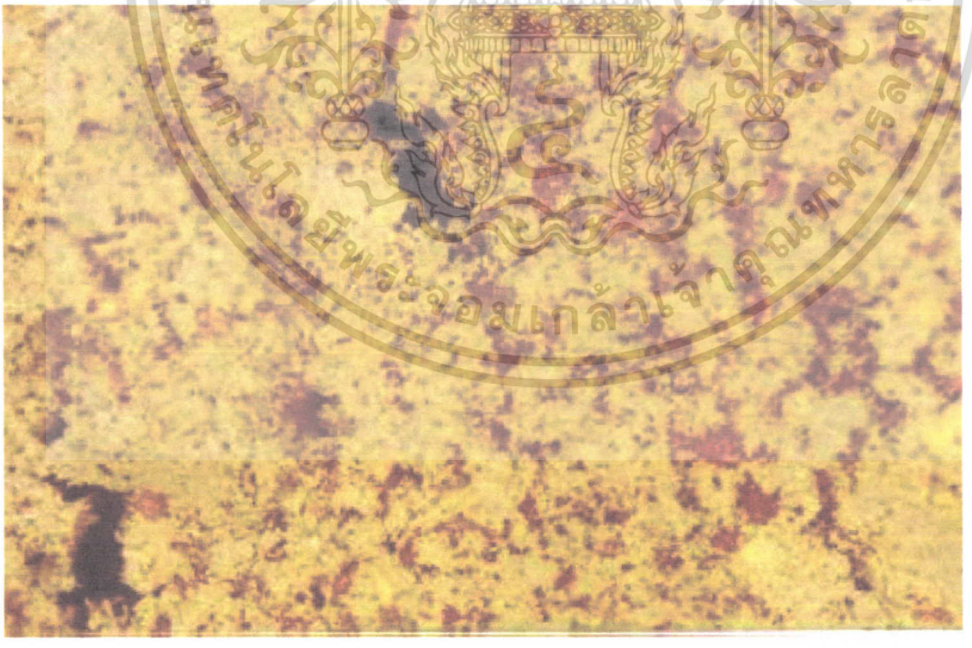


ภาพที่ 3 ลักษณะของข้าวฟ่าง จากกำลังขยาย 20 เท่า แสดงชั้นของ เมล็ดข้าวฟ่างผ่าซีก

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะสี และความแวววาว ของข้าวฟ่างบด

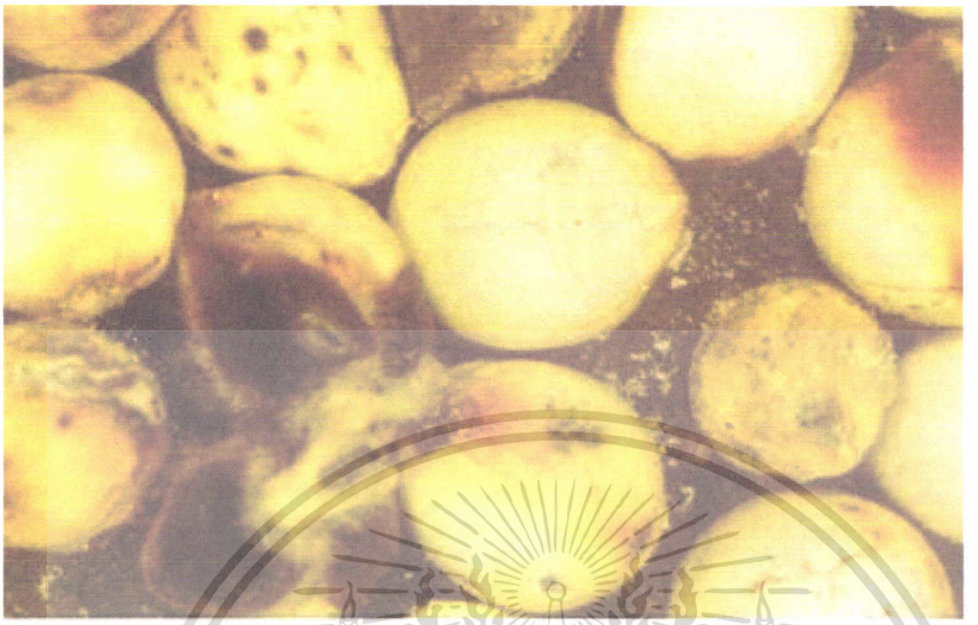
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5 การปลอมปนของแกลบในข้าวฟ่าง กำลังขยายกล้องจุลทรรศน์ 20 เท่า



ภาพที่ 6 การปลอมปนของ แกลบบดและตัวมอดในข้าวฟ่างบด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ลักษณะจุดสีดำของเชื้อรา

ภาพที่ 8 ลักษณะจุดสีดำของเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

1. ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่างได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ข้าวฟ่าง มีความชื้น 10.00 ± 0.85 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 8.87 ± 1.02 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.64 ± 1.22 เยื่อใย 1.57 ± 0.50 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 1.63 ± 0.28 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.0740 ± 0.0421 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.2100 ± 0.0685 คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ 75.29 ± 1.90 เปอร์เซ็นต์

2. ผลการวิเคราะห์สิ่งปลอมปน สารอินทรีย์ที่พบในข้าวฟ่างเป็นแกลบบด ก้าน และกลูม ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ (6 ตัวอย่าง) และพบซากแมลงปะปน 40 เปอร์เซ็นต์ (6 ตัวอย่าง) ส่วนสารอนินทรีย์ที่พบ มีทรายปะปนมาเป็นปริมาณน้อยมีค่าเฉลี่ย 0.77 ± 0.59 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จารุรัตน์ เศรษฐภักดี.2538.อาหารสัตว์เศรษฐกิจ.ภาควิชาสัตวศาสตร์,คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่,สงขลา.265 น.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2530. หญ้าและถั่วอาหารสัตว์เมืองร้อน. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ 860-862 วังบูรพา กรุงเทพมหานคร. 185 น.

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

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ . 2539. หลักโภชนศาสตร์และการประยุกต์. ภาควิชา สัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์ , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,เชียงใหม่. 575 น.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ . 2539. การผลิตอาหารสัตว์. สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์ 860-862 วังบูรพา กรุงเทพมหานคร. 285 น.

เมธา วรรณรัตน์. 2529. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ , คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 334 น.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ, สาโรช ค้าเจริญ, วินัย ประสมพ์กาจน์ และ ทวี แก้วคง. 2520. การศึกษาคุณค่าทางอาหารของข้าวฟ่างพันธุ์ต่างๆในอาหารไก่กระทง. แก่นเกษตร 5(5) : 211-222

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

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

ศุภมาส โชติเมธีภิรมย์. 2529. การวิเคราะห์ปริมาณขนไก่ปนที่ปลอมปนในปลาป่นโดยเทคนิคการลอยตัวในสารละลาย. สุกรสาส์น 12(42) : 5-9.

สมพงษ์ ลาภทวีสุขสกุล . 2538. การศึกษาคุณภาพและสิ่งปลอมปนของวัตุดิบอาหารสัตว์บางชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์ . ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ,คณะเทคโนโลยีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง , กรุงเทพมหานคร .72 น.

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ .2530. การใช้และการตรวจสอบคุณภาพ. วัตถุดิบอาหารสัตว์. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ, กำแพงแสน, นครปฐม.

เสาวนิต คูประเสริฐ. 2527. อาหารสัตว์เบื้องต้น. ภาควิชาสัตวบาล ,คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์.

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

AOAC.(Association of official Analytical Chemist).1984. Official Method of Analytical Chemist. 14 the ed. Washington D.C.227 p.

Feedstuffs, 1995. Ingredient analysis table. July 19, 1995. Volume 67, Number 30 : 24-32.

Khajarern J.M., S. Khajarern, K. Laosuwan and D. Bunsiddh. 1980. เอกสารรวมผลงานวิจัย ฉบับที่ 2. A varietal comparison of the sorghum grains for broiler feed. Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen. Thailand.

Khajarern S., and J.M. Khajarern. 1980. เอกสารรวมผลงานวิจัย ฉบับที่ 1. Feed Resources in Southeast Asia. Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen. Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีเรียงตามลำดับหมายเลขลำดับตัวอย่างข้าวฟ่าง

รหัสตัวอย่าง	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	ฟอสฟอรัส	เยื่อใย	แคลเซี่ยม	เถ้า	NFE
1101	10.27	7.22	1.62	0.1923	1.76	0.1417	1.49	77.64
1102	9.89	8.89	0.43	0.2923	1.74	0.0417	1.49	77.57
1103	9.67	7.98	2.20	0.3718	2.23	0.1499	1.50	76.42
1104	9.64	8.56	3.41	0.2862	1.91	0.1000	1.62	74.86
1105	8.92	10.11	1.41	0.1635	2.11	0.1083	1.51	75.94
1106	10.02	9.76	2.54	0.1771	2.29	0.0417	1.52	73.87
1107	10.35	9.62	3.44	0.2106	1.13	0.0588	2.17	73.29
1108	10.04	7.31	3.37	0.1658	1.51	0.0750	1.39	76.38
1109	9.68	9.53	5.45	0.2563	1.91	0.0344	2.30	71.12
1110	9.88	7.75	3.05	0.1817	0.91	0.0667	1.65	76.76
1111	7.91	7.82	2.75	0.2339	1.90	0.1333	1.65	77.97
1112	10.57	9.32	3.21	0.1082	0.98	0.0500	1.66	74.26
1113	10.77	9.39	2.98	0.2127	1.07	0.0250	1.78	74.01
1114	11.27	10.35	1.00	0.1529	1.00	0.0500	1.39	74.99
1115	11.20	9.41	2.79	0.1445	1.08	0.0333	1.29	74.22
ค่าเฉลี่ย	10.00	8.87	2.64	0.2100	1.57	0.0740	1.63	75.29
ค่า SD	0.85	1.02	1.22	0.0685	0.50	0.0421	0.28	1.90
ค่า max	11.27	10.35	5.45	0.3718	2.29	0.1499	2.30	77.97
ค่า min	7.91	7.22	0.43	0.1082	0.91	0.0250	1.29	71.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่าง โดยเรียงตามลำดับค่าสูงสุดของโปรตีน

รหัสตัวอย่าง	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	ฟอสฟอรัส	เยื่อใย	แคลเซี่ยม	เถ้า	NFE
1101	10.27	7.22	1.62	0.1923	1.76	0.1417	1.49	77.64
1108	10.04	7.31	3.37	0.1658	1.51	0.0750	1.39	76.38
1110	9.88	7.75	3.05	0.1817	0.91	0.0667	1.65	76.76
1111	7.91	7.82	2.75	0.2339	1.90	0.1333	1.65	77.97
1103	9.67	7.98	2.20	0.3718	2.23	0.1499	1.50	76.42
1104	9.64	8.56	3.41	0.2862	1.91	0.1000	1.62	74.86
1102	9.89	8.89	0.43	0.2923	1.74	0.0417	1.49	77.57
1112	10.57	9.32	3.21	0.1082	0.98	0.0500	1.66	74.26
1113	10.77	9.39	2.98	0.2127	1.07	0.0250	1.78	74.01
1115	11.20	9.41	2.79	0.1445	1.08	0.0333	1.29	74.22
1109	9.68	9.53	5.45	0.2563	1.91	0.0344	2.30	71.12
1107	10.35	9.62	3.44	0.2106	1.13	0.0588	2.17	73.29
1106	10.02	9.76	2.54	0.1771	2.29	0.0417	1.52	73.87
1105	8.92	10.11	1.41	0.1635	2.11	0.1083	1.51	75.94
1114	11.27	10.35	1.00	0.1529	1.00	0.0500	1.39	74.99
ค่าเฉลี่ย	10.00	8.87	2.64	0.2100	1.57	0.0740	1.63	75.29
ค่า SD	0.85	1.02	1.22	0.0685	0.50	0.0421	0.28	1.90
ค่า max	11.27	10.35	5.45	0.3718	2.29	0.1499	2.30	77.97
ค่า min	7.91	7.22	0.43	0.1082	0.91	0.0250	1.29	71.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ปริมาณสารอนินทรีย์เป็นเปอร์เซ็นต์ที่พบในข้าวฟ่าง โดยวิธีการลอยตัวในสารละลาย

รหัสตัวอย่าง	% จม(สารอนินทรีย์)	%ลอย(สารอินทรีย์)
1101	1.14	98.86
1102	0.43	99.57
1103	0.66	99.34
1104	0.36	99.64
1105	0.50	99.50
1106	0.41	99.59
1107	2.70	99.30
1108	0.69	99.31
1109	0.44	99.56
1110	0.55	99.45
1111	0.45	99.55
1112	0.74	99.26
1113	0.74	99.26
1114	0.52	99.48
1115	1.22	98.78
ค่าเฉลี่ย	0.77	99.36
SD	0.59	0.25
Max	2.70	99.64
Min	0.36	98.78

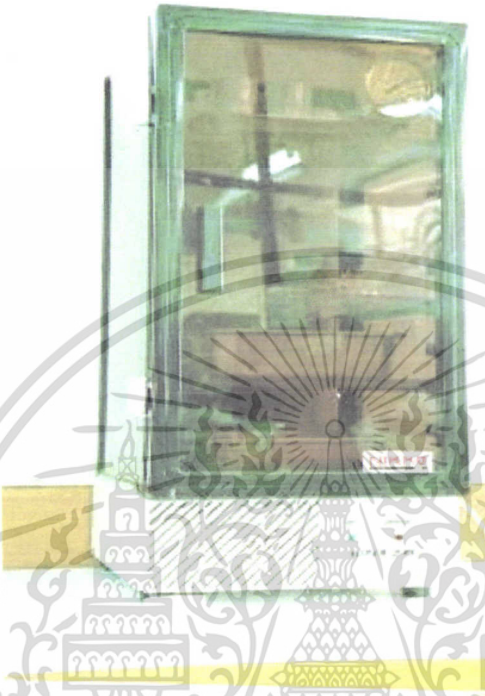
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ลักษณะการปลอมปนที่พบในข้าวฟ่าง

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะการปลอมปน	เชื้อราที่ปะปน	แมลงที่ปะปน
1101	มีกลูมและ แกลบปนมาก	เชื้อราปะปนน้อย	มีมอดน้อย
1102	มีกลูม และแกลบปนปกติ	-	-
1103	มีกลูม ปนปกติ	-	-
1104	มีกลูมและ แกลบปนปกติ	-	-
1105	มีกลูมและ แกลบปนมาก	-	-
1106	มีกลูม แกลบปนปกติ	-	-
1107	มีกลูมมาก แกลบปนปกติ	เชื้อราปะปนมาก	มีมอดน้อย
1108	มีกลูม และก้าน ปนมาก	เชื้อราปะปนมาก	มีมอดน้อย
1109	มีกลูม และก้าน ปนมาก	เชื้อราปะปนมาก	-
1110	มีกลูมปนปกติ	เชื้อราปะปนน้อย	มีมอดน้อย
1111	มีกลูมและ แกลบปนมาก	เชื้อราปะปนน้อย	-
1112	มีกลูมปนน้อย	-	มีมอดปนมาก
1113	มีกลูมปนน้อย	-	มีมอดน้อย
1114	มีกลูมปนปกติ	-	-
1115	มีกลูมปกติ แกลบปนน้อย	เชื้อราปะปนมาก	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

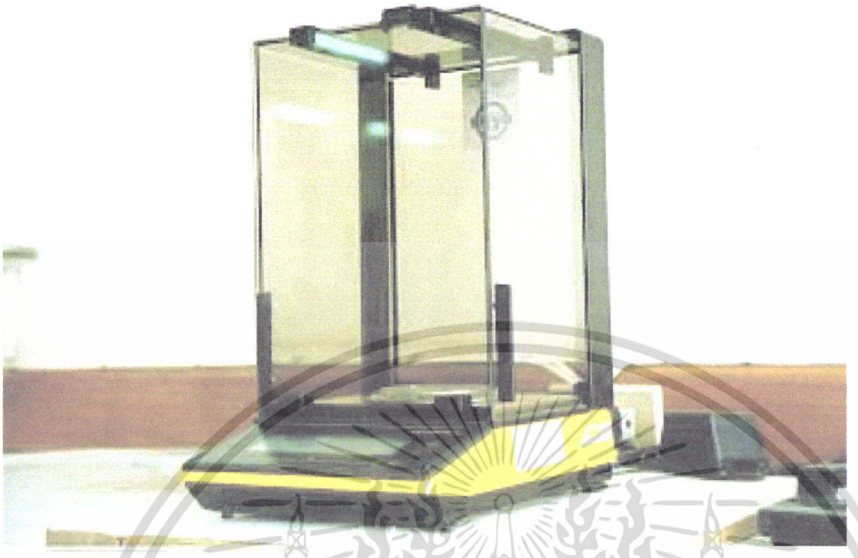
เครื่องมือห้องปฏิบัติการ



ภาพผนวกที่ 1 ตู้ดูดความชื้น (Desicator)

ภาพผนวกที่ 2 เครื่องบดตัวอย่างอาหาร (ultra centrifugal mill)

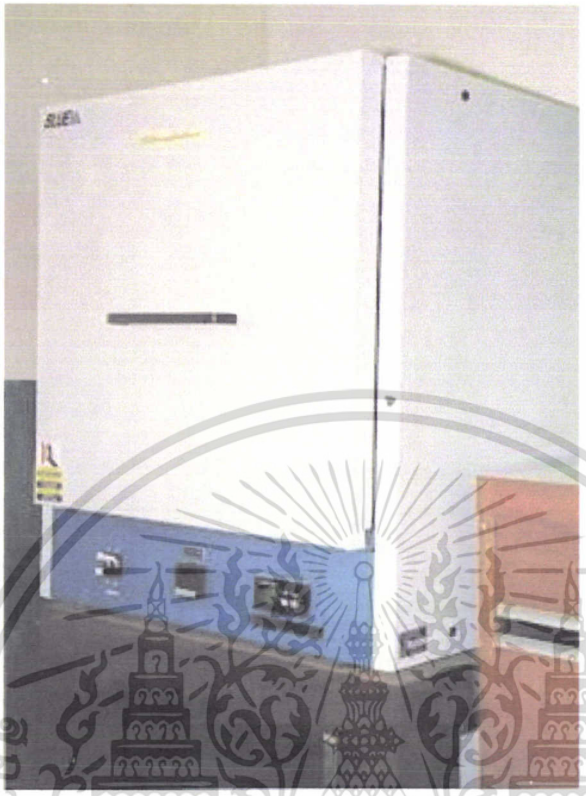
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 เครื่องชั่ง (Electronic Analytical Balance)

ภาพผนวกที่ 4 เครื่องวิเคราะห์หาไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 5 เตาเผา

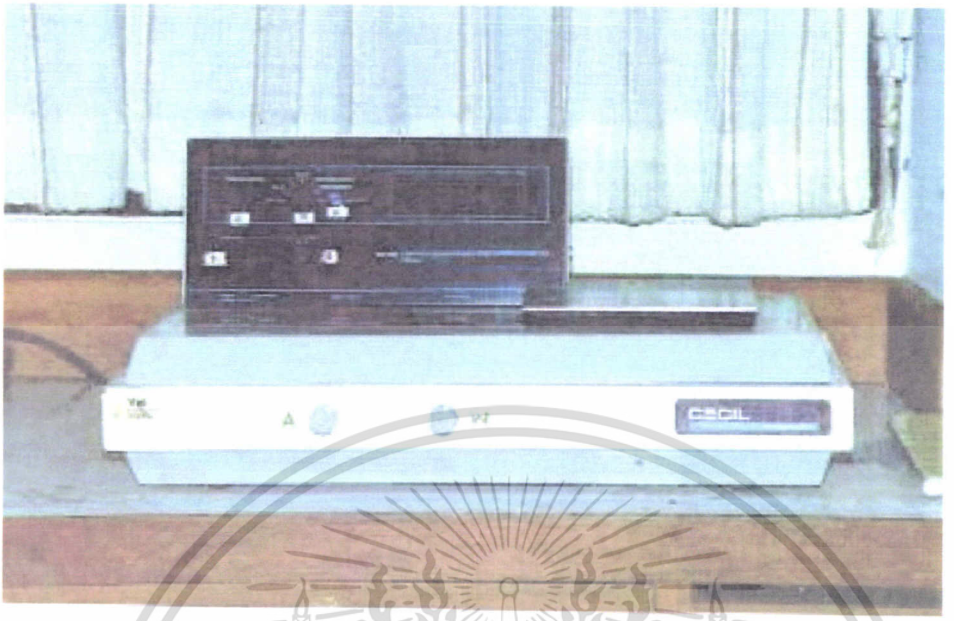
ภาพผนวกที่ 6 เครื่องย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

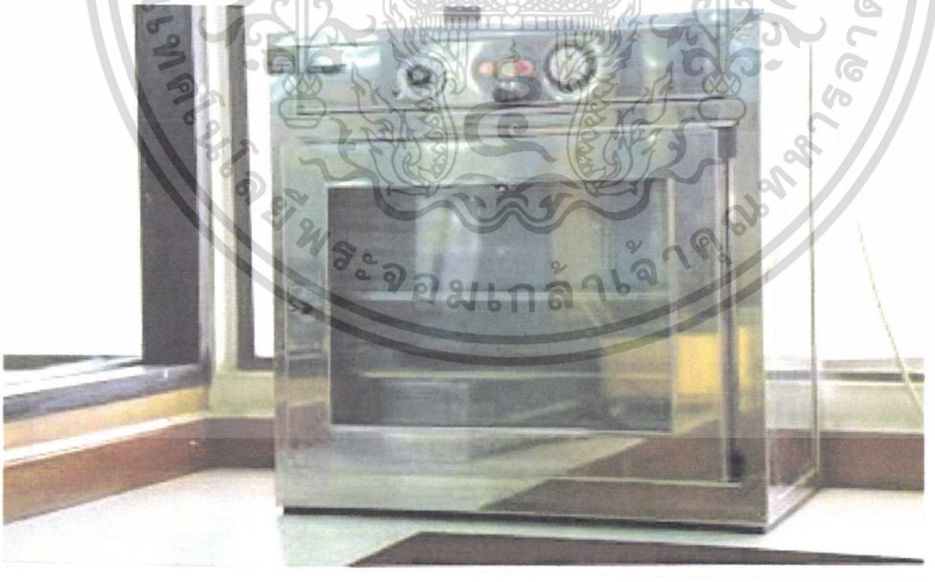
ภาพผนวกที่ 7 เครื่องกลั่น

ภาพผนวกที่ 8 เครื่องมือวิเคราะห์หาเยื่อใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 9 เครื่อง Spectrophotometry



ภาพผนวกที่ 10 ตู้อบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้