สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า

Study to Chemical Composition and Nutritional Value of Khao-mao

โดย

นายโกวิทย์ ธรรมกิจจะ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....60048
วัน,เดือน,ปี....26 ส.ค. 2549

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

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
ปีการศึกษา 2548

ชื่อเรื่อง	การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า
	Study to Chemical Composition and Nutritional Value of Khao-mao
ชื่อ-สกุล	นายโกวิทย์ ธรรมกิจจะ
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.จินตนา บุนนาค
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จันทร์พร เจ้าทรัพย์

บทคัดย่อ

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหาร ของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ คือ ข้าวเม่าสายพันธุ์ชุมพร สายพันธุ์อีปุ สายพันธุ์ดอหอม และสายพันธุ์กข.6 ซึ่งคุณค่าอาหารที่ศึกษา คือ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า และปริมาณแคลเซียม โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อได้ทราบถึงองค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางอาหารในข้าวเม่าของแต่ละสายพันธุ์ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของการผลิตอาหารขบเคี้ยว เพื่อสุขภาพอีกทั้งยังเป็นข้อมูลด้านโภชนาการให้กับหน่วยงานของราชการและอุตสาหกรรมอาหารต่อไป

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ได้ผลการศึกษาดังนี้

ผลการศึกษาทางกายภาพของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ มีลักษณะทางกายภาพที่อยู่ ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของข้าวเม่า แต่ข้าวเม่าสายพันธุ์ดอหอมมีลักษณะเมล็ดแบน ยาวเรียว สีเขียว และมีกลิ่นหอมกว่าสายพันธุ์อื่นๆ

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าข้าวเม่าพันธุ์กข.6 มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดคือ 6.31 เปอร์เซ็นต์ เพราะได้ผ่านการอบมาแล้วจึงทำให้ความชื้นเหลือน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าข้าวเม่าสายพันธุ์ชุมพร มีปริมาณไขมันมากที่สุดคือ 1.88 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือข้าวเม่าพันธุ์ดอหอม และพันธุ์อีปุ คือ 1.51 และ1.48 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนของข้าวเม่าในรูปน้ำหนักสดทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุดคือ 5.47 เปอร์เซ็นต์ และข้าวเม่า พันธุ์ อีปุ พันธุ์ดอหอม และพันธุ์กข.6 มีปริมาณโปรตีนคือ 6.50 6.56 และ6.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าข้าวเม่าพันธุ์กข.6 มีปริมาณเยื่อใยมากที่สุดคือ 1.59 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ พันธุ์ชุมพร และพันธุ์ดอหอมคือ 1.27 1.26 และ1.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าข้าวเม่าพันธุ์อีปุ จะมีปริมาณเถ้าสูงสุด คือ มีค่าอยู่ในระหว่าง 1.72-1.52 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำข้าวเม่ามาเปรียบเทียบกับข้าวกล้อง พบว่าข้าวเม่าสายพันธุ์กข.6 พันธุ์ชุมพร และพันธุ์ดอหอม มีปริมาณเถ้าคือ 1.12-1.24 1.37-1.55 และ1.41-1.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับข้าวกล้อง

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าข้าวเม่าพันธุ์กข.6 มีปริมาณแคลเซียมมากที่สุดคือ 0.49-0.45เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์มาเปรียบเทียบกับขมูกข้าว 1 กิโลกรัม ปรากฏว่าปริมาณแคลเซียมของข้าวเม่ามีมากกว่าขมูกข้าว

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเม่าปรากฏว่าข้าวเม่ามีประโยชน์กว่าข้าวกล้อง และขมูกข้าวกล้อง ดังนั้นจึงสามารถนำไปพัฒนาเป็นอาหารขบเคี้ยวเพื่อเสริมสุขภาพด้านคุณค่าทางโภชนาการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับคำแนะนำและข้อเสนอแนะจากบุคคลหลายท่านด้วยกัน ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จินตนา บุนนาค ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และสละเวลาอันมีค่าช่วยแนะนำ ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการทำปัญหาพิเศษ รวมทั้งการแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จันทร์พร เจ้าทรัพย์ ที่อนุเคราะห์มาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และได้กรุณาให้คำปรึกษาในการปฏิบัติการวิเคราะห์ต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษ และขอขอบคุณ คุณบารมี ทองใบน้อย และคุณอนุสรณ์ เมินแก้ว ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการ รวมทั้งอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่คอยให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนในด้านทุนทรัพย์ ตลอดจนให้คำปรึกษาที่ดีแก่ข้าพเจ้าเสมอมา และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ที่ให้คำปรึกษา ให้ความร่วมมือ และคอยช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษด้วยดีตลอด

นายโกวิทย์ ธรรมกิจจะ

มีนาคม 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ข้าวเม่า	3
2.2 หลักการเบื้องต้นในการวิเคราะห์	6
2.3 การสุ่มตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง	12
2.4 หลักการวิเคราะห์	15
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	33
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	33
3.2 วิธีการ	35
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	47
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	47
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล	48
4.1 ผลการวิจัย	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 58
5.1 สรุปผลการทดลอง 58
5.2 ข้อเสนอแนะ 59
บรรณานุกรม 61
ภาคผนวก 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณความชื้นในอาหาร	15
2	ปริมาณลิปิดในอาหารชนิดต่างๆ	18
3	ปริมาณโปรตีนในอาหารชนิดต่างๆ	19
4	แฟคเตอร์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนไนโตรเจนให้เป็นโปรตีนกับอาหารแต่ละชนิด	21
5	ปริมาณเถ้าในอาหารชนิดต่างๆ	24
6	สารเคมีชนิดต่างๆ และการเตรียมสารเคมีที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน	27
7	กรด-เบส อินดิเคเตอร์ แสดงการเปลี่ยนสี และ ตัวทำละลายที่ใช้ในการเตรียม	30
8	ลักษณะทางกายภาพของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์	48
9	ผลการวิเคราะห์หาความชื้นข้าวเม่าที่ยังไม่ผ่านกระบวนการการแปรรูป	50
10	ผลการวิเคราะห์หาความชื้นของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์	51
11	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์	52
12	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์	53
13	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์	54
14	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์	55
15	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์	57

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	หลักเกณฑ์การให้คะแนน	67
2	สารอาหารข้าวกล้อง และข้าวสาร	75
3	สารอาหารในจมูกข้าว 1 กิโลกรัม	75
4	สารอาหารในข้าวเหนียว กข.6	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น	36
2	ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน	38
3	ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน	40
4	ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย	42
5	ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า	43
6	ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม	46
7	ข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่มีการเพาะปลูกกันทั่วไปในทุกภาคของประเทศ และเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญในด้านที่เป็นอาหารหลัก และเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้เข้าประเทศเป็นอันดับหนึ่ง ในบรรดาสินค้าส่งออกด้านการเกษตรของประเทศทั้งหมด นอกจากการนำข้าวมาบริโภคเป็นอาหารหลักในชีวิตประจำวันแล้ว คนไทยยังนิยมแปรรูปข้าวเป็นอาหารทั้งคาวและหวานเพื่อการบริโภคและการจำหน่าย (http://www.nstda.or.th /rural /html/rice.html)

ข้าวเม่าเป็นผลิตภัณฑ์ตัวหนึ่งที่ได้จากการนำข้าวมาแปรรูป สามารถผลิตได้จากข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ข้าวเม่ามีลักษณะเฉพาะตัวที่มีความหอมและมีสีเขียวธรรมชาติของเมล็ดข้าวจึงเป็นที่นิยมและยอมรับของผู้บริโภค แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ยังมีปัญหาในการเก็บรักษา โดยเก็บได้เพียง 1-2 วัน เนื่องจากข้าวเม่ามีความชื้นสูงทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาข้าวเม่าให้เป็นอย่างดี โดยการเก็บในสภาวะที่ไม่มีความชื้น อีกทั้งข้าวเม่ายังมีองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าอาหารหลายชนิดที่จำเป็นและสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งการศึกษายังไม่แพร่หลายมากนัก

ดังนั้นผู้ทำปัญหาพิเศษจึงมีความสนใจที่ต้องการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า ได้แก่ การวิเคราะห์ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า และ แคลเซียม เพื่อที่จะได้ทราบว่าข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์มีคุณค่าทางอาหารมีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางอาหารคือ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า และแคลเซียมของข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าอาหารในข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์
2. ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของการผลิตอาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ
3. นำไปใช้เป็นข้อมูลด้านโภชนาการให้กับหน่วยงานของราชการและอุตสาหกรรมอาหารต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าวเม่า

ต้นข้าวเหนียวที่ตั้งท้องออกรวงและผ่านระยะน้ำนมประมาณ 5 - 7 วัน ข้าวจะเริ่มมีเมล็ด แต่ยังไม่แก่จัดชาวบ้าน เรียกว่า "ข้าวเม่า" เวลามีงานบุญประเพณีชาวบ้านจะใช้ข้าวในระยะนี้ มาแปรรูปเป็น "ข้าวเม่า" การแปรรูป จะเริ่มจากการนำข้าวระยะนี้มารูดเอาเฉพาะเมล็ดนำมาคั่วแล้วตำด้วยครกกระเดื่อง หรือครกมองเพื่อแยกเปลือกข้าวออก ชาวบ้านในหลายจังหวัดของภาคอีสาน มีการผลิตข้าวเม่าทั้งเพื่อการบริโภคในครัวเรือนและเพื่อการจำหน่าย จังหวัดที่มีการผลิตกันมาก ได้แก่ อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด นครพนม สกลนคร อุดรธานี และหนองคาย ข้าวเม่าที่ออกสู่ตลาดโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของข้าวเม่าสด หรือข้าวเม่าอ่อน ซึ่งเป็นข้าวเหนียวที่ยังคงมีสีเขียวอยู่ นอกจากนี้ยังมีการผลิตในรูปของข้าวเม่าราง ซึ่งเป็นข้าวเม่าไม่มีสีเขียวเพราะผลิตจากข้าวเปลือกแก่ ชาวบ้านนิยมซื้อไปทำเป็น อาหารหวานที่เรียกกันว่า "ข้าวเม่าคลุก"

ข้าวเม่ามีลักษณะเฉพาะตัวที่ความหอมและสีเขียวธรรมชาติของเมล็ดข้าวจึงเป็นที่นิยมและยอมรับของผู้บริโภค แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ยังมีปัญหาในการเก็บรักษา โดยเก็บได้เพียง 1-2 วัน เนื่องจากข้าวเม่ามีความชื้นสูงทำให้เกิดเชื้อราง่าย

2.1.1 พันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวที่จะนำมาใช้จะเป็นพันธุ์ข้าวเหนียว แต่มีบางท้องที่มีการผลิตข้าวเม่าจากข้าวเจ้า แต่มีปริมาณน้อยเนื่องจากคุณภาพสู้ข้าวเหนียวไม่ได้เพราะข้าวเม่าที่ได้จากข้าวเจ้ามีความนุ่มน้อยกว่า สำหรับพันธุ์ข้าวเหนียวที่นำมาใช้ในการผลิตพบว่าโดยทั่วไปสามารถใช้ได้ทุกพันธุ์ แต่คุณสมบัติที่สำคัญสำหรับข้าวที่นำมาผลิตข้าวเม่านั้นควรมีความนิ่มและมีกลิ่นหอม นอกจากนั้นพบว่าพันธุ์ข้าวที่ใช้สำหรับการผลิตข้าวเม่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ได้แก่ พันธุ์เหลืองบุญมา พันธุ์ดอกมะขาม พันธุ์สันป่าตอง ส่วนพันธุ์อื่นที่มีการปลูกกันมากได้แก่ กข 6 กข 8 กข 10 ซึ่งเป็นพันธุ์นอกเหนือจากพันธุ์พื้นเมือง ในแต่ละจังหวัดมีการปลูกข้าวพันธุ์ที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและลักษณะพื้นที่การเพาะปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันนักวิชาการด้านการเกษตรได้ทำการวิจัย เพื่อหาข้าวเหนียวสายพันธุ์ใหม่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวเม่า นักวิชาการเกษตรของศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดอุบลราชธานี ได้ค้นพบข้าวเหนียวสายพันธุ์ใหม่คือ สายพันธุ์ KK-NUR-82003-SKN-69-1-1 ซึ่งเป็นข้าวไม่ไวแสง ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรัง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 125 วัน ต้นสูง 140 เซนติเมตร เมล็ดเรียวยาว เมื่อนึ่งสุกอ่อนนุ่มและมีกลิ่นหอม

2.1.2 ระยะการเก็บเกี่ยว

ข้าวที่ใช้ผลิตข้าวเม่ามี 2 ชนิด คือ ชนิดที่ข้าวอ่อน และชนิดที่ใช้ข้าวเก่า ข้าวเม่าแบบแรกข้าวที่เก็บเกี่ยวหลังติดเมล็ดแล้วประมาณ 15-20 วัน ชาวบ้านเรียกว่า "ข้าวอ่อน" เป็นข้าวที่อยู่ในระยะสะสมแป้ง (dough stage) ให้ข้าวเม่าที่มีสีเขียวเล็กน้อยและกลิ่นหอม ถ้าเมล็ดข้าวเข้าสู่ระยะแก่ตัว (mature grain stage) เนื้อข้าวจะแข็งไม่เหมาะสำหรับทำข้าวเม่า ข้าวที่เหมาะสมสำหรับทำข้าวเม่าจะสังเกตได้จากสีของข้าว ควรมีสีเขียวออกเหลืองเล็กน้อย ช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวข้าวสำหรับทำข้าวเม่าจะเริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคมเป็นต้นไปจนถึงเดือนตุลาคมของทุกปี สำหรับการผลิตข้าวเม่าจากข้าวแก่เป็นผลิตข้าวเม่านอกฤดูกาลจะใช้ข้าวเม่าที่มีสีเหลืองอยู่ในระยะแก่จัด เป็นข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะที่ปกติ จะต้องนำข้าวมาแช่น้ำให้นุ่มเหมือนกับข้าวอ่อนหลังจากนั้นจึงนำมาคั่วและตำให้แบนเหมือนกับการเตรียมข้าวเม่าจากข้าวอ่อน ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีสีและ ไม่มีกลิ่นมากนัก ส่วนใหญ่มักจะเติมแต่งด้วยสีผสมอาหาร แต่บางแห่งอาจใช้สีย้อมผ้า

2.1.3 วิธีการผลิตข้าวเม่า

การผลิตข้าวเม่าจะมีวิธีการที่เหมือนกันหมดทุกท้องที่ โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1) การแยกเมล็ดข้าวออกจากรวง ข้าวที่เก็บเกี่ยวมาทำข้าวเม่ามักมีสีเขียวและลำต้นยังสดอยู่มาก เมล็ดยังติดแน่นอยู่บนรวง ก่อนอื่นจะต้องแยกเมล็ดออกจากรวง วิธีที่ปฏิบัติกันคือนำรวงข้าวมามัดเป็นฟ่อนแล้วฟาดลงบนราวไม้หรือใช้เท้าย่ำและขยี้ไปมา ให้เมล็ดข้าวหลุดออก และหล่นลงบนผ้าใบ หลังจากนั้นจึงเก็บรวบรวมไว้ แล้วนำไปทำข้าวเม่าทันที

2) การทำความสะอาด เมล็ดข้าวที่ได้จากการฟาดมักมีสิ่งสกปรกอยู่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเศษใบข้าวและเศษใบหญ้า สิ่งเหล่านี้จะแยกออกไป วิธีที่ปฏิบัติกันคือนำข้าวไปลอยน้ำ ส่วนที่เป็นเศษใบข้าวและเมล็ดลีบจะลอยตัว ให้ช้อนทิ้งไป ส่วนข้าวแก่ที่ใช้ผลิตข้าวเม่านอกฤดูกาลก็ต้องนำมาแช่น้ำเช่นกัน เป็นการทำลายฝุ่นละอองที่ติดอยู่ให้หมดไป นอกจากนี้ยังทำให้ข้าวนิ่มด้วย ข้าวที่แช่น้ำแล้วจะนุ่มไม่แหลกเป็นผงเมื่อนำไปตำเป็นข้าวเม่า สำหรับเวลาการแช่ของข้าวแต่ละชนิดจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันไป เช่น ข้าวเหนียวและข้าวเจ้าธรรมดาจะใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง แต่ข้าวหอมมะลิจะใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง สำหรับขั้นตอนนี้จะมีการใส่สีผสมอาหารลงไปด้วย เป็นการเตรียมข้าวให้มีสีเขียวอ่อนๆ

3) การคั่วข้าว การคั่วเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เป็นขั้นตอนที่ทำให้ข้าวสุก มีเนื้อนุ่ม สามารถบีบให้แบนได้โดยไม่ทำให้เมล็ดแตก การคั่วจะเริ่มขึ้นเมื่อมีการเตรียมเครื่องตำให้พร้อม ป้องกันมิให้ข้าวเย็นตัวก่อนตำ นำข้าวมาใส่ลงในภาชนะที่สานด้วยไม้ไผ่ ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วเทลงในกระทะ คั่วให้สุก ถ้าต้องการให้มีกลิ่นข้าวใหม่จะต้องใส่ใบเตยที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆลงไปด้วย การคั่วจะสิ้นสุดลงเมื่อมีการแตกของข้าว 6-8 เมล็ด หรือใช้เวลาคั่วประมาณ 15-20 นาที ให้ยกลงเตา

4) การบีบให้แบน การบีบให้แบนเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง ข้าวที่ผ่านการคั่วและทำให้เนื้อนุ่มแล้วจะผ่านการตำเพื่อให้แบน วิธีการผลิตจะเหมือนกันหมด คือการตำ ส่วนจะตำให้แบนเท่าใดหรือนานเท่าใดนั้นมิได้กำหนดไว้ แต่อาศัยประสบการณ์ ข้าวเม่าที่ผลิตได้มี 2 แบบ คือ แบบกลมและแบนแบน การตำข้าวเม่าชนิดแบนต้องการแรงกระแทกของกระเดื่องมากกว่าการตำข้าวเม่าชนิดกลมและใช้เวลาในการตำนานกว่า การตำมักจะก่อให้เกิดปัญหาบ้างในบางครั้ง กล่าวคือจะทำให้เมล็ดข้าวที่ตำเกาะติดกันเป็นก้อน ชาวบ้านเรียกว่า “ขี้แมว” โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเมล็ดข้าวนุ่มเกินไป การทิ้งข้าวไว้ 5-10 นาที หรือมีอุณหภูมิประมาณ 80-90 องศาเซลเซียส จะช่วยให้เมล็ดข้าวเย็นตัวลง การตำจะไม่ทำให้เมล็ดข้าวเกาะตัวกัน อีกประการหนึ่งในขณะตำควรคุ้ยข้าวเพื่อให้เมล็ดข้าวสัมผัสกับการตำมากที่สุด ก็จะช่วยให้เมล็ดข้าวแยกตัวกันด้วย การตำในขั้นนี้ยังมีความสำคัญที่ช่วยให้เปลือกข้าวหลุดออกจากเนื้อข้าวด้วย การทิ้งข้าวไว้ให้เย็นมากเกินไปเมล็ดจะแตกเมื่อสัมผัสกับการตำ ทำให้ข้าวเม่าป่นละเอียดมาก

วิธีบีบให้แบนเป็นเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละราย ผู้ที่ใช้เครื่องจักรจะบังคับใช้แรงได้ตามต้องการ ถ้าแรงน้อยและมีเนื้อกรอบแข็ง ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้แรงมากเมล็ดข้าวก็จะแบนมากและมีเนื้อกรอบนุ่ม ข้าวที่ตำแต่ละครกจะประมาณ 2/3 ลิตร และใช้เวลาตำประมาณ 9 นาที ได้ข้าวเม่าประมาณ 1 ลิตร

5) การแยกเปลือก เมล็ดข้าวที่ผ่านการบีบให้แบนมาแล้วจะมีเปลือก เนื้อข้าวที่แบน และรำปะปนกันอยู่ จะต้องแยกเอาเปลือกและรำออก การแยกจะใช้ตะแกรง 2 ชั้น ตะแกรงชั้นบนจะแยกเอาเปลือกออกไว้ ชั้นกลางจะแยกเอาข้าวเม่าไว้ ส่วนรำจะผ่านตะแกรงชั้นกลางและตกลงภาชนะที่รองรับอยู่ด้านล่าง สำหรับการผลิตแบบอุตสาหกรรมจะใช้ตะแกรงร่อนอย่างต่อเนื่อง โดยแยกเปลือกและรำออกไปอย่างอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การตากแห้ง ข้าวเม่าที่ผลิตในฤดูกาลจะนำไปทำเป็นข้าวเม่าคลุก แล้วนำไปขายทันที ไม่มีการตากแห้ง ส่วนที่เหลือจะเก็บไว้ในกระบุงหรือกระจาด เป็นภาชนะที่โปร่ง ลมจะผ่านได้ ข้าวเม่าจะไม่เสียเพราะเชื้อรา หรือมีกลิ่นหืน ส่วนข้าวเม่าที่ผลิตนอกฤดูหรือข้าวเม่าที่ผลิตจากข้าวเปลือกจะใช้ทำข้าวเม่ารางหรือข้าวพอง ข้าวเม่าพวกนี้จะตากแห้ง แล้วบรรจุถุงเพื่อจำหน่าย

7) การบรรจุ การบรรจุจะใช้เฉพาะข้าวเม่าแห้งเท่านั้น เป็นการกระทำเพื่อการค้าในฤดูการปลูกข้าวการบรรจุข้าวเม่าจะมีน้อยมาก แต่จะมีมากขึ้นเมื่อผ่านฤดูทำนาไปแล้ว เป็นระยะที่ชาวนามีเวลามากขึ้น ข้าวเม่าที่ผลิตในฤดูกาลนี้จะนำไปขายโดยเฉพาะ ข้าวเม่าส่วนใหญ่จึงต้องตากแห้ง ลักษณะของข้าวเม่าแห้งมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่บรรจุเป็นถุงขนาดใหญ่ พ่อค้าที่ซื้อไปจะนำไปจำหน่ายอีกทอดหนึ่ง โดยนำไปตวงเป็นถัง(20กิโลกรัม) แล้วเทลงถุงพลาสติกให้ลูกค้า ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นการบรรจุข้าวเม่าเป็นถุงขนาด 7 กิโลกรัม ส่วนใหญ่เป็นถุงกระดาษ เป็นข้าวเม่ากลม ผู้ซื้อจะนำไปทำเป็นข้าวพอง

2.2 หลักการเบื้องต้นในการวิเคราะห์

ก่อนที่จะดำเนินการหาองค์ประกอบอาหารนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือและเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ต้องรู้เทคนิคการใช้ ตลอดจนการเก็บรักษาอุปกรณ์ อุปกรณ์ที่ใช้จำเป็นได้แก่เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง เตาเผา เตาไฟฟ้า ตู้อบ เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องเรียนรู้หลักการเบื้องต้นในการเตรียมสารละลาย และสารละลายมาตรฐานที่จำเป็นไปใช้ในการวิเคราะห์ เช่น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น เพื่อให้ผลการทดลองถูกต้องมีความแม่นยำ

2.2.1 เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ

เครื่องมือที่สำคัญและถูกนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการได้แก่

1) เตาเผา (muffle furnace) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเผาตะกอนที่อุณหภูมิสูงๆ เตาเผาประกอบด้วยห้องเล็กๆ บุด้วยอิฐทนไฟ และมีประตูปิดเปิดได้ ไฟฟ้าจะทำให้ขดลวดเกิดความร้อนและสามารถให้อุณหภูมิสูงถึง 1,400 องศาเซลเซียส

2) เตาไฟฟ้า (electric hotplate) เป็นเครื่องมือที่ให้ความร้อนได้น้อยกว่าตะเกียงก๊าซ แต่สามารถควบคุมความร้อนได้โดยการใช้กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนในการต้มสารละลายให้มีอุณหภูมิถึง 200-250 องศาเซลเซียส

3) ตู้อบลมร้อน (hot air oven) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับทำให้สารแห้งโดยใช้ไฟฟ้า ตู้อบบางชนิดมีพัดลมอยู่ข้างในเพื่อทำให้อุณหภูมิเท่ากันทั่วบริเวณภายในตู้ ตู้อบต้องมีเครื่องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิติดอยู่และสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ถึง 300 องศาเซลเซียส แต่การใช้ตู้อบในการทำสารให้แห้งมักใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ถ้าสารที่จะทำให้แห้งนั้นทำให้เกิดไอที่กัดกร่อน การทำให้ระเหย ทำให้แห้ง หรือทำให้สลายตัวจนทำให้เกิดไอที่กัดกร่อนน้อยที่สุดก่อนที่จะใส่เข้าไปในตู้อบ มิฉะนั้นจะทำให้เกิดการสึกกร่อนของขดลวดความร้อน หรือวัสดุภายในตู้อบ สารที่จะทำให้แห้งควรบรรจุในภาชนะที่ฝาปิด เพื่อป้องกันผงฝุ่นหรือสนิมเหล็กอันเกิดจากภายในตู้อบ และป้องกันการกระเด็นของสารอื่นที่มาจากสารของเพื่อนร่วมงานที่ใช้ตู้อบร่วมกัน ถ้าเป็นของเล็กเช่น ขวดชั่ง ควรใส่ในบีกเกอร์เพื่อป้องกันการโค่นล้ม เป็นต้น

4) โถดูดความชื้น (desiccator) ใช้ในการวิเคราะห์แบบชั่งน้ำหนักของสาร สารที่จะนำเอาไปชั่งควรเก็บไว้ในโถดูดความชื้นก่อนการชั่ง ถึงแม้สารนั้นจะไม่ดูดความชื้นก็ตาม ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการปลิวของสารเนื่องจากลม และป้องกันฝุ่นละอองซึ่งจะตกหล่นปนกับสารได้ แต่จุดประสงค์ที่สำคัญของการใช้โถดูดความชื้นคือ เพื่อที่จะทำให้สารแห้ง หรือเป็นภาชนะป้องกันการดูดความชื้นของสาร โถดูดความชื้นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเป็นแบบชิบเลอร์ (scheibler) ส่วนภาชนะที่ใส่สารที่จะทำให้แห้งนั้นให้วางบนแผ่นพอร์ซเลนหรือแผ่นอลูมิเนียมที่เจาะเป็นรู ตัวโถดูดความชื้นทำด้วยแก้ว ระหว่างฝาและตัวโถดูดความชื้น ทาด้วยกรีส (grease) เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้า ข้อควรระวังในการใช้โถดูดความชื้นคือ เมื่อนำสารที่ร้อนมาวางไวในโถดูดความชื้นไม่ควรปิดฝาทันที่ควรปล่อยให้อากาศขยายตัวออกไปแล้วจึงปิดฝา และเมื่อสารในโถดูด ความชื้นเย็นลงจึงค่อย ๆ เปิดฝาให้อากาศเข้าไป อีกประการหนึ่งคือ การถือโถดูดความชื้นต้องระมัดระวังมิให้ฝาโถดูดความชื้นหล่น จึงควรใช้มือจับทั้งตัวและฝา

5) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (analytical balance) เป็นเครื่องชั่งที่ใช้สำหรับชั่งหาน้ำหนักสารและตัวอย่างที่ต้องการทราบน้ำหนักที่แน่นอน ประกอบด้วยห้องสำหรับวางสารที่มีกระจกกั้นทั้งสี่ด้าน เพื่อป้องกันมิให้ลมพัดไปกระทบถูกตัวอย่างที่กำลังชั่งน้ำหนักอยู่ มีประตูปิดเปิดเพื่อนำตัวอย่างเข้าหรือออกได้สะดวกค่าที่อ่านได้อาจเป็นสเกลหรือตัวเลขไฟฟ้ามีทศนิยม 4 ตำแหน่ง เครื่องชั่งแบบนี้มักใช้ชั่งน้ำหนักสารเคมีเพื่อการเตรียมสารละลายหรือตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และไขมัน เป็นต้น

6) ตู้ดูดไอกรดระเหย (fume hood) เป็นตู้ที่สำหรับดูดไอกรดและสารเคมี โครงสร้างมีความทนทานต่อสารเคมีและทนต่อการกัดกร่อนของกรด-ด่างเป็นอย่างดี ทนต่อความร้อน ใช้สำหรับการเตรียมสารละลาย การถ่ายสารละลายที่มีไอระเหยเป็นพิษ ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ กรดซัลฟูริค สารพวกอีเทอร์ เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้ไม่ควรกระทำภายนอกเครื่องดูดไอกรดระเหย เพราะจะเกิดเป็นไอหรือควันระเหยไปทั่วห้อง เป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจได้ การใช้เครื่องนี้ต้องเปิดฟัดลมทุกครั้งเพื่อดูดเอาไอระเหยไปตามท่อเพื่อถ่ายทิ้งนอกตัวอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) เครื่องกวนสารละลายแบบมีแผ่นให้ความร้อน (hot plate and magnetic stirrer) เป็นเครื่องมือที่ให้ความร้อนที่สามารถควบคุมระดับความร้อนได้โดยใช้กระแสไฟฟ้าและมีระบบการคนสารละลายด้วยแท่งกวนแม่เหล็กที่ปรับระดับความเร็วของการกวนได้ ใช้สำหรับเตรียมสารละลายต่าง ๆ ที่ละลายยาก หรือเตรียมสารครั้งละปริมาณมาก ๆ

8) เครื่องต้มน้ำแบบปรับอุณหภูมิได้ (water bath) เป็นเครื่องมือที่ให้ความร้อน มีลักษณะเป็นอ่าง สำหรับบรรจุน้ำ สามารถให้ความร้อนได้มากกว่า 100 องศาเซลเซียส มีระบบควบคุมระดับความร้อน เมื่อใช้งานแล้วควรระบายหรือถ่ายน้ำทุกครั้งเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดตะกรันในอ่างต้มน้ำได้ มักใช้สำหรับอุ่นตัวอย่างให้อุณหภูมิสูงขึ้น

2.2.2 เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ

เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการได้แก่

1) กระบอกตวง (graduated cylinder) เป็นเครื่องมือวัดปริมาตรของของเหลวโดยประมาณ ดังนั้น ถ้าต้องการทราบปริมาตรที่แน่นอนของของเหลว จึงไม่ควรใช้กระบอกตวงวัดปริมาตร กระบอกตวงที่ใช้มีขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิลิตร จนถึงหลายลิตร โดยค่าเบี่ยงเบนในการวัด จะมีค่าเท่ากับร้อยละ 1 ของปริมาตรสูงสุดของกระบองตวง ฉะนั้นกระบอกตวงขนาดเล็กจะวัดได้ถูกต้องกว่ากระบอกตวงใหญ่

2) ปิเปต (pipet) ใช้วัดปริมาตรที่แน่นอนของของเหลวได้อย่างถูกต้อง ปิเปตที่ใช้มีตั้งแต่ขนาดเล็ก 1 มิลลิลิตร โดยจะมีขีดแบ่งปริมาตรย่อย ๆ ซึ่งเรียกว่า แกรดูเอตปิเปต (graduated pipet) ในการถ่ายเทของเหลวจากภาชนะอันหนึ่งไปสู่ภาชนะอีกอันหนึ่งด้วยปิเปตทำได้โดยใช้ลูกยางดูด (rubber ball) ช่วยดูดของเหลวเข้ามาในปิเปต (ไม่ควรใช้ปากดูดปิเปต เพราะไม่ปลอดภัยในกรณีที่ของเหลวเป็นพิษ และเพื่อความสะดวกควรเลือกใช้ลูกยางแบบบังคับทิศทางได้) ใช้มือขวาจับปิเปต ส่วนมือซ้ายถือลูกยางแล้วบีบลูกยางให้แฟบ สวมลูกยางลงบนปลายปิเปต แล้วจุ่มปลายปิเปต ลงในของเหลวค่อย ๆ ปล่อยลูกยางให้โป่งขึ้น ของเหลวก็จะถูกดูดขึ้นมา ถ้าปิเปตที่ใช้ยังไม่แห้งมีน้ำติดอยู่บนผนังด้านในของปิเปต ควรดูดเอาของเหลวขึ้นไป จนกระทั่งระดับของเหลวขึ้นสูงประมาณหนึ่งในสามของกระเปาะกลางของปิเปต เอาลูกยางออกแล้วใช้นิ้วมือขวาเลื่อนขึ้นมาปิดปลายปิเปตทันที ยกปิเปตออกและเอียงให้อยู่ในแนวนอน จากนั้นหมุนปิเปตเพื่อที่จะให้ของเหลวชำระล้างน้ำที่ติดอยู่ผนังด้านในของปิเปต แล้วจึงตั้งปิเปตในแนวดิ่ง เปิดนิ้วชี้ออกจากปลายบนของปิเปตปล่อยให้สารละลายไหลออกจากปิเปตและทิ้งไป ล้างแบบนี้อีกครั้ง นำปิเปตมาสวมลูกยางแล้วทำแล้วทำการดูดสารละลายแบบข้างต้นค่อย ๆ ทำให้ลูกยางโป่งจนระดับของของเหลวขึ้นไปสูงเหนือขีดวัดปริมาตร (calibration mark) เอาลูกยางออกแล้วเลื่อนนิ้วชี้ไปปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายปิเปตส่วนบนทันที ส่วนที่ปลายปิเปตส่วนล่างจะมีของเหลวติดอยู่ด้านนอก ใช้กระดาษทิชชู ซับเอาของเหลวออกจากก้านปิเปตส่วนล่างจะแห้งแล้วค่อย ๆ โหย่งปลายนิ้วชี้ปล่อยให้ระดับของเหลวต่ำลงอีก ยกปิเปตมาใส่ภาชนะที่รองรับแล้วเปิดปลายนิ้วชี้ออกจากปลายปิเปตปล่อยให้ของเหลว ไหลลงมาตามลำพัง และควรตั้งปิเปตให้อยู่ในแนวดิ่ง เมื่อระดับของเหลวมาหยุดนิ่งที่ปลายปิเปตที่รอประมาณ 30 วินาที แล้วจึงนำปลายปิเปตด้านแหลมแตะผนังภาชนะ แต่ก็จะต้องมีของเหลวติดอยู่ที่ปลายปิเปต อย่าเป่าของเหลวออกทิ้งไว้แบบนั้นเพราะปริมาณของของเหลวที่ออกมาจากปิเปตจะมีปริมาตรที่ระบุไว้บนปิเปตนั้นพอดี

3) บิวเรต (buret) เป็นเครื่องมือวัดปริมาตรเหมือนปิเปต แต่มีขีดบอกปริมาตรมากมาย บิวเรตสามารถวัดปริมาตรของของเหลวได้ตามความต้องการ โดยการเปิดสต๊อบค็อก (stopcock) ปล่อยให้ของเหลวไหลออกมา บิวเรตที่มีใช้ในงานวิเคราะห์จะมีขนาดตั้งแต่ 10 ถึง 50 มิลลิลิตร แต่ที่ใช้กันมากคือขนาด 50 มิลลิลิตร

การอ่านสเกลบนบิวเรต ควรให้ระดับของของเหลวอยู่ในระดับเดียวกับสายตา และถือส่วนโค้งที่ต่ำสุด (menicus) ของของเหลวเป็นเกณฑ์ในการอ่านปริมาตรของของเหลวเพื่อที่จะได้มองระดับของของเหลว และสเกลบนบิวเรตได้ชัดเจนขึ้น เราจะใช้กระดาษขาวทาสีดำครึ่งหนึ่งบังหลอดบิวเรตด้านหลัง การหมุนสต๊อบค็อกควรทำให้ถูกวิธีเพื่อป้องกันไม่ให้สต๊อบค็อบเคลื่อนที่ออกจากบิวเรตได้ง่าย

ถ้าบิวเรตอยู่ในสภาพที่ดี ปริมาตรของสารละลายที่ออกจากบิวเรต 1 หยด จะมีค่าประมาณ 0.05 มิลลิลิตร แต่อย่างไรก็ดีบางครั้งเราต้องการได้สารละลายไม่ถึงหนึ่งหยด ซึ่งอาจทำได้โดยการไขบิวเรตให้ของเหลวไหลลงมาไม่เต็มหยด แล้วแตะกับผนังภาชนะ หลังจากนั้นก็ฉีดน้ำกลั่นล้างลงไปในขวดรูปชมพู่

การเตรียมบิวเรตก่อนทำการทดลอง ลำดับแรก คือ จะต้องตรวจสอบสต๊อบค็อบให้เรียบร้อยเพื่อไม่ให้มีการอุดตันหรือรั่วขึ้นระหว่างการทดลอง จะทำให้เสียเวลา หรืออาจต้องทำการทดลองใหม่ ดังนั้นก่อนการทดลองจึงควรเริ่มต้นด้วยการล้างบิวเรตเสียก่อน โดยใช้สารละลายผงซักฟอก ใช้แปรงยางสำหรับล้างบิวเรตช่วย สำหรับภายนอกอาจใช้มือถูด้วยผงซักฟอก หรือผงซักฟอกปนกับขี้เถ้าที่ละเอียด แต่ต้องระมัดระวังเพราะอาจทำให้สเกลบนหลอดแก้วชำรุดได้ ส่วนภายในบิวเรตถ้ายังมีไขมันอยู่อีกต้องล้างด้วยน้ำยาล้างเคมี สต๊อบค็อกควรถอดออกมาล้างเอากรีสเก่าออกโดยการล้างในเบนซินแล้วทาบิวเรตบริเวณสต๊อบค็อกให้แห้ง อาจล้างด้วยอะซีโตนเล็กน้อยเพื่อช่วยให้แห้งเร็ว อย่าใช้แรงบิดหรือดันเพื่อให้สต๊อบค็อกออก โปรดระลึกไว้ด้วยว่าราคาของบิวเรตค่อนข้างแพง จึงควรใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ สต๊อบค็อกของ บิวเรตแต่ละอันไม่ควรให้เกิดการสลับกัน เพราะจะทำให้เข้ากันกับตัวบิวเรตไม่สนิทและเกิดการรั่วได้ภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อบิวเรตแห้งแล้ว ใช้กรีสหล่อลื่นทาที่สตอบค็อก แต่อย่าทามากเกินไปเพราะจะทำให้ไปอุดตันที่รูได้แล้วสวมสตอบค็อกเข้าไปในช่อง หมุนให้รอบจนกรีสแนบติดทั่วกันระหว่างสตอบค็อกกับตัวบิวเรต หมุนเกลียวสำหรับยึดสตอบค็อกแต่อย่าขันแน่นเกินไป เพราะจะทำให้หมุนสตอบค็อกไม่สะดวกในขณะใช้งาน และเมื่อใช้งานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องล้างเอากรีสออกเสียก่อน แล้วใช้กระดาษชิ้นเล็กๆ กั้นระหว่างสตอบค็อกกับตัวบิวเรต แล้วหมุนเกลียวบังคับสตอบค็อกพอแน่น เพื่อป้องกันไม่ให้สตอบค็อกหลุดออกจากบิวเรต

2.2.3 สารละลายมาตรฐาน

สารละลายมาตรฐาน หมายถึง สารละลายที่ทราบความเข้มข้น ปกติสารละลายมาตรฐานจะเตรียมมาจากสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารมาตรฐานปฐมภูมิ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1) เป็นสารที่บริสุทธิ์ หรือทราบน้ำหนักร้อยละที่แน่นอนของสารนั้น

2)ถ้ามีสิ่งที่เป็นมลทินเจือปน สารที่เป็นมลทินนั้นจะต้องไม่เข้าไปมีส่วนร่วมในการทำปฏิกิริยา

3) เป็นสารที่อยู่ตัวเมื่อทำให้แห้งในตู้อบ

4) ไม่เป็นสารที่ดูดความชื้น หรือเปลี่ยนแปลงได้ง่ายเมื่อถูกอากาศ

5) มีมวลโมเลกุลสูง เพื่อลดการผิดพลาดในการชั่ง และการวัดปริมาณให้น้อยลง

6) เป็นสารที่ทราบสูตรแน่นอน

สารละลายมาตรฐานอาจเตรียมได้สองวิธี คือ

1) **วิธีตรง** (direct method) วิธีนี้ใช้สารที่มีสมบัติเป็นสารมาตรฐานปฐมภูมิ โดยชั่งสารนี้ในขวดชั่ง และทราบน้ำหนักแน่นอน จากนั้นถ่ายสารลงไปในขวดวัดปริมาตร แล้วทำให้เป็นสารละลายจนมีปริมาตรถึงขีด ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในตอนต่อไป

จนน้ำหนักที่แน่นอนของสาร และปริมาตรของสาร สามารถคำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายได้

2) วิธีอ้อม (indirect method) มีสารหลายชนิดที่ใช้สำหรับทำสารละลายมาตรฐานในการไตเตรท แต่สารเหล่านี้ไม่มีสมบัติเป็นสารมาตรฐานปฐมภูมิ ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้สารเหล่านี้เตรียมสารละลายมาตรฐานโดยตรงได้ แต่อย่างไรก็ตาม เราเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นโดยประมาณให้ใกล้เคียงกับความเข้มข้นที่ต้องการได้ แล้วนำมา ไตเตรทหาความเข้มข้นที่แน่นอนกับสารละลายมาตรฐานในข้อ 1 เรียกสารละลายแบบนี้ว่าเป็นสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเตรียมสารละลายมาตรฐานทุติยภูมินี้ ไม่จำเป็นต้องวัดหรือชั่งน้ำหนักแน่นอนเพื่อประหยัดเวลาในการเตรียมสาร

2.2.4 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

โดยทั่วไปการเตรียมสารละลายมาตรฐานจากสารที่มีสมบัติเป็นสารมาตรฐานปฐมภูมินั้น แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การนำสารที่เป็นตัวถูกละลายลงสู่ขวดวัดปริมาตร ตัวถูกทำลายอาจอยู่ในสภาพที่เป็นของแข็งหรือของเหลวก็ได้

ก. ของแข็ง ก่อนนำสารที่เป็นตัวถูกละลายใส่ลงไปในขวดวัดปริมาตร ต้องแน่ใจว่าสารนั้นละลายในตัวทำละลายที่ใช้ได้และได้สารละลายใส แต่ถ้าของแข็งนั้นละลายในตัวทำละลายได้ยากอาจต้องใช้ความร้อน ในกรณีแบบนี้จะต้องละลายทั้งหมดในตัวทำละลายที่มีปริมาตรเหมาะสมในบีกเกอร์ก่อน แล้วทำให้สารละลายที่ได้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง ถ่ายเทสารละลายที่ได้ทั้งหมดนี้ลงในขวดวัดปริมาตร ไม่ควรเจือจางสารละลายที่ร้อนลงในขวดวัดปริมาตร เพราะจะทำให้ปริมาตรของขวดวัดปริมาตรเปลี่ยน แปลงไป

ถ้าแน่ใจว่า สารนั้นละลายได้ดีในตัวทำละลาย และชั่งสารโดยการแบ่งเทสารจำนวนที่ต้องการลงในขวดวัดปริมาตร โดยผ่านกรวยกรองซึ่งวางทับหลอดแก้ว ใช้ตัวทำลายจากขวดฉีดชำระล้างของแข็งจากกรวยกรองให้ลงไปสู่ขวดวัดปริมาตรให้หมด แต่ถ้าปริมาตรสารที่ชั่งมีค่าแน่นอนตามความต้องการของแข็งอาจติดอยู่กับขวดชั่งหลังจากเทลงบนกรวยกรองแล้ว ต้องใช้ตัวทำละลายฉีดชำระล้างของแข็งจากขวดชั่งลงไปสู่กรวยกรองให้หมดก่อนที่จะชำระล้างสารบนกรวยสู่ขวดวัดปริมาตร

ขั้นสุดท้ายใช้สารที่เป็นตัวละลายผนังกรวยกรองด้านในปล่อยให้สารละลายลงสู่ขวดวัดปริมาตรแล้วยกกรวยกรองขึ้น พร้อมทั้งชำระของเหลวที่ติดอยู่ปลายก้านกรวยกรองลงสู่ขวดวัดปริมาตรหมด

ข. ของเหลว ในกรณีที่ของแข็งนั้นละลายในตัวทำละลายได้ยาก และต้องใช้ความร้อนช่วยในการละลาย ต้องละลายสารในบีกเกอร์ก่อนดังได้กล่าวแล้ว เมื่อได้สารละลายที่เย็นแล้วจึงเทสารละลายที่ได้ลงในขวดวัดปริมาตรโดยใช้แท่งแก้วช่วย

ในกรณีที่เตรียมสารละลายมาตรฐานเจือจางจากสารละลายมาตรฐานเข้มข้นมักจะวัดปริมาตรที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานเข้มข้นด้วยบิวเรตหรือปิเปต แล้วนำมาใส่ในขวดปริมาตรโดยไม่ต้องใช้กรวยกรองช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การละลายของแข็งในขวดวัดปริมาตร หลังจากตัวทำละลายเป็นของแข็งหรือของเหลวถูกถ่ายเทลงไปในขวดวัดปริมาตรเรียบร้อยแล้ว จึงเติมสารที่เป็นตัวทำละลายลงไปจนปริมาตรของสารละลายเป็นสามในสี่ส่วนของปริมาตรของสารละลายทั้งหมดที่ต้องการเตรียม แล้วเขย่าสารละลายแบบหมุนข้อมือ จนของแข็งละลายหมด

3) การทำปริมาตรของสารละลาย ให้มีปริมาตรถึงขีดวัดปริมาตรบนขวดวัดปริมาตรหลังจากที่ตัวถูกละลายละลาย หมดแล้วต้องเติมสารที่เป็นตัวทำละลาย จนทำให้สารละลายที่ได้มีปริมาตรเท่าที่ขวดวัดปริมาตรระบุ โดยให้ระดับส่วนโค้งที่ต่ำสุด ของสารละลายอยู่บนขีดวัดปริมาตรของขวด ทำได้โดยการเติมตัวทำละลายลงไปจนเหลือประมาณ 1 มิลลิลิตร ของขีดวัดปริมาตรบนคอขวดวัดปริมาตรแล้วจึงเติมตัวทำละลายลงไปทีละหยดด้วยหลอดหยดจนระดับส่วนโค้งต่ำสุดของสารละลายอยู่บนขีดวัดปริมาตรพอดี ก็จะได้ปริมาตรของสารละลายที่แน่นอนตามต้องการ แต่อย่างไรก็ตาม สารละลายยังไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

4) การทำสารละลายทั้งหมดให้เป็นเนื้อเดียวกัน สารละลายมาตรฐานที่เตรียมได้จะต้องผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายเท่ากันหมดทุกส่วน ทำได้โดยปิดจุกขวดวัดปริมาตร ใช้อุ้งมือดันจุกให้แน่น แล้วใช้อุ้งมืออีกข้างหนึ่งจับก้นขวดวัดปริมาตรเขย่าไปมาประมาณ 5 นาที แล้วหงายขวดวัดปริมาตรกลับมาอยู่ที่เดิม ทำซ้ำอย่างนี้อย่างน้อย 5 ครั้ง แล้วตั้งขวดวัดปริมาตรไว้บนโต๊ะ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าระดับของของเหลวตกต่ำลงจากขีดวัดปริมาตรอีก

2.3 การสุ่มตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างอาหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกปริมาณของตัวอย่างให้เหมาะสมในการทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารและเป็นตัวแทนของอาหารทั้งหมดได้ ตัวอย่างอาหารที่นำมาวิเคราะห์ควรทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อน โดยการบดให้ละเอียด แล้วแบ่งออกมาในปริมาณที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ แต่ถ้าสารตัวอย่างมีปริมาณมากและยากต่อการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันจะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้ตัวอย่างจำนวนหนึ่ง ซึ่งเป็นตัวอย่างของตัวอย่างทั้งหมด

2.3.1 การสุ่มตัวอย่างอาหาร

ตัวอย่างที่นำไปวิเคราะห์ จะต้องเป็นตัวแทนของอาหารทั้งหมดได้โดยมีวิธีการปฏิบัติพบสรุปได้ดังนี้

1) ทราบข้อมูลตัวอย่างของอาหารนั้น ได้แก่ ปริมาณหรือจำนวนตัวอย่าง วันเดือนปีที่ผลิตหรือวันเดือนปีที่หมดอายุ ผู้ผลิต และสถานที่ผลิต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ทราบหรือสังเกตสภาพระหว่างหรือ ภายหลังการเก็บตัวอย่างมาแล้ว เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสง เป็นต้น

3) ตัวอย่างอาหารต้องไม่เน่าเสียอันเนื่องมาจากแบคทีเรีย หรือเกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายของเอนไซม์หรือเกิดจากเหม็นหืนเนื่องจากความชื้น แสง และความร้อน หรือเกิดจากการปนเปื้อนจากสิ่งอื่นๆ ภายหลังการเก็บตัวอย่างแล้ว

4) ภายหลังการเก็บตัวอย่างมาแล้วควรเก็บไว้ในภาชนะที่แห้ง สะอาด มีฝาปิดสนิท บางครั้งอาจจำเป็นต้องเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ

5) ถ้าตัวอย่างอาหารมีจำนวนมากให้สุ่มออกมาประมาณร้อยละ 10-20 ของจำนวนที่มีอยู่ในกลุ่ม (batch) นั้นหรือประมาณร้อยละ 5-10 โดยน้ำหนักของตัวอย่างอาหารนั้น ถ้าตัวอย่างอาหารเป็นกอง (lot) ที่ใหญ่มากจะเท่ากับรากที่สองของจำนวนที่มีทั้งหมดในกองนั้น

2.3.2 การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์

ตัวอย่างอาหารจะมีวิธีการเตรียมเพื่อการวิเคราะห์แตกต่างกันไป โดยทั่วไปอาหารสามารถแบ่งเป็นกลุ่ม ดังต่อไปนี้

1) อาหารแห้ง ได้แก่ อาหารผง ประเภทแป้ง ผงฟู เครื่องเทศ กาแฟคั่วบด โกโก้และน้ำตาล เป็นต้น จะต้องบดให้ละเอียดและผสมให้เข้ากันดีในโกร่ง (mortar) บางชนิดต้องร่อนผ่านตะแกรงตามความเหมาะสมและเก็บไว้ในภาชนะแห้ง สะอาด มีฝาปิดสนิท

2) อาหารเหลว

ก. เครื่องดื่มอัดก๊าซ ได้แก่ เบียร์และน้ำอัดลม เป็นต้น จะต้องเขย่าไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกที่อุณหภูมิห้อง ถ้าจำเป็นต้องการมีการกรอง

ข. เครื่องดื่มไม่อัดก๊าซ ได้แก่น้ำผลไม้ และน้ำผลไม้เข้มข้น เป็นต้น ต้องผสมให้เข้ากัน และในส่วนที่ต้องนำมาวิเคราะห์ต้องมีส่วนของเนื้อผลไม้กระจายอยู่อย่างทั่วถึง

ค. น้ำนม ไม่ควรคนแรง ๆ เพราะจะทำให้เกิดฟองอากาศ ควรผสมน้ำนมโดยการกลับขวดไปมาอย่างช้า ๆ หรือค่อย ๆ เทจากบีกเกอร์หนึ่งไปใส่ในบีกเกอร์อีกใบหนึ่ง

ง. น้ำเชื่อม น้ำหวาน กากน้ำตาล นำไปเจือจางให้มีความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร อุ่นเล็กน้อยและคนให้น้ำเชื่อมผสมกัน ถ้าหากขุ่นก็ควรกรอง

3) อาหารประเภทเนื้อ

ก. เนื้อสด และเนื้อกระป๋อง บดผสมให้เข้ากันดีในโกร่ง ทำซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง เก็บไว้ในขวดที่มีฝาปิดสนิทที่อุณหภูมิ 0-10 องศาเซลเซียสและเมื่อทำการวิเคราะห์จะต้องนำเนื้อที่แช่แข็งไปละลาย (thawing) เสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ไส้กรอก ถ้าเป็นชนิดบรรจุอยู่ในไส้บรรจุ ให้ลอกไส้ออกให้หมด บดด้วยอัตราเร็วสูง ผสมให้เข้ากันดีในโกร่ง ทำซ้ำเช่นนี้อย่างน้อย 2-3 ครั้ง และถ้าเป็นตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์หาซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อนองค์ประกอบอื่น

ค. เนื้อปลาสด และปลากระป๋อง ถ้าเป็นปลาสดให้แยกส่วนกางหรือครีบออกให้หมด ใช้เฉพาะส่วนเนื้อ ถ้าเป็นปลากระป๋องอาจบดของทั้งหมดที่อยู่ในปลากระป๋อง หรือแยกส่วนเฉพาะที่เป็นเนื้อเพื่อวิเคราะห์เฉพาะอย่างก็ได้

ง. ปลาแห้ง ปลารมควัน และปลาหมักเกลือ หั่นปลาเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนบดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

จ. หอย ถ้ามีเปลือกให้แยกส่วนที่รับประทานไม่ได้ออก ล้างน้ำ และผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ส่วนหอยที่มีเปลือก ล้างทั้งเปลือกให้สะอาด แยกเอาเปลือกออก ล้างน้ำให้สะอาดอีกครั้งจากนั้นบดผสมให้เข้าเป็นเดียวกัน

4) อาหารประเภทผักและผลไม้

ก. ผลไม้สดและผลไม้แห้ง แยกเอาส่วนที่รับประทานได้ หรือส่วนที่ต้องการวิเคราะห์ นำไปบดละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันที่อัตราเร็วสูง

ข. ผักและผลไม้บรรจุกระป๋อง อาจบดของทั้งหมดที่มีอยู่ในกระป๋อง หรือถ้าต้องการแยกวิเคราะห์ ให้เทส่วนที่เป็นเนื้อผลไม้ในตะแกรงขนาด 8 mesh แล้วบดเฉพาะส่วนเนื้อให้ผสมเข้ากันดีก่อนนำไปวิเคราะห์

ค. ผลิตภัณฑ์แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด นำมาสับหรือบดให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

ง. อาหารหมักดอง (pickles) หั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ บดให้ผสมที่อัตราเร็วสูงถ้าจำเป็นในกรณีที่อาหารนั้นมีความเข้มข้นสูง อาจต้องเจือจางอาหารที่บดแล้ว ด้วยน้ำกลั่นก่อนนำไปวิเคราะห์

5) อาหารประเภทไขมัน

ก. ไขมันและน้ำมัน ไขมันเป็นของแข็งที่อุณหภูมิ ต้องนำมาอุ่นให้กลายเป็นของเหลว ถ้าขุ่นก็กรองขณะร้อน และควรเก็บตัวอย่างไว้ไม่ให้ถูกแสง เพราะอาจเป็นการเร่งให้เกิดการเหม็นหืนได้

ข. ช็อคโกแลต อาจนำมาแช่เย็นและหักออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ บดให้ผสมเข้ากันเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ หรือนำมาหลอมเหลวในหม้อต้มน้ำแบบปรับอุณหภูมิได้ (water bath) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส คนให้เข้ากันดี จากนั้นใช้ปิเปตดูดส่วนที่ต้องการออกมาใช้ในการวิเคราะห์

ค. เนยแข็ง หั่นเนยแข็งเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือบดอย่างหยาบ ๆ ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 20 mesh คนให้ทั่ว เก็บใส่ขวดที่มีฝาปิดสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. น้ำสลัด เช่น สลัดครีม และมายองเนส เป็นต้น ให้คนเบาๆ ก่อนนำไปวิเคราะห์ (วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2541 : 27)

2.4 หลักการวิเคราะห์

2.4.1 ความชื้น (Moisture Content)

ความชื้นเป็นน้ำหรือสารระเหยได้ทั้งหมด (total volatile matter) ที่สูญเสียไปจากอาหารเมื่อเพิ่มความร้อนให้แก่อาหาร อุณหภูมิที่ให้แก่อาหารต้องไม่สูงกว่าจุดเดือดของน้ำหรือให้ความชื้นในสภาพสุญญากาศหรืออาจปล่อยอาหารทิ้งไว้ในสารดูดความชื้น ส่วนกากหรือของแข็งที่เหลืออยู่หลังจากน้ำออกไปหมดแล้ว เรียกว่า ของแข็งทั้งหมด (total soid) ปริมาณความชื้นในอาหารชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 (Suzanne, 1994)(อ้างโดย วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2541 : 28)

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำ หรือความชื้น อาจมีพวกน้ำมันระเหย (volatile oil) ที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในตัวสูญเสียไปด้วย เมื่ออบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส น้ำที่สูญเสียไปจะเป็นน้ำอิสระ (free water) ส่วนน้ำที่ไม่สามารถแยกออกได้ (bound water) และน้ำที่ถูกดูดซับ (absolute water) แยกออกจากอาหารได้ยากเพราะมันเกาะอยู่กับโปรตีนที่มีอยู่ในอาหาร โดยเฉพาะพวกธัญพืชและถั่วเมล็ดแห้งต่างๆ ส่วนวิธีการวิเคราะห์จะเลือกใช้แบบใดนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของน้ำที่มีอยู่ในอาหารและอุปกรณ์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ (วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2541 : 28)

ตารางที่ 1 ปริมาณความชื้นในอาหารชนิดต่างๆ

ชนิดอาหาร	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)
ผลไม้	
แตงโม	92.6
ส้ม	86.0
แอปเปิล	84.4
องุ่น	81.6
ผลไม้แห้ง เช่น องุ่น	18.0
ผัก	
แตงกวา	95.1
มันฝรั่ง	79.8
สเน็บ บีน	90.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ปริมาณความชื้นในอาหารชนิดต่างๆ (ต่อ)

ชนิดอาหาร	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)
เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก และปลา	
เนื้อวัว (ไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์)	68.3
ไก่ทอด-เนื้อสีขาว	59.5
-เนื้อสีแดง	57.5
ปลาแล่แผ่น	58.1
ผลิตภัณฑ์นม	
น้ำนม	87.4
โยเกิร์ต	89.0
คอตเทตชีส (ไขมัน 4.2 เปอร์เซ็นต์)	78.3
เชดดาร์ชีส	37.0
ไอศกรีม	63.2
ไข่	
ไข่ไก่	73.7
ถั่ว	
มันฮ่อ (walnut) ส่วนเปลือกสีดำ	3.1
ถั่วลิสงอบทั้งเปลือก	1.8
พีนัทบัทเตอร์	1.6
ถั่วแห้ง	
แบล็คคีอาย พี (ดายร์)	10.5
ขนมปัง ธัญพืช และพาสต้า	
แป้งสาลี	12.0
ขนมปังขาว	35.0
คอร์นเฟรค	3.8
แครกเกอร์	4.3
มักกะโรนี	10.4
สารให้ความหวาน	
น้ำตาลทราย	0.5
น้ำตาลทรายแดง	2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 1 ปริมาณความชื้นในอาหารชนิดต่างๆ (ต่อ)

ชนิดอาหาร	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)
สารให้ความหวาน	
น้ำผึ้ง	17.2
น้ำมันและไขมัน	
มาการีน	15.5
เนย	15.5
น้ำมัน ; สลัด หรือน้ำมันประกอบอาหาร	0

2.4.2 ไขมัน (Crude Fat)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยวิธีตรง (direct extraction methods) เป็นวิธีการสกัดโดยตรงด้วยตัวละลายต่างๆ โดยทั่วไปส่วนประกอบที่เป็นไขมันในอาหารจะเป็นสารประกอบจำพวกลิปิดซึ่งสกัดออกด้วยอีเทอร์ ทั้งปิโตรเลียมอีเทอร์และไดเอทธิลอีเทอร์ จัดเป็นสารละลายที่ไม่มีขั้ว (nonpolor solvent) สารที่สกัดได้เรียกว่า สารที่สกัดได้จากอีเทอร์ (ether extract หรือ crude fat)

เป็นลิปิดอิสระที่พบในอาหารนั้น แต่ถ้าทำการสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ส่วนที่สกัดได้จะมีส่วนประกอบอื่นที่ติดอยู่กับไขมันปนอยู่ด้วย

สารละลายที่ใช้ในการสกัดไขมันนั้นควรมีความสามารถสูงในการละลายไขมัน และมีความสามารถต่ำในการละลายสารพวกโปรตีน กรดอะมิโนและคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้แล้วควรเป็นสารละลายที่ระเหยได้ง่ายและไม่มีสารตกค้าง มีจุดเดือดต่ำ ไม่มีควัน และไม่เป็นพิษในรูปของของเหลวและไอระเหย สารละลายนี้ควรมีความสามารถที่จะทะลุอนุภาคของตัวอย่าง มีองค์ประกอบเดียวเพื่อหลีกเลี่ยงการแตกตัว มีราคาไม่แพงและไม่ดูดความชื้น สารละลายที่มีคุณสมบัติครบถ้วนดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้นค่อนข้างหายาก สารละลายที่เป็นที่นิยมใช้ในการสกัดไขมัน ได้แก่ เอทธิลอีเทอร์และปิโตรเลียมอีเทอร์

เอทธิลอีเทอร์ มีจุดเดือด 34.6 องศาเซลเซียส ติดไฟง่าย เป็นสารละลายที่ใช้สกัดไขมันได้ดีกว่าปิโตรเลียมอีเทอร์ แต่จะมีราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายอื่น ๆ ส่วนปิโตรเลียม-อีเทอร์จะมีจุดเดือดต่ำที่ 35-38 องศาเซลเซียส เป็นส่วนหนึ่งของปิโตรเลียมและเป็นองค์ประกอบหลักของสารพวกเพนเทนและเฮกเซน ดูดความชื้นได้มากกว่าเอทธิลอีเทอร์ และมักใช้ในการสกัดไขมันกลุ่มไฮโดรโฟบิคลิปิด มีราคาถูกกว่าและติดไฟน้อยกว่าเอทธิลอีเทอร์ บางครั้งอาจมีการใช้สารละลายสองหรือสามชนิดร่วมกันซึ่งสารละลายควรมีความบริสุทธิ์และปราศจากสารเปอร์ออก-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60048

ไซด์ อัตราส่วนของสารละลายที่ใช้ควรมีความเหมาะสมเพื่อให้สามารถสกัดไขมันจากอาหารได้ดีที่สุด

ถ้าต้องการสกัดให้ได้ลิปิดทั้งหมดในอาหาร จะต้องทำการไฮโดรไลส์ตัวอย่างอาหารด้วยกรดหรือด่างอ่อนพวกลิปิดที่รวมอยู่กับสารอื่น ๆ เช่น โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตจะถูกไฮโดร-ไลส์ได้เป็นลิปิดอิสระ ทำให้สกัดออกได้ง่าย ปริมาณลิปิดในอาหารชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2 (Suzanne, 1994)(อ้างโดย วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2541 : 65)

ตารางที่ 2 ปริมาณลิปิดในอาหารชนิดต่างๆ

ชนิดอาหาร	ปริมาณลิปิด (เปอร์เซ็นต์) ต่อน้ำหนักเปียก
มันหมู เนยเทียม น้ำมันบริโภค	ประมาณ 100
เนย , มาการีน	80
น้ำมันสกัด	40-70
มะพร้าว	35
อัลมอนต์	54
มันฮ่อ	64
ถั่วเหลือง	18
น้ำนม	3.5-4.3
หางนม	0.1
ผลิตภัณฑ์อาหารทะเล	
เฮอร์ริบัท	5.2
คอด	0.4
ธัญพืช	
เมล็ด	3-5
เจอร์ม	10
ขนมปัง	3-6
เนื้อสัตว์ดิบ	
เนื้อวัว	11-28
เบคอน	65
หมู	25-33
ไข่	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ปริมาณลิปิดในอาหารชนิดต่างๆ (ต่อ)

ชนิดอาหาร	ปริมาณลิปิด (เปอร์เซ็นต์) ต่อน้ำหนักเปียก
ผักและผลไม้	
แอปเปิล	0.4
ส้ม	0.2
แบลคเบอรี่	1.0
อโวคาโด	26.4
หน่อไม้ฝรั่ง	0.2
ลิมาบีน	0.8
ข้าวโพดหวาน	1.2

2.4.3 โปรตีน (Crude Protein)

โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในอาหารจึงทำได้โดยวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ส่วนการเลือกใช้วิธีใดก็ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร และเครื่องมือที่มี เช่น ปริมาณโปรตีนในน้ำนมวัวจะวิเคราะห์โดยการทำฟอร์มัลไตเตรชั่น (formal titration) ถ้าตัวอย่างเป็นแป้ง จะใช้วิธีการย่อยและการกลั่นด้วยวิธีของเคดาลห์ (Kjeldahl method) ปริมาณโปรตีนในอาหารชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 (Suzanne, 1994)(อ้างโดย วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2541 : 72)

ตารางที่ 3 ปริมาณโปรตีนในอาหารชนิดต่างๆ

ชนิดอาหาร	ปริมาณโปรตีน(เปอร์เซ็นต์) ต่อน้ำหนักเปียก
ผลิตภัณฑ์นม	
น้ำนม	3.5
หางนม	3.6
นมพร่องมันเนย	35.9
เชดดาร์ชีส	25.0
เนื้อ	
เนื้อวัวไม่ติดกระดูก, เนื้อแดงติดมัน	18.7
เนื้อวัวส่วนสะโพก, เนื้อแดงติดมัน	28.6
เนื้อวัวแผ่นแห้ง	34.3

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ปริมาณโปรตีนในอาหารชนิดต่างๆ (ต่อ)

ชนิดอาหาร	ปริมาณโปรตีน(เปอร์เซ็นต์) ต่อน้ำหนักเปียก
เนื้อ	
เนื้อหมู,เนื้อสัน,เนื้อแดงติดมัน,ไม่มีกระดูก	17.1
เนื้ออกไก่	27.3
ไข่ดิบทั้งฟอง	12.9
ปลา	
ดอดทำให้สุกแล้ว	28.5
ทูน่าในน้ำมันบรรจุกระป๋อง	24.2
ธัญพืช	
ข้าวสีน้ำตาล	7.5
ข้าวขัดขาว	6.7
แป้งสาลีทั้งเมล็ด (ชนิดแข็ง)	13.3
แป้งข้าวโพด	7.8
สปาเกตตี้แห้ง	12.5
สตาร์ชจากข้าวโพด	0.3
มันฝรั่งทั้งผล	1.6
มันสำปะหลัง	0.6
ถั่ว	
ถั่งแห้งชนิดเมล็ด	22.3
ถั่วเหลืองแห้ง	34.1
เต้าหู้จากถั่วเหลือง	7.8
ผักและผลไม้	
แอปเปิล	0.2
หน่อไม้ฝรั่ง	2.5
อัลมอนด์ทั้งผล	18.6

1) การหาปริมาณโปรตีนโดยวิธีเคดาลห์

วิธีของเคดาลห์ เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในสารประกอบอินทรีย์ ต่าง ๆ ซึ่งมีทั้งโปรตีนและสารประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่โปรตีน แต่มีไนโตรเจน (non-protein

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

nitrogen) รวมอยู่ด้วย โดยอาหารจะถูกย่อยด้วยกรดกำมะถันเข้มข้น (concentration sulfuric acid H_2SO_4) เกิดปฏิกิริยาได้เป็นแอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) ในการย่อยจะเติมโซเดียม หรือโพแทสเซียมซัลเฟตลงไปเพื่อเพิ่มจุดเดือดของการย่อยให้สูงขึ้น และมีคอปเปอร์ซัลเฟต หรือ เมอร์-คิวริคออกไซด์เป็นคะตะลิสต์ (catalyst) เพื่อเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้น

แอมโมเนียมซัลเฟตที่เกิดขึ้น จะทำปฏิกิริยาต่อกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นที่มากเกินพอ จะได้ก๊าซแอมโมเนียออกมา ทำการกลั่นโดยตรง หรือทำการกลั่นแบบใช้ไอน้ำเพื่อไล่ก๊าซแอมโมเนียออกมาให้หมด จับก๊าซแอมโมเนียด้วยสารละลายกรดบอริค และไตเตรทหาปริมาณแอมโมเนียด้วยสารละลายกรดกำมะถันมาตรฐาน (วันเพ็ญ จิตรเจริญ,2541:74)

ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้อง คือ

digestion

$$H_2SO_4 \longrightarrow H_2O+SO_2+O$$

$$CH_2(NH_2)COOH+3O \longrightarrow 2CO_2+H_2O+NH_3$$

$$2NH_3+H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

distillation

$$(NH_4)_2SO_4+2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4+2NH_3+2H_2O$$

$$NH_3+H_2O \longrightarrow NH_4OH$$

อย่างไรก็ตาม วิธีของเคดาลห์ เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนจากสารประกอบอินทรีย์ เช่น ไนเตรด และ ไนไตรด์ ผลการวิเคราะห์ที่ได้ใช้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้คูณด้วยค่าแฟคเตอร์ (conversion factor ; CF) เปลี่ยนให้เป็นปริมาณโปรตีนทั้งหมด (จินตนา บุนนาค, 2546 : 17) แฟคเตอร์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนไนโตรเจนให้เป็นโปรตีนกับอาหารแต่ละชนิดดังแสดงในตารางที่ 4 (ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2533) (อ้างโดย วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2541 : 75)

ตารางที่ 4 แฟคเตอร์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนไนโตรเจนให้เป็นโปรตีนของอาหารแต่ละชนิด

อาหาร	ค่าแฟคเตอร์(CF)
ข้าวสาลี	5.83
แป้งสาลี	5.70
มักกะโรนี	5.70
ร้า	6.31
ข้าวเจ้า	2.95
ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต และ ข้าวไรย์	5.83
ข้าวโพด	6.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แฟคเตอร์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนไนโตรเจนให้เป็นโปรตีนของอาหารแต่ละชนิด (ต่อ)

อาหาร	ค่าแฟคเตอร์(CF)
ถั่วเหลือง	5.71
ถั่วลิสง บราซิลนัท	5.41
อัลมอนด์	5.18
นัทชนิดอื่น ๆ	5.30
น้ำนมและผลิตภัณฑ์นม	6.38
เจลาติน	5.55
อาหารชนิดอื่น	6.25

2) การหาปริมาณโปรตีนโดยตรงโดยวิธีฟอร์มัลไตเตรชั่น

เติมฟอร์มาลีนลงไปในสารละลายตัวอย่างอาหารที่เป็นกลาง ซึ่งมีโปรตีนและกรดอะมิโนฟอร์มาลีน จะทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโน ($-NH_2$) ที่มีอยู่ในโมเลกุลของโปรตีน และกรดอะมิโนได้เป็นหมู่เมธิลีนอะมิโน (methylene amino, $-N=CH_2$) ทำให้มีหมู่คาร์บอกซิลเหลืออยู่เป็นอิสระซึ่งหาปริมาณได้โดยการไตรเตรทกับสารละลายด่างมาตรฐาน ปฏิกิริยาของฟอร์มาลีนกับกรดอะมิโนดังนี้

$$HOOC\text{-}R\text{-}NH_2 + HCHO \longrightarrow HOOC\text{-}R\text{-}N=CH_2 + H_2O$$

วิธีนี้ใช้วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนได้อย่างรวดเร็ว (approximate rapid method) (วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2541 : 77)

2.4.5 เยื่อใย (Crude Fiber)

สารเยื่อใยหรือเส้นใยอาหาร หมายถึง สารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์พืช เป็นสารที่ไม่ละลาย และเหลืออยู่หลังจากที่ตัวอย่างอาหารผ่านขั้นตอนการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ส่วนที่เหลือจากการสกัดจะเป็นเยื่อใย และอาจมีแร่ธาตุปนอยู่ด้วย เส้นใยมีส่วนประกอบหลักเป็นเซลลูโลส ส่วนที่เหลือเป็นลิกนิน (lignin) และเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ปริมาณของส่วนประกอบแต่ละชนิดในเยื่อใยจะผันแปร ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่างอาหาร และวิธีการที่ใช้วิเคราะห์ หลักการวิเคราะห์หาเยื่อใย คือ ย่อยอาหารด้วยกรดหรือด่างอย่างเจือจาง เพื่อย่อยเอาสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ถูกย่อยได้ออกไป ส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่และไม่ถูกย่อย คือ เยื่อใย (crude fiber)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการ ทำให้สารที่ไม่ใช่เซลลูโลสอยู่ในรูปของสารละลายโดยใช้กรดซัลฟูริกและด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (จินตนา บุนนาค, 2546 : 21)

2.4.6 เถ้า (Crude)

เถ้าของอาหารหมายถึง สารประกอบอินทรีย์ที่เหลือ อยู่หลังจากที่เผาให้สารประกอบอินทรีย์สลายไปหมดแล้ว ปริมาณเถ้าที่ได้ไม่จำเป็นต้องเท่ากับจำนวนสารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารเสมอไปเพราะอาจมีบางส่วนของเถ้าหายไปเนื่องจากระเหย หรือเกิดการทำปฏิกิริยากันระหว่างสารประกอบของอาหาร

ปริมาณเถ้าสามารถใช้เป็นเครื่องชี้คุณภาพอาหารบางชนิดได้ อาหารบางชนิดที่มีปริมาณเถ้ามากไปอาจเนื่องจากอาหารนั้นถูกปลอมปน เช่น อาหารพวกเครื่องเทศ เจลาติน น้ำตาลทรายและแป้ง เป็นต้น ดังนั้น ประมาณเถ้าที่วิเคราะห์ได้ควรอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ปริมาณเถ้าเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ ค่าองค์ประกอบของอาหาร การเผาเถ้าจัดเป็นขั้นตอนแรกในการเตรียมตัวอย่างการวิเคราะห์หาแร่ธาตุ โดยทั่วไปอาหารจัดว่ามีปริมาณแร่ธาตุอยู่สูงและค่อนข้างคงที่ในเถ้าของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในขณะที่ผลิตภัณฑ์จากพืชจะมีค่าไม่ค่อยคงที่ ปริมาณเถ้าในอาหารชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 5 (Suzanne, 1994)(อ้างโดย วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2541 : 41)

การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าถ้าแบ่งเป็น 3 ประเภทดังนี้

1) Dry ashing เป็นการหาปริมาณเถ้าตัวอย่างที่อุณหภูมิ 500 ถึง 600 องศาเซลเซียส น้ำและสารระเหยต่าง ๆ ในตัวอย่างจะระเหยกลายเป็นไอ สารอินทรีย์จะถูกเผาไหม้ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจน แร่ธาตุส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยน ไปเป็นออกไซด์ ได้แก่ ซัลเฟต ฟอสเฟตคลอไรด์ และซิลิเกต แร่ธาตุอื่น ๆ เช่น เหล็ก เซเลเนี่ยม ดีบุก และปรอท จะระเหยขึ้นตอนนี้ดังนั้น ถ้าต้องการวิเคราะห์แร่ธาตุที่ระเหยได้ จึงไม่ควรใช้วิธีการนี้

2) Wet ashing เป็นการออกซิไดซ์สารอินทรีย์โดยการใช้กรดและสารออกไซด์หรือทั้งสองอย่างร่วมกัน แร่ธาตุจะถูกละลายโดยปราศจากการระเหย มักนิยมใช้วิธีการนี้มากกว่า Dry ashing เพื่อเตรียมการวิเคราะห์หาแร่ธาตุต่าง ๆ กรดที่นิยมใช้ได้แก่ กรดไนตริก และกรดเปอร์คลอริด เป็นต้น และควรทำในตู้ดูดไอกรด มักใช้กับตัวอย่างอาหารที่มีปริมาณไขมันสูง ได้แก่ เนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

3) Low-temperature plasma หรือ Low-temperature ashing เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าโดยการเผาที่อุณหภูมิต่ำมากกว่าการกระทำในเตาเผา เพื่อป้องกันการระเหยของแร่ธาตุส่วนใหญ่ที่มีในตัวอย่าง เป็น Dry ashing แบบหนึ่ง เพื่อการวิเคราะห์หาแร่ธาตุที่ระเหยได้ (วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2541 : 40)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ปริมาณเถ้าในอาหารชนิดต่างๆ

ชนิดอาหาร	ปริมาณเถ้า (เปอร์เซ็นต์) ต่อน้ำหนักเปียก
ผลิตภัณฑ์นม	
เนย	2.5
ครีม	2.9
นมระเหย	1.6
มาการีน	2.5
น้ำนม	0.7
โยเกิร์ต	0.8
เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก และปลา	
ไข่	1.0
เนื้อปลา (fish fillet)	1.3
แฮม	0.8
แฮมเบอร์เกอร์	1.1
สัตว์ปีก	1.0
เนื้อวัวย่าง	3.0
ผักและผลไม้	
แอปเปิล	0.3
กล้วย	0.8
เชอรี่	0.5
ผลไม้แห้ง	2.3
มันฝรั่ง	1.0
มะเขือเทศ	0.6
ธัญพืช	
ข้าวสีน้ำตาล	1.0
ข้าวโพดอาหารเช้า	1.3
ข้าวขัดขาว	0.7
แป้งสาลีทั้งเมล็ด	1.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7 แคลเซียม (Calcium)

แคลเซียมเป็นโลหะสีขาวคล้ายเงินเช่นเดียวกับธาตุอื่น ๆ และมีสมบัติเหมือนกันด้วย แต่แคลเซียมเท่านั้นที่ทำปฏิกิริยาได้บ้างกับ HNO_3 เข้มข้น

ปฏิกิริยาของแคลเซียมไอออน Ca^{2+}

ใช้สารละลายของแคลเซียมคลอไรด์ , $CaCl_2, 6H_2O$

1) สารละลายแอมโมเนียม : ไม่เกิดตะกอน ได้ผลเช่นเดียวกับปฏิกิริยาแบเรียม-ไอออน

2) สารละลายแอมโมเนียมคาร์บอเนต : ได้ตะกอนสีขาวของแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ซึ่งละลายได้ในน้ำที่มีกรดคาร์บอนิกมากพอเนื่องจากเกิดเป็น ไบคาร์บอเนตที่ละลายได้ ปฏิกิริยานี้ใช้ได้กับคาร์บอเนตของทั้งสทรอนเชียมและแบเรียมด้วย

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$$

แคลเซียมคาร์บอเนตละลายได้เล็กน้อยในสารละลายของเกลือแอมโมเนียมของกรดแก่

3) กรดซัลฟูริคเจือจาง : ได้ตะกอนสีขาวของแคลเซียมซัลเฟต ($CaSo_4, 2H_2O$) จากสารละลายที่เข้มข้น ตะกอนนี้ละลายน้ำได้มากพอควร (2.0 กรัมต่อลิตรที่ 25 องศาเซลเซียส ค่าผลคูณแห่งการละลายเป็น 2.3×10^{-4}) $CaSO_4$ ละลายในกรดได้มากกว่า $SrSO_4$ หรือ $BaSO_4$ และละลายได้อย่างรวดเร็วในสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตที่เข้มข้นและร้อน แล้วได้เกลือเชิงซ้อน (ต่างกับสทรอนเชียม)

$$CaSO_4 + (NH_4)_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2(Ca(SO_4)_2)$$

4) สารละลายแคลเซียมซัลเฟตที่อิ่มตัว : ไม่เกิดตะกอน (ต่างกับสทรอนเชียมและแบเรียม)

5) สารละลายแอมโมเนียมออกซาเลต : ได้ตะกอนสีขาวของแคลเซียมออกซาเลต (CaC_2O_4 , H_2O) การตกตะกอนจะเกิดทันที ถ้าสารละลายเข้มข้น และจะตกอย่างช้า ๆ ถ้าสารละลายเจือจาง การตกตะกอนจะเกิดง่ายเข้าถ้าทำสารละลายให้เป็นเบสด้วย NH_3 ในการปฏิบัติถือว่าแคลเซียมออกซาเลตไม่ละลายน้ำ (8 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ 20 องศาเซลเซียส ค่าผลคูณแห่งการละลายเป็น 3.8×10^{-9}) และไม่ละลายในกรดแอซีติก แต่ละลายได้ดีในกรดแร่

6) สารละลายโพแทสเซียมโครเมต : ไม่เกิดตะกอนจากสารละลายที่เจือจาง (การละลายเป็น 23 กรัมต่อลิตร) หรือจากสารละลายเข้มข้นที่มีกรดแอซีติกอิสระอยู่ด้วย

7) สารละลายโพแทสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ : ได้ตะกอนสีขาวของแคลเซียมโพแทสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ , $CaK_2(Fe(CN)_6)$ เมื่อมีรีเอเจนต์มากพอ การทดสอบนี้จะว่องไวมากขึ้น ถ้ามีสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มากพออยู่ด้วย ซึ่งจะทำให้ได้ตะกอนสีขาวของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคลเซียมโพแทสเซียมแอมโมเนียมเฟอร์โรไซยาไนด์ที่มีสัดส่วนต่าง ๆ กัน (ต่างกับสทรอนเชียม) ถ้ามีแบเรียมและแมกนีเซียมเป็นจำนวนมากจะรบกวนการทดสอบนี้เนื่องจากให้ปฏิกิริยาที่เหมือนกัน

$$CaCl_2 + K_4(Fe(CN)_6) \longrightarrow CaK_2(Fe(CN)_6) + 2KCl$$

$$Ca^{2} + 2K^{+} + (Fe(CN)_6)^{4-} \longrightarrow CaK_2(Fe(CN)_6)$$

การตรวจสอบและการวิเคราะห์โลหะในแคลเซียม

การวิเคราะห์ในขั้นนี้ถือว่าจะต้องขจัดโลหะ ออกหมดแล้ว หรือจะต้องมีแต่โลหะพวกแอลคาไลน์เอิร์ท

นำสารละลายที่แยกหมู่ออกแล้ว มาใส่ในชามกระเบื้องแล้วระเหยจนเกือบแห้ง (ทำในตู้ดควัน) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติม HNO_3 เข้มข้นที่ละน้อยโดยการชะตะกอนข้าง ๆ ชามกระเบื้องลงไปด้วย แล้วไประเหยจนแห้งและเผาต่อแรง ๆ จนกระทั่งไม่มีควันของแอมโมเนียมคลอไรด์ออกมาอีก กากที่เหลือตั้งไว้ให้เย็นแล้วละลายด้วย HCl เจือจางจำนวนเล็กน้อย แล้วถ่ายสารละลายลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เล็กน้อย นำสารละลายที่ได้มาเติม NH_3 จนกระทั่งเป็นเบส แล้วทำให้โลหะตกตะกอนด้วยสารละลายแอมโมเนียมคาร์บอเนต

เหตุที่ต้องปฏิบัติดังข้างต้นนี้เพราะสารละลายที่ได้จากการแยกหมู่ ออกแล้ว มีความเข้มข้นของเกลือแอมโมเนียมสูงเกินความจำเป็น ในการป้องกันการตกตะกอนของแมกนีเซียม-ไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นของ NH_4^+ ไอออนที่มากเกินไปนี้ จะทำให้ความเข้มข้นของ CO_3^{2-} ไอออนในสารละลายลดลง (เมื่อเติมสารละลายแอมโมเนียมคาร์บอเนต) ซึ่งเป็นเหตุให้ Ba , Ca และ Sr ตกตะกอนเป็นคาร์บอเนตไม่มากพอ

$$CO_3^{2-} + NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + HCO_3^-$$

ปฏิกิริยานี้เกิดที่อุณหภูมิต่ำกว่าการขจัดเกลือแอมโมเนียมโดยการเผาให้ระเหิด

เหตุที่ทำการตกตะกอนโลหะ ด้วยแอมโมเนียมคาร์บอเนตจากสารละลายที่ร้อนก็เพื่อให้ตะกอนคาร์บอเนตที่ได้มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้สะดวกในการกรองและล้างตะกอน แต่จะต้องไม่ให้สารละลายเดือดเพราะจีเอเจนต์นี้สลายตัวได้ ซึ่งอาจเป็นเหตุให้ตะกอนคาร์บอเนตกลับละลายได้อีก

$$(NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2NH_3 + CO_2 + H_2O$$

$$BaCO_3 + 2NH_4Cl \longrightarrow BaCl_2 + 2NH_3 + CO_2 + H_2O$$

เมื่อจะทำให้ $SrCO_3$ หรือ $CaCO_3$ ตกตะกอนอีกครั้งในการวิเคราะห์ต่อไป ควรใช้ Na_2Co_3 จำนวนเล็กน้อยดีกว่าการใช้ $(NH_4)_2CO_3$ (สุรางค์ อนุกูล, 2538 : 75)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการ แคลเซียมที่รวมตัวกับธาตุอื่นๆ ให้อยู่ในรูปของ oxide แล้วตกตะกอนแคลเซียมออกมาในรูปของ oxalate ซึ่งละลายได้ในกรดซัลฟูริก จากนั้นไตเตรทด้วย สารละลายมาตรฐาน $KMnO_4$

$$Cao+2HCl \longrightarrow CaCl_2+H_2O$$

$$CaCl_2+(NH_4)_2C_2O \longrightarrow CaC_2O_4+2NH_4Cl$$

$$CaC_2O_4+H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4+H_2C_2O_4$$

$$5H_2C_2O_2+2KMnO_4+3H_2SO_4 \longrightarrow 10CO_2+K_2SO_4+2MnSO_4+8H_2O$$

2.4.8 สารเคมี

สารเคมี หมายถึง สารประกอบอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมีส่วนประกอบทางเคมี มีสูตรโมเลกุล และน้ำหนักโมเลกุลที่แน่นอน มีความบริสุทธิ์แตกต่างกันไป มีทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว กึ่งของเหลว และก๊าซ (จินตนา บุนนาค, 2546 : 8) สารเคมีชนิดต่างๆ และการเตรียมสารเคมีที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 6 (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2539 : 111)

ตารางที่ 6 สารเคมีชนิดต่างๆ และการเตรียมสารเคมีที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน

ชื่อ	สูตร	น้ำหนักโมเลกุล	ความเข้มข้น	การเตรียม
กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น กรดไฮโดรคลอริกเจือจาง	HCl	36.4	0.05 M	ละลาย HCl เข้มข้น 37 เปอร์เซ็นต์ 4.1 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร
			0.1 M	ละลาย HCl เข้มข้น 37 เปอร์เซ็นต์ 8.2 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร
			3.0 M	ละลาย HCl เข้มข้น 37 เปอร์เซ็นต์ 246 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร

ที่มา : ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2539 : 111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 สารเคมีชนิดต่างๆ และการเตรียมสารเคมีที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (ต่อ)

ชื่อ	สูตร	น้ำหนักโมเลกุล	ความเข้มข้น	การเตรียม
กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น กรดไฮโดรคลอริกเจือจาง	HCl	36.4	6.0 M	ละลาย HCl เข้มข้น 37 เปอร์เซ็นต์ 492 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร
			12 M	ละลายกรดจำนวน 500 มิลลิลิตร ในน้ำแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร
กรดไนทริกเข้มข้น กรดไนทริกเจือจาง	HNO_3	63.01	1.0 M	ละลายHNO_3 เข้มข้น (16 M) 63มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร
			3.0 M	ละลายHNO_3 เข้มข้น (16 M) 63มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร
			6.0 M	ละลายHNO_3 เข้มข้น(16 M) 63มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร
			16.0 M	ละลายกรด16Mจำนวน 375 มิลลิลิตร ในน้ำแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร
กรดซัลฟูริคเข้มข้น กรดซัลฟูริคเจือจาง	H_2SO_4	98.1	18.0 M	ละลายกรด18Mจำนวน 165 มิลลิลิตร ในน้ำแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร

ที่มา : ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2539 : 111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 สารเคมีชนิดต่างๆ และการเตรียมสารเคมีที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (ต่อ)

ชื่อ	สูตร	น้ำหนักโมเลกุล	ความเข้มข้น	การเตรียม
แอมโมเนียมไฮโดรอกไซด์เข้มข้น แอมโมเนียมไฮโดรอกไซด์เจือจาง	NH_4OH	35.05	1M	ละลายNH_4OHเข้มข้น (15 M) 63มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร
			15.0 M	ละลายกรด15Mจำนวน 400 มิลลิลิตร ในน้ำแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร
แอมโมเนียมออกซาเลต	$(NH_4)_2C_2O_4H_2O$	142.11	0.25 M	ละลาย $(NH_4)_2C_2O_4H_2O$ 35.5 กรัมในน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร
กรดบอริค	H_2BO_3	61.83	0.1 M	ละลาย H_2BO_3 6.2 กรัมในน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร
โซเดียมไบคาร์บอเนต	$NaHCO_3$	84.01	0.1 M	ละลาย $NaHCO_3$ 8.4 กรัมในน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร
โซเดียมไฮดรอกไซด์	NaOH	40.0	0.1 M	ละลาย NaOH 4 กรัมในน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร
			1.0 M	ละลาย NaOH 40 กรัมในน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร

ที่มา : ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2539 : 111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.8.1 เทคนิคการเตรียมสารละลายอินดิเคเตอร์

อินดิเคเตอร์เป็นสารละลายที่ใช้บอกพีเอชของสารละลายมีสมบัติเป็นกรดอ่อน สามารถแตกตัวได้บ้างเล็กน้อย ดังนั้นในสารละลายอินดิเคเตอร์อยู่ในฟอร์มของกรด และเบส ปนกันอินดิเคเตอร์ในฟอร์มของกรดจะมีสีหนึ่ง ซึ่งแตกต่างไปจากฟอร์มที่เป็นเบส

เนื่องจากอินดิเคเตอร์ต่างชนิดกัน มีความสามารถในการแตกตัวได้แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้อินดิเคเตอร์ชนิดต่างๆ เปลี่ยนสีในช่วงพีเอช ที่แตกต่างกันได้ จากการศึกษาพบว่าการเกิดสีของอินดิเคเตอร์ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของความเข้มข้นระหว่างอินดิเคเตอร์ที่ไม่แตกตัวกับอินดิเค-เตอร์ที่แตกตัวแล้ว (กรด / เบส) ถ้าอัตราส่วนเท่ากับ 10 หรือมากกว่าสีของอินดิเคเตอร์ที่ปรากฏแก่สายตาจะอยู่ในฟอร์มของกรด แต่ถ้าอัตราส่วนนี้เท่ากับ 0.1 หรือน้อยกว่าปรากฏสีในฟอร์มของเบส แต่ถ้าอัตราส่วนดังกล่าวอยู่ระหว่าง 10-0.1 สีของอินดิเคเตอร์จะปนกันทั้ง 2 ฟอร์ม สรุปได้ว่าอินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่งชนิดใดไม่สามารถเปลี่ยนสีได้ทันทีทันใด ณ พีเอช อันหนึ่งแต่จะค่อยๆเปลี่ยนสีทีละน้อยในช่วงพีเอชกว้าง กรด-เบส อินดิเคเตอร์ แสดงการเปลี่ยนสี และตัวทำละลายที่ใช้ในการเตรียมดังแสดงในตารางที่ 7 (ประเสริฐ ศริไพโรจน์, 2539 : 121)

ตารางที่ 7 กรด-เบส อินดิเคเตอร์ แสดงการเปลี่ยนสี (จากฟอร์มที่เป็นกรดไปเป็นฟอร์มที่เป็นเบส) และตัวทำละลายที่ใช้ในการเตรียม

อินดิเคเตอร์	พิสัยพีเอช	การเปลี่ยนสี	ตัวทำละลายที่ใช้เตรียม
เมทิลไวโอเลต	0.2 - 3.0	สีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน	น้ำ
ครีซอลเรด	0.4 - 1.8	สีแดงเป็นสีเหลือง	น้ำ+ NaOH เจือจาง
ไทมอลบลู	1.2 - 2.8	สีแดงเป็นสีเหลือง	น้ำ+ NaOH เจือจาง
ออเรงก์	1.3 - 3.0	สีแดงเป็นสีเหลือง	น้ำ
เบนโซเพียร์พูริน 4 บี	1.2 - 4.0	สีม่วงเป็นสีแดง	20 เปอร์เซ็นต์ EtOH
เมทิลออเรงก์	3.1 - 4.4	สีแดงเป็นสีเหลืองส้ม	น้ำ
บรอมฟีนอลบลู	3.0 – 3.6	สีเหลืองเป็นสีน้ำเงินม่วง	น้ำ+ NaOH เจือจาง
คองโกเรด	3.0 – 5.0	สีน้ำเงินแดง	70 เปอร์เซ็นต์ EtOH
บรอมครีซอลกรีน	3.8 – 5.4	สีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน	น้ำ+ NaOH เจือจาง
เมทิลเรด	4.4 – 6.2	สีแดงเป็นสีเหลือง	น้ำ+ NaOH เจือจาง
คลอฟีลนอลเรด	4.8 – 6.8	สีเหลืองเป็นสีแดง	น้ำ+ NaOH เจือจาง

ที่มา : ประเสริฐ ศริไพโรจน์, 2539 : 121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 กรด-เบส อินดิเคเตอร์ แสดงการเปลี่ยนสี (จากฟอร์มที่เป็นกรดไปเป็นฟอร์มที่เป็นเบส) และตัวทำละลายที่ใช้ในการเตรียม (ต่อ)

อินดิเคเตอร์	พิสัยพีเอช	การเปลี่ยนสี	ตัวทำละลายที่ใช้เตรียม
บรอมครีซอลเพอร์เพิล	5.2 – 6.8	สีเหลืองเป็นสีม่วง	น้ำ+ NaOH เจือจาง
ลิตมัส	4.5 – 8.3	สีแดงเป็นสีน้ำเงิน	น้ำ
อะลิซาริน	5.6 – 7.2	สีเหลืองเป็นสีแดง	น้ำ + MeOH
บรอมไทมอลบลู	6.0 – 7.6	สีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน	น้ำ+ NaOH เจือจาง
พีนอลเรด	6.6 – 8.2	สีเหลืองเป็นสีแดง	น้ำ+ NaOH เจือจาง
ไทมอลบลู	8.0 – 9.6	สีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน	น้ำ+ NaOH เจือจาง
โอ- ครีซอลพทาลีน	8.2 – 9.8	ไม่มีสีเป็นสีแดง	95 เปอร์เซ็นต์ EtOH
พีนอลทาลีน	8.3 – 9.8	ไม่มีสีเป็นสีแดง	70 เปอร์เซ็นต์ EtOH
ไทมอลพทาลีน	9.4 – 10.5	สีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน	70 เปอร์เซ็นต์ EtOH
อะลิซารินเยลโลว์ อาร์	10.0 – 12.0	สีเหลืองเป็นสีแดง	95 เปอร์เซ็นต์ EtOH
อินดิโก คาร์มีน	11.4 – 13.0	สีน้ำเงินเป็นสีเหลือง	50 เปอร์เซ็นต์ EtOH
ไตรไนโตรเบนซีน 135	12.0 – 14.0	ไม่มีสีเป็นสีส้ม	70 เปอร์เซ็นต์ EtOH

ที่มา : ประเสริฐ ศริไพโรจน์, 2539 : 122

2.4.8.2 เมทธิลเรด (Methyl Red)

เมทธิลเรด 0.1 เปอร์เซ็นต์ บดอินดิเคเตอร์ (เมทธิลเรด) 1.0 กรัมกับ 0.1 M NaOH 37 มิลลิลิตร ด้วยไกร่งแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น (ประเสริฐ ศริไพโรจน์, 2539 : 122)

2.4.8.3 อีเทอร์ (Ether)

อีเทอร์ คือ สารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรทั่วไปเป็น R- O-R, R-O-Ar หรือ Ar-O-Ar ถ้า R และ R เหมือนกันเรียกว่า อีเทอร์อย่างง่าย แต่ถ้า R กับ R ต่างกัน เรียกว่า อีเทอร์เชิงซ้อน ความยาวพันธะระหว่างคาร์บอนกับออกซิเจนในอีเทอร์เท่ากับในแอลกอฮอล์ คือ 1.43 อังสตรอม และมีมุมพันธะ C-O-C เป็น 110 องศา

อีเทอร์เป็นอนุพันธ์ของแอลกอฮอล์ โดยหมู่อัลคิลเข้าไปแทนที่ไฮโดรเจนในหมู่ฟังก์ชันนัลของแอลกอฮอล์ถึงแม้ว่าจะมีอีเทอร์จำนวนมากแต่เวลาที่แพทย์หรือนักเคมีเรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"อีเทอร์"หมายถึง "ไดเอทธิลอีเทอร์" ไดเอทธิลอีเทอร์ใช้เป็นยาสลบในทางการแพทย์ และใช้เป็นตัวทำละลายอินทรีย์

ไดเอทธิลอีเทอร์ มีจุดเดือด 34 องศาเซลเซียส จึงกลายเป็นไอได้ง่ายและรวดเร็ว ก๊าซและไอของสารเป็นเรื่องลึกลับสำหรับนักเคมีในสมัยก่อนได้มีผู้ค้นพบไดเอทธิลอีเทอร์ ในปี ค.ศ. 1544 และสังเกตเห็นว่าของเหล่านี้หายไปในอากาศอย่างรวดเร็ว อีเทอร์ที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากันแต่ในหมู่อัลคิลไม่เหมือนกัน เราเรียกว่า มันเป็นเมตาเมอริก

สมบัติทางกายภาพของอีเทอร์

1) เมื่อพิจารณาจุดเดือดของอีเทอร์ จะเห็นว่า เมทธอกมีเธนและเมทธอกซีอีเธน เป็นก๊าซที่อุณหภูมิส่วนเอทธอกซีอีเธน และอีเทอร์ตัวอื่นๆ เป็นของเหลวไม่มีสี

2) อีเทอร์ระเหย และติดไฟได้ดีกว่าไ อโซเมอริกแอลกอฮอล์ เมื่อจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น การระเหยและการติดไฟจะลดลง

3) อีเทอร์เบากว่าน้ำ ละลายน้ำได้เล็กน้อย และมีกลิ่นเฉพาะตัว

4) ไดเอทธิล อีเทอร์รวมกับไขมันและเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทต่างๆ ได้ง่ายมากจึงใช้เป็น ยาสลบได้ดี ยาสลบพวกไดเอทธิลอีเทอร์ ไซโคลโพรเพนและไฮโดรคาร์บอน เช่น เอทธิลีนและอะเซทิลีน เมื่อเข้าไปจนเต็มปอด โมเลกุลของยาสลบบางส่วนจะซึมเข้าเส้นเลือด สู่เนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และจะสะสมอยู่ที่เยื่อหุ้มใยประสาท เมื่อเยื่อหุ้มใยประสาทมีโมเลกุลเหล่านี้อยู่เต็ม ประสาทจะหยุดการทำงาน สมองไม่รับรู้สิ่งที่ประสาทส่งมาอีกต่อ ไป คนไข้หมดสติแพทย์จึงเริ่มผ่าตัด เมื่อคนไข้หายใจเอาอากาศเข้าไปยาสลบจะค่อยๆ ซึมออกจากเยื่อหุ้มใยประสาทกลับเข้าสู่ปอด และออกนอกร่างกายหลังจากนั้นสักครู่หนึ่งเยื่อหุ้มใยประสาทจะเป็นปกติ และคนไข้จะฟื้น

5) อีเทอร์ใช้เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น ไดเอทธิลอีเทอร์ ละลายไขมันได้ง่ายจึงใช้สกัดไขมันออกจากของผสมอื่นๆ เรียกว่าการสกัดด้วยอีเทอร์ (ประดิษฐ มีสุข, 2530 : 165)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

3.1.1 วัตถุดิบ

1. ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร
2. ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ
3. ข้าวเม่าพันธุ์คอหอม
4. ข้าวเม่าพันธุ์ กข. 6

3.1.2 อุปกรณ์

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หาความชื้น

1. กระป๋องโลหะ
2. ตู้อบลมร้อน
3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. โถดูดความชื้น
5. เครื่องบด

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ไขมัน

1. กระบอกตวง
2. คีมคีบแก้ว
3. ชุดสกัดไขมัน

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์โปรตีน

1. ชุดวิเคราะห์โปรตีน
2. ตู้ดูดควัน
3. เตาย่อย (Digestion block)
4. บิวเรต
5. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. วอลลูเมติกฟลาส (Volumetric flask) ขนาด 1000 มิลลิลิตร

7. ตัวดูดไอกรด (Scrubber)

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หาเยื่อใย

1. เครื่องย่อยเยื่อใย

2. บีกเกอร์ย่อย (Digestion block)

3. เตาไฟฟ้า

4. เหยือกต้มน้ำ

5. ถ้วยกระเบื้อง (Crucible)

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หาเถ้า

1. จานแพลตตินัมหรือจานกระเบื้อง

2. เตาเผา

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หาแคลเซียม

1. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.วอลลูเมติกฟลาส(Volumetric flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

3. กระดาษกรองเบอร์ 40

4. แผ่นความร้อน (Hot plate)

3.1.3 สารเคมี

- สารเคมีในการวิเคราะห์หาไขมัน

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์

- สารเคมีในการวิเคราะห์หาโปรตีน

1. คะตะลิสผสม (โปตัสเซียมซัลเฟตปราศจากน้ำ 1000 กรัม , คอปเปอร์ซัลเฟต 70 กรัม)

2. กรดซัลฟูริคเข้มข้น (H_2SO_4 concentrate ; H_2SO_4Conc.)

3. เมทธิลเรดอินดิเคเตอร์ (methyl red)

4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40

5. สารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟูริค (Standard H_2SO_4 0.1 นอร์มัล)

6. สารละลายกรดบอริคเข้มข้นร้อยละ 4

7. อินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator)

7.1 เตรียม Bromocresol green 0.1 กรัม ละลายแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ได้ 10 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 เตรียมเมทธิลเรด (Methyl red) 0.5 กรัม ละลายแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ได้ 50 มิลลิลิตร

7.3 หลังจากนั้นนำ 8.1 และ 8.2 มาผสมกันจะได้อินดิเคเตอร์ผสม

- สารเคมีในการวิเคราะห์หาเยื่อใย

1. สารละลายกรดซัลฟูริค (H_2SO_4) 1.25 เปอร์เซ็นต์ ต้มให้ร้อนบนแผ่นความร้อน

2. สารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1.25 เปอร์เซ็นต์ ต้มให้ร้อนบนแผ่นความร้อน

3. ออคทานอล (Octanol)

4. อะซีโทน (Acetone)

- สารเคมีในการวิเคราะห์หาแคลเซียม

1. กรดไนทริกเข้มข้น (HNO_3 conc.)

2. กรดไฮดรอลิคเข้มข้น (HCl)

3. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (NH_4OH conc.)

4. แอมโมเนียม ออกซาเลต(Ammonium oxalate) 4 เปอร์เซ็นต์

5. แอมโมเนียม โซลูชั่น(Ammonium solution) (ให้ Ammonia เข้มข้น 1 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร)

6. สารละลายมาตรฐานโปรตัสเซียมแมงกาเนต (Standard $KMnO_4$) 0.05 นอร์มัล

3.2 วิธีการ

นำตัวอย่างข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์มาบดด้วยเครื่องบดให้ละเอียด แล้วนำตัวอย่างไปเก็บในตู้แช่เย็นเพื่อรอที่จะนำไปศึกษาด้านองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า ได้แก่

1) การวิเคราะห์หาความชื้น
2) การวิเคราะห์หาไขมัน
3) การวิเคราะห์หาโปรตีน
4) การวิเคราะห์หาเยื่อใย
5) การวิเคราะห์หาเถ้า
6) การวิเคราะห์หาแคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่ 1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

วิธีการทดลอง

1) หาน้ำหนักที่แน่นอนของกระป๋องโลหะ โดยนำกระป๋องโลหะที่สะอาดเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีแล้วนำใส่โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็นชั่งน้ำหนัก

2) ชั่งข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์ที่บดแล้ว 2 กรัม ใส่ในกระป๋องโลหะที่รู้น้ำหนักที่แน่นอน

3) นำกระป๋องโลหะเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

4) นำกระป๋องโลหะออกตู้อบแล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

5) ทำซ้ำข้อ 3 และข้อ4 จนได้น้ำหนักคงที่

6) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(A-B) \times 100}{A}$$

A = น้ำหนักข้าวเม่าก่อนอบ

B = น้ำหนักข้าวเม่าหลังอบ

7) ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของข้าวเม่าดังในภาพที่ 1

อบกระป๋องโลหะ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส

⬇

ใส่โถดูดความชื้นจนเย็น

⬇

ชั่งน้ำหนักกระป๋องโลหะ

⬇

ใส่ตัวอย่าง 2 กรัมในกระป๋องโลหะ

นำไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

ใส่โถดูดความชื้นจนเย็น

⬇

ชั่งน้ำหนัก

⬇

ทำจนน้ำหนักคงที่

<u>ภาพที่ 1</u> ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

วิธีการทดลอง

1) ชั่งข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์ที่บดแล้ว 5 กรัม ใส่ในทิมเบิ้ล(thimble) ปิดด้านบนของข้าวเม่าด้วนสำลีที่สกัดเอาไขมันออกแล้ว เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของเนื้อ

2) นำทิมเบิ้ลใส่ในชุดแยกสกัดของเครื่องสกัดโดยทิมเบิ้ลอยู่ใน หลอดสกัด (extraectiontube) ซึ่งด้านบนต่อกับท่อหล่อน้ำเย็น (condenser) ส่วนด้านล่างต่อกับบีกเกอร์ซึ่งนำไปอบและชั่งน้ำหนักที่แน่นอนไว้แล้ว

3) เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 150 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ต่อสายยางนำน้ำเข้าออกจากท่อหล่อน้ำเย็น ของเครื่องสกัดไขมัน S 306 MK

4) นำบีกเกอร์ไประเหยเอาปิโตรเลียมออกแล้วที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน

5) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ ไขมัน} = \frac{(\text{น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์ครั้งแรก}) \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวเม่า (กรัม)}}$$

ขั้นตอนการใช้เครื่องสกัดไขมันรุ่น S 306 MK

1) ตรวจสอบปลั๊กไฟระบบน้ำเพื่อทำการหล่อเย็นให้เรียบร้อย

2) ผลักสวิทซ์ "Lift" ซึ่งอยู่ด้านซ้ายของเครื่องไปตามแนวลูกศรขึ้นแล้วประกอบบีกเกอร์เข้ากับชุดสกัดและเปิดน้ำเพื่อหล่อ

3) เปิดสวิทซ์ชุดควบคุม (Temperature controller) โดยเลือกช่วงอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

4) ผลักสวิทซ์ด้านขวาของเครื่องไปที่ตำแหน่ง "Circulation" และผลักสวิทซ์ "Lift" ซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายของเครื่องไปตามแนวลูกศร เครื่องจะทำการต้มสารในช่วง 30 นาที

5) เมื่อครบ 30 นาที ให้ผลักสวิทซ์ ด้านขวาของเครื่องลงในตำแหน่ง "Recoverry" เป็นขั้นตอนการลดระดับของ Solvent ให้ต่ำกว่า Extraction thimble ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที โดย Solvent จะควบแน่นไปเก็บไว้ในถังด้านหลังของเครื่อง

6) จากนั้นให้ผลักสวิทซ์ด้านขวาของเครื่องกลับไปยังตำแหน่ง "Circulation" อีกครั้ง เครื่องจะทำการสกัดไขมันที่เหลือในช่วงนี้ใช้เวลาประมาณ 80 นาที

7) เมื่อสกัดไขมันออกหมดแล้วให้ผลักสวิทซ์ด้านขวาของเครื่องไปยังตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"Recoverry" อีกครั้งรอจนกระทั่งสารละลายควบแน่นเก็บในถังด้านหลังให้เหลือปริมาณ Solvent น้อยที่สุด

8) เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ให้ผลักสวิทซ์ "Lift" ซึ่งอยู่ด้านซ้ายของเครื่องไปตามแนวลูกศรขึ้น นำบีกเกอร์ที่มีไขมันไปอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่แล้วชั่งหาน้ำหนักละเอียด บันทึกผล

9) ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันของข้าวเม่าดังในภาพที่ 2

ชั่งข้าวเม่า 5 กรัมใส่ในทิมเบิ้ลด้านบนปิดด้วยสำลี
นำ ต่อกับเครื่องสกัดไขมันด้านบนต่อกับท่อหล่อน้ำเย็นด้านล่างต่อกับบีกเกอร์
พร้อมเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 150 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์

⬇

เปิดสวิทซ์ปั๊มลมและเปิดสวิตซ์เครื่องทำความเย็น
ผลักสวิตซ์ "Lift" ด้านซ้ายของเครื่องไปตามแนวลูกศรขึ้น
แล้วประกอบบีกเกอร์เข้ากับชุดสกัด

⬇

ผลักสวิทซ์ด้านขวาของเครื่องไปที่ตำแหน่ง "Circulation"
เครื่องจะทำการต้มสารเมื่อสารเดือดจับเวลา 30 นาที

⬇

เมื่อครบ 30 นาทีให้ผลักสวิทซ์ด้านขวาของเครื่องกลับไปยังตำแหน่ง "Recoverry"
เพื่อลดระดับของ Solvent ให้ต่ำกว่า Extraction thimble ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที

⬇

เมื่อครบให้ผลักสวิทซ์ด้านขวาของเครื่องกลับไปยังตำแหน่ง "Circulation"
แล้วจับเวลาประมาณ 80 นาที

⬇

เมื่อครบ 80 นาทีให้ผลักสวิทซ์ด้านขวาของเครื่องไปยังตำแหน่ง "Recoverry"
จนกว่า Solvent น้อยที่สุด

⬇

จากนั้นนำบีกเกอร์ไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
นาน 1 ชั่วโมงแล้วชั่งน้ำหนัก

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่ 3 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

วิธีการทดลอง

1) ชั่งข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์ 2 กรัมใส่กระดาษห่อเล็กๆ ใส่ในหลอดย่อยสลาย (Digestion tube) เติมคะตะลิสผสม 10 กรัม(catalyst mixture)

2) เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น (Conc. H_2SO_4) ใส่ในหลอดย่อยสลายโดยใส่หลอด (tube) ละ 20 มิลลิลิตร

3) นำไปย่อยบนเตาย่อย (Digestion block) ที่เปิดรอไว้ก่อน 15 นาที โดยใช้ฝาคลอบดูดไอกรดครอบ บนปากหลอดย่อยสลายแล้วเปิดตัวดูดไอกรดซึ่งทำในตู้ดูดควัน

4) ย่อยข้าวเม่าบนเตาจนได้สารละลายในหลอดใสจึงยกหลอดออกจากเตาพร้อมปิดเตาและวางบนที่วางให้สารละลายในหลอดเย็นในตู้ดูดควัน

5) เมื่อสารละลายในหลอดย่อยเย็นนำหลอดมาต่อกับหน่วยกลั่น (Distillation unit) เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 40 เปอร์เซ็นต์ 85 มิลลิลิตร นำขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ที่เติมกรดบอริก 100 มิลลิลิตร กับสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator) 2 หยดไปต่อกับเครื่องกลั่นโดยใช้ปลายของตัวหล่อเย็น จุ่มลงในสารละลายในฟลาสเพื่อจับแอมโมเนียที่จะออกมาขณะกลั่นจนได้สารละลายในฟลาสประมาณ 150 มิลลิลิตร โดยระยะเวลาในการกลั่นประมาณ 3 นาที

6) นำสารละลายที่ได้ในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ที่ได้จากการกลั่นไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟูริค (Standard H_2SO_4) จนหมดด่างคือสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูปริมาณกรดซัลฟูริค ที่ใช้แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน แล้วเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเป็นเปอร์เซ็นต์โปรตีน

7) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} = \frac{(V_2-V_1) \times N \times 1.4}{W}$$

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟูริค (ในที่นี้ใช้ 0.1 N)

V_1 = ปริมาตรของกรดซัลฟูริคที่ใช้ในการไตรเตรทชุดควบคุม

V_2 = ปริมาตรของกรดซัลฟูริคที่ใช้ในการไตรเตรทข้าวเม่า

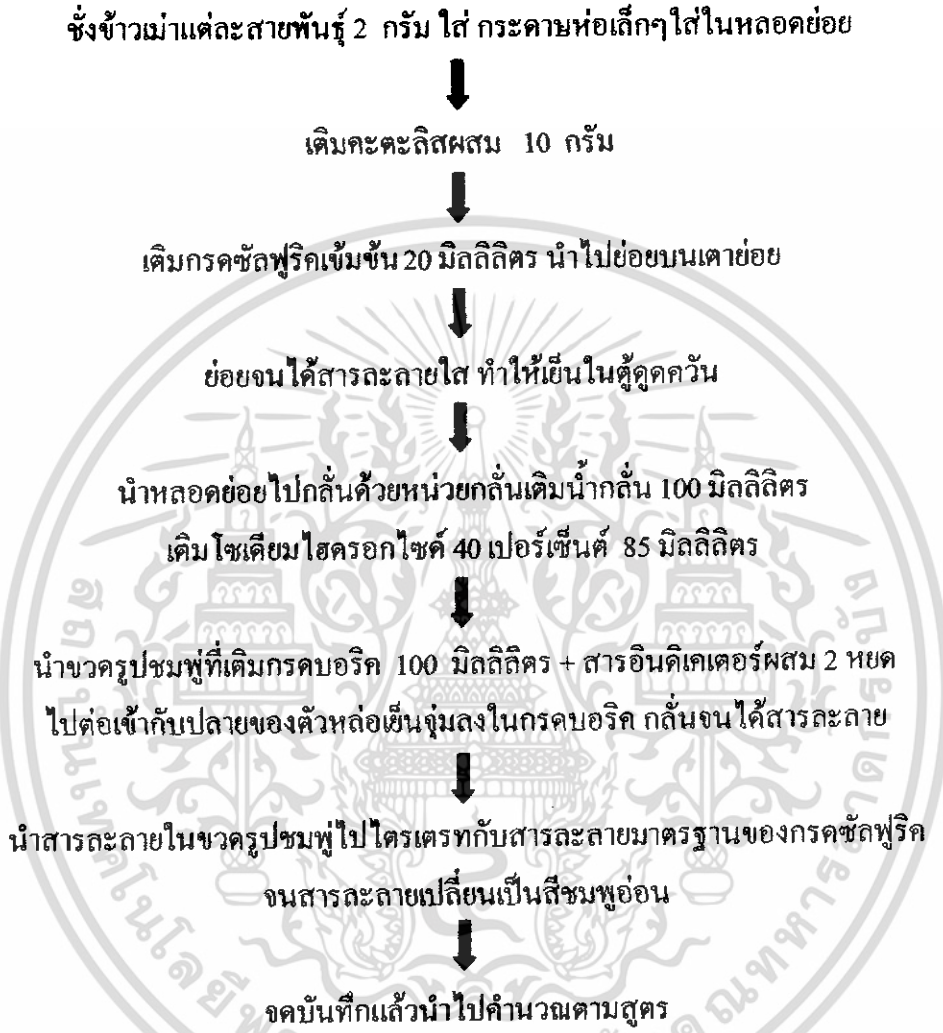
W = น้ำหนักของข้าวเม่า

เปอร์เซ็นต์โปรตีน = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน x ค่าแฟคเตอร์

ค่าแฟคเตอร์ของข้าวเม่า = 5.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนของข้าวเม่าดังในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่4 การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย

วิธีการทดลอง

1) ชั่งข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์ที่บดแล้ว 2 กรัม ใส่บีกเกอร์ย่อย (Digestion beaker) โดยไม่ต้องชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ย่อย

2) นำบีกเกอร์ย่อยไปต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์หาเยื่อใย แล้วเติมกรดซัลฟูริค 1.25 เปอร์เซ็นต์ (ที่ต้มให้ร้อนในโถแก้ว) 150 มิลลิลิตร หยดออคทานอล (Octanol) 3 หยด ใส่เพื่อป้องกันการเกิดฟอง ไม่ให้ล้นออกจากเครื่องย่อยนาน 30 นาที แล้วเปิด Heating ถึงเลข 8

3) เมื่อครบ 30 นาที เปิดลิ้นไปที่ Vacuum เพื่อปลดปล่อยกรดซัลฟูริคทิ้งไปแล้วล้างด้วยน้ำกลั่น(ที่ต้มให้ร้อนในในโถแก้ว) 3 ครั้งๆ ละ 30 มิลลิลิตร

4) เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 เปอร์เซ็นต์ (ที่ต้มให้ร้อนในโถแก้ว) 150 มิลลิลิตร หยดออคทานอล 3 หยดใส่ เพื่อป้องกันการเกิดฟองไม่ให้ล้นออกจากเครื่องย่อยนาน 30 นาที แล้วเปิด Heating ถึงเลข8

5) เมื่อครบ 30 นาที เปิดลิ้นไปที่ Vacuum เพื่อปล่อยโซเดียมไฮดรอกไซด์ทิ้งไปแล้วล้างด้วยน้ำกลั่น (ที่ต้มให้ร้อนในโถแก้ว) 3 ครั้งๆละ 30 มิลลิลิตร

6) ล้างตะกอนอีกครั้งด้วยอะซีโตน (Acetone) ประมาณ 25 มิลลิลิตร

7) นำบีกเกอร์ย่อย ที่มีเยื่อใยอยู่ไปอบให้แห้งในตู้อบ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (F2)

8) เผาตัวอย่างในบีกเกอร์ย่อย เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (F1)

9) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์เยื่อใย

$$\text{เปอร์เซ็นต์เยื่อใย} = \frac{F1 - F2 \times 100}{W}$$

F 1 = น้ำหนักบีกเกอร์ย่อย + น้ำหนักเยื่อใย + น้ำหนักเถ้า

F 2 = น้ำหนักบีกเกอร์ย่อย + น้ำหนักเถ้า

W = น้ำหนักข้าวเม่า

10) ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยของข้าวเม่าดังในภาพที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่งข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์ที่บดแล้ว 2 กรัม ใส่บีกเกอร์ย่อย
แล้วนำไปต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์หาเยื่อใย

⬇

เติมกรดซัลฟูริค 1.25 เปอร์เซ็นต์ 150 มิลลิลิตรที่ผ่านการต้มแล้ว
หยดออคทานอล 2- 3 หยด ถ้าเกิดฟองย่อยนาน 30 นาที

⬇

เปิดลิ้นไปที่ Vacuum เพื่อปล่อยกรดซัลฟูริคทิ้งไป แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น
ที่ผ่านการต้มแล้ว 3 ครั้งๆละ 30 มิลลิลิตร

⬇

เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 เปอร์เซ็นต์ 150 มิลลิลิตร ที่ผ่านการต้มแล้ว
หยดออคทานอล 2-3 หยด ถ้าเกิดฟองย่อยนาน 30 นาที

⬇

เปิดลิ้นไปที่ Vacuum เพื่อปล่อยโซเดียมไฮดรอกไซด์ทิ้งไป
แล้วล้างด้วย น้ำกลั่นที่ผ่านการต้มแล้ว
3 ครั้งๆละ 30 มิลลิลิตร

⬇

ล้างตะกอนอีกครั้งด้วยอะซีโตน 25 มิลลิลิตร

⬇

นำบีกเกอร์ย่อยที่มีเยื่อใยอยู่ไปอบให้แห้งในตู้อบอุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส
นาน 2 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

⬇

นำบีกเกอร์ย่อยไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง
แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

⬇

นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เยื่อใย

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่ 5 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

วิธีการทดลอง

1) อบถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก

2) ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ถ้วยกระเบื้องนำไปเผาให้หมดควันในตู้ดูดควัน แล้วนำไปเผาต่อในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนเป็นเถ้าสีขาว (ไม่มีสีดำของคาร์บอน) ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก

3) คำนวณหาปริมาณเถ้าในตัวอย่างอาหาร

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

A = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง

B = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง + น้ำหนักข้าวเม่าหลังเผา

W = น้ำหนักข้าวเม่า

4) ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของข้าวเม่าดังในภาพที่ 5

อบถ้วยกระเบื้องที่ อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

↓

ชั่งน้ำหนัก

↓

ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้อง

↓

เผาให้หมดควันในตู้ดูดควัน

แล้วนำไปเผาต่อในเตาเผาที่ 550 องศาเซลเซียส จนเป็นเถ้าสีขาวทั้งหมด

↓

ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก

↓

นำไปคำนวณตามสูตร

ภาพที่ 5 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่ 6 การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม

วิธีการทดลอง

1) อบถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

2) ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ถ้วยกระเบื้องนำไปเผาให้หมดควันในตู้ดูดควัน แล้วนำไปเผาต่อในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนเป็นเถ้าสีขาว ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

3) หยดกรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3 conc.) ลงไปให้เถ้าเปียกชื้นให้ทั่ว

4) นำไปเผาให้แห้งบนแผ่นความร้อน (เผาในตู้ดูดควัน) จนหมดควันกรด แล้วนำเข้าเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง. จะได้เถ้าสีขาว – เทา ถ้ายังไม่ได้เถ้าสีขาว – เทา ให้ทำข้อ 3 ใหม่

5) เมื่อได้เถ้าสีขาวแล้วให้เติมกรดไฮโดรคลอริค (HCl) 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มเพื่อละลายเถ้า (ใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที ต้มในตู้ดูดควัน)

6) ถ่ายสารละลายที่เย็นแล้วลงในวอลลูเมตริคฟลาส ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำกลั่น 2 ครั้งชะล้างสารละลายให้หมด

7) ปิเปตเอาสารละลายในวอลลูเมตริคฟลาสมา 50 มิลลิลิตรใส่ในบีกเกอร์ แล้วหยดเมทธิลเรด (methyl red) ลงไป 1-2 หยด

8) หยดแอมโมเนียม ไฮดรอกไซด์ (Ammonium Hydroxide) ลงไปทีละหยดพร้อมคนสารละลายจนได้สีเหลือง

9) เติมกรดไฮโดรคลอริค 6 นอร์มัล ใส่ลงไป 1.5 มิลลิลิตร

10) ชั่งยูเรีย 5 กรัมใส่ลงไปในสารละลายข้อ 9

11) เติมแอมโมเนียม ออกซาเลต (Ammonium Oxalate) 4 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 5 มิลลิลิตร ลงไป ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา นำไปต้มใช้ไฟไม่แรงนักจนเดือดและได้สารละลายเป็นสีส้ม (อย่าต้มจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีอื่น) รีบยกลงปล่อยทิ้งให้เย็น

12) นำสารละลายมากรองใช้กระดาษกรองเบอร์ 40 โดยชะล้างตะกอนออกไปให้หมดด้วยสารละลายแอมโมเนีย แล้วล้างตะกอนด้วยสารละลายแอมโมเนีย เพื่อเอาแอมโมเนียม ออกซาเลตออกให้หมด (ทดสอบโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ ($Ca\ Cl_2$) ละลายน้ำแล้วหยดลงในน้ำล้างตะกอนถ้าตะกอนแสดงว่ายังไม่หมดออกซาเลต)

13) ชะล้างตะกอนใส่ในบีกเกอร์ใบเดิมที่ใช้ต้ม ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างตะกอนลงไปให้หมด จำนวนที่ใช้ล้างควรจะใช้ประมาณ 75 -100 ซีซี (กระดาษกรองให้เก็บไว้ก่อน)

14) เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น 2.5 มิลลิลิตร ใส่ลงลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15) นำไปต้มให้สารละลายร้อนมีไอกรุ่น (หรือมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส) แล้วนำไปไตรเตรทกับโปตัสเซียมแมงกาเนต ($KMnO_4$) 0.05 นอร์มัล จนสารละลายในบีกเกอร์เปลี่ยนเป็นสีม่วงแล้วจึงหยุดไตรเตรทนำเอากระดาษจากข้อ 7 ใส่ลงในบีกเกอร์กดให้จมอยู่ในสารละลายแล้วไตรเตรทต่อจนได้สีของสารละลายเป็นสีม่วงคงที่อยู่ 30 นาทีจดปริมาตรของโปตัสเซียมแมงกาเนตที่ใช้ นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์แคลเซียม

$$\text{เปอร์เซ็นต์แคลเซียม} = \frac{V \times 0.001 \times 100 \times C}{W}$$

V = ปริมาตรของโปตัสเซียมแมงกาเนตที่ใช้ในการไตเตรท

C = อัตราส่วนของปริมาตรของสารละลายทั้งหมดที่เตรียม : ปริมาตรที่นำไปวิเคราะห์

W = น้ำหนักข้าวเม่า

สารละลายมาตรฐานของโปตัสเซียมแมงกาเนต 0.05 นอร์มัล จำนวน 1 มิลลิลิตร = แคลเซียม 0.001 กรัม

16) ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมของข้าวเม่าดังในภาพที่ 6

อบถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

↓

ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้อง

↓

เผาให้หมดควันในตู้ดูดควัน

แล้วนำไปเผาต่อในเตาเผาที่ 550 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง

↓

หลังจากทำให้เย็นแล้วหยดกรดไนตริกเข้มข้น

แล้วนำไปเผาต่อให้แห้งในตู้ดูดควันจนหมดควันกรด

↓

แล้วเข้าเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส

นาน $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง.จนได้เถ้าสีขาว – เทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ภาพที่ 6</u> ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2548 – มีนาคม พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า 4 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ชุมพร สายพันธุ์อีปุ สายพันธ์ดอหอม และสายพันธุ์กข. 6 ซึ่งได้นำมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า และแคลเซียม มีผลการทดลองดังต่อไปนี้

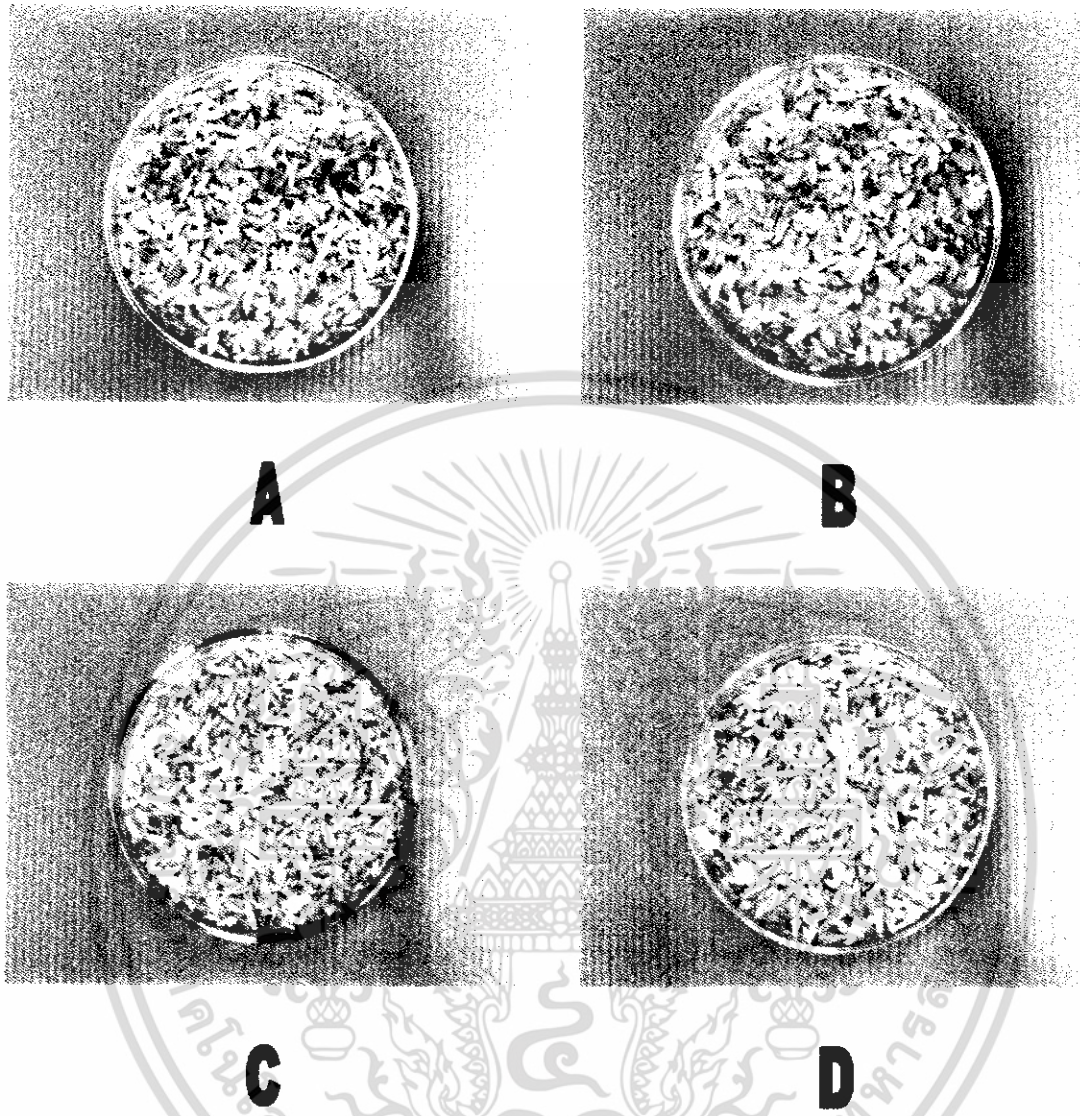
1. การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ดังแสดงในตารางที่ 8 และภาพที่ 7 พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรจะมีลักษณะเมล็ดที่แบนเล็กน้อยมีความยาวรี มีสีเขียวอ่อนมากกว่าข้าวเม่าพันธุ์อีปุ ดอหอม และกข.6 ส่วนกลิ่นของข้าวเม่าพันธ์ชุมพรมีกลิ่นหอมของข้าว ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ มีลักษณะเมล็ดที่แบนยาวเรียวมีสีเขียวอ่อนและมีกลิ่นหอมมาก ชนิดพันธุ์ดอหอม มีลักษณะเมล็ดแบนเล็กน้อยมีความยาวเรียวซึ่งจะแตกต่างจากพันธุ์ ชุมพร และ พันธุ์กข.6 แต่มีลักษณะที่คล้ายกับพันธุ์ อีปุ ด้านสีของ พันธุ์ดอหอม มีสีเขียวอ่อนกว่าพันธุ์อีปุ และ พันธุ์กข.6 และพันธุ์ดอหอม มีกลิ่นหอมมากที่สุด ส่วนชนิดพันธุ์กข.6 ลักษณะเมล็ดแบนเล็กน้อย ยาวรีคล้ายกับพันธุ์ชุมพร และมีสีเขียวแก่กว่าข้าวเม่าพันธุ์อื่นๆ แต่ข้าวเม่าพันธุ์นี้มีกลิ่นหอมน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับข้าวเม่าพันธุ์อื่นๆ จะเห็นได้ชัดเจนจากภาพของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ดังในภาพที่ 7

ตารางที่ 8 ลักษณะทางกายภาพของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ชนิดพันธุ์	ลักษณะเมล็ด	สี	กลิ่น
A	แบนเล็กน้อย ยาวรี	เขียวอ่อนที่สุด	หอม
B	แบนยาวเรียว	เขียวอ่อน	หอมมาก
C	แบนเล็กน้อย	เขียวอ่อนกว่า	หอมมากที่สุด
D	แบนเล็กน้อย ยาวรี	เขียวแก่	หอมน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

หมายเหตุ

A = ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร

B = ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ

C = ข้าวเม่าพันธุ์คอหอม

D = ข้าวเม่าพันธุ์กข.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในข้าวเม่าที่ยังไม่ผ่านกระบวนการแปรรูป และข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในข้าวเม่าที่ยังไม่ผ่านกระบวนการแปรรูปดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่าตัวอย่างข้าวเม่าทั้ง 3 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างที่ 1 เมล็ดข้าวเม่าสด ตัวอย่างที่ 2 ผ่านการตากแดด ตัวอย่างที่ 3 ผ่านการอบแห้ง ซึ่งการวิเคราะห์หาความชื้นของข้าวเม่าพบว่า ในตัวอย่างที่ 1 เมล็ดข้าวเม่ามีความชื้นเท่ากับ 39.35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นที่ค่อนข้างสูงและสังเกตเห็นว่ามีเชื้อราขึ้นเป็นจุดสีดำเป็นจุดเล็กๆ ปริมาณความชื้นในข้าวเม่าสดที่สูงนี้จะส่งผลให้เกิดเชื้อราได้ง่าย ตัวอย่างที่ 2 ผ่านการตากแดดมีความชื้นเท่ากับ 36.58 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณความชื้นน้อยกว่าตัวอย่างที่ 1 และมีปริมาณเชื้อราเฉพาะตรงจุดที่มีความชื้นเท่านั้น ส่วนตัวอย่างที่ 3 ข้าวเม่าที่ผ่านการอบมาแล้ว มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 13.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 ที่เป็นเมล็ดข้าวเม่าสดและตัวอย่างที่ตากแดดจากตัวอย่างที่ 3 ที่ผ่านการอบมาแล้ว พบว่าไม่มีเชื้อเจริญเติบโตได้ในเมล็ดข้าวเม่า

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์หาความชื้นข้าวเม่าที่ยังไม่ผ่านกระบวนการการแปรรูป

สายพันธุ์	ครั้งที่	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ย
1	1	38.73	39.35
	2	39.97	
2	1	36.48	36.58
	2	36.69	
3	1	13.32	13.48
	2	13.65	

หมายเหตุ

1 : ข้าวเม่าที่เก็บมาสด ๆ

2 : ข้าวเม่าที่ผ่านการนตากแดดมาแล้ว

3 : ข้าวเม่าที่ผ่านการอบมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 23.96 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์อีปุ มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 20.26 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ดอหอม มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 19.36 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์กข.6 มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 6.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้าวพันธุ์ที่มีความชื้นน้อยที่สุด คือ พันธุ์กข.6 เป็นเพราะข้าวเม่าพันธุ์กข.6 นั้นได้ผ่านการอบแห้งมาแล้ว 1 ครั้ง รองลงมาเป็นข้าวเม่าพันธุ์ดอหอม พันธุ์อีปุและพันธุ์ชุมพร มีปริมาณความชื้นมากที่สุด เพราะว่าข้าวเม่าทั้ง 3 สายพันธุ์นี้เป็นข้าวเม่าสดที่นำมาจากแหล่งผลิตซึ่งยังไม่ผ่านการอบ จึงทำให้มีปริมาณความชื้นมากกว่าข้าวเม่าสายพันธุ์กข.6 ซึ่งเมื่อนำข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์มาเปรียบเทียบกับความชื้นของข้าวเหนียวกข.6 ปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 10.31 สารอาหารในข้าวเหนียว กข.6 ดังแสดงในตารางผนวกที่ 4 (ทศรฐ อินแปลง . 2541) ปรากฏว่า ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร พันธุ์อีปุ และพันธุ์ดอหอม มีปริมาณความชื้นมากกว่าข้าวเหนียวพันธุ์กข.6 มาก แต่มีข้าวเม่าพันธุ์กข.6 นั้นมีปริมาณความชื้นน้อยกว่า ปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวพันธ์กข.6

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์หาความชื้นของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง
A	23.96 1/	76.03
B	20.26 1/	79.74
C	19.36 1/	80.64
D	6.31 2/	93.69

หมายเหตุ

1/ : ข้ามเม่าสดที่นำมาจากแหล่งผลิต

2/ : ข้าวเม่าที่ผ่านการอบแห้งมาแล้ว 1 ครั้ง

3. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 11 พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณไขมัน 1.88 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์อีปุ มีปริมาณไขมันเท่ากับ 1.48 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ดอหอมมีปริมาณไขมันเท่ากับ 1.51 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลปรากฏว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณไขมันมากที่สุด รองลงมา เป็นข้าวเม่าพันธุ์ดอหอม และข้าวเม่าพันธุ์อีปุ ซึ่งเมื่อนำข้าวเม่าทั้ง 3 สายพันธุ์มาเปรียบเทียบกับข้าวกล้องนั้น ข้าวกล้องมีปริมาณไขมันเท่ากับ 1.6-2.8 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอาหารข้าวกล้อง และข้าวสารดังแสดงในตารางผนวกที่ 2 (นิรนาม . 2548) ผลปรากฏว่าข้าวเม่าพันธ์อีปุ และพันธุ์ดอหอม นั้นมีปริมาณไขมันน้อยกว่าข้าวกล้อง แต่มีข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรเท่านั้นที่มีปริมาณไขมันอยู่ในระดับเดียวกันกับข้าวกล้อง หากปริมาณไขมันในร่างกายขาดกรดไขมันจะทำให้เกิดโรคต่างๆ ในเด็กทารก ทำให้เกิดแผลเต็มตัว และมีน้ำหนักลดลง (ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณี เดชกำแหง, 2530 : 120)

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์ไขมัน (น้ำหนักสด)	เปอร์เซ็นต์ไขมัน (น้ำหนักแห้ง)	เปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย (น้ำหนักสด)
A	1.90	2.50	1.88
	1.86	2.45	
B	1.51	1.89	1.48
	1.44	1.80	
C	1.50	1.86	1.51
	1.53	1.90	

4. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 12 พบว่าการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ ปรากฏว่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 5.47 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์อีปุมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 6.50 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ดอหอม มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 6.56 เปอร์เซ็นต์ และพันธ์กข.6 มีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 6.38 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่าข้าวเม่า พันธุ์ดอหอมมีปริมาณโปรตีนสูงสุด รองลงมาเป็นพันธุ์อีปุ พันธุ์ กข.6 และพันธุ์ชุมพร ตามลำดับ ซึ่งโปรตีนในข้าวเม่า มีประโยชน์ต่อร่างกายคือ สร้างเซลล์ใหม่ขึ้นแทนที่เซลล์เก่า ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย อีกทั้งยังเป็นแหล่งที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย ซึ่งโปรตีนเป็นส่วนประกอบของเอมไซม์ และฮอร์โมนต่างๆ ในร่างกาย โปรตีนจึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ และจำเป็นในเซลล์ทุกเซลล์ของร่างกายคน และสัตว์ (ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณี เดชกำแหง, 2530 : 90)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน	เปอร์เซ็นต์โปรตีน (น้ำหนักสด)	เปอร์เซ็นต์โปรตีน (น้ำหนักแห้ง)	เปอร์เซ็นต์โปรตีนเฉลี่ย (น้ำหนักสด)
A	0.93	5.30	6.97	5.47
	0.99	5.64	7.42	
B	1.14	6.50	8.81	6.50
	1.14	6.50	8.81	
C	1.16	6.61	8.20	6.56
	1.14	6.50	8.06	
D	1.12	6.38	6.81	6.38

5. การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 13 พบว่าปริมาณเยื่อใยในข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณที่แตกต่างกันไป คือ ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 1.26 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์อีปุมีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 1.27 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ดอหอมมีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 1.19 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์กข.6 มีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 1.59 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่าข้าวเม่าพันธุ์กข.6 มีปริมาณเยื่อใยสูงสุด รองลงมาคือ ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ พันธุ์ชุมพร พันธุ์ดอหอม ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณเยื่อใยของข้าวกล้องนั้น ข้าวกล้องจะมีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 0.6-1.0 เปอร์เซ็นต์ สารอาหารข้าวกล้อง และข้าวสารดังแสดงในตารางผนวกที่ 2 (นิรนาม . 2548) พบว่า ข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ มีปริมาณเยื่อใยมากกว่าข้าวกล้อง ซึ่งปริมาณเยื่อใยมากจะมีประโยชน์คือ มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี และไม่ถูกย่อยสลายด้วยเอมไซม์ ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเหลืออยู่ในลำไส้ใหญ่ ช่วยเพิ่มปริมาณเนื้ออุจจาระ และทำให้อุจจาระนิ่ม จึงช่วยขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายได้สะดวก ทำให้ร่างกายมีสุขภาพดี (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545 : 187)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์เยื่อใย (น้ำหนักสด)	เปอร์เซ็นต์เยื่อใย (น้ำหนักแห้ง)	เปอร์เซ็นต์เยื่อใยเฉลี่ย (น้ำหนักสด)
A	1.20	1.58	1.26
	1.31	1.72	
B	1.27	1.59	1.27
C	1.12	1.39	1.19
	1.26	1.56	
D	1.59	1.70	1.59

6. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ดังแสดงในตารางที่ 14 (ครั้งที่1) พบว่าการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าครั้งที่ 1 ข้าวเม่าพันธุ์ ชุมพรมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.55 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ มีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.72 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเม่าพันธุ์คอหอมมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.46 เปอร์เซ็นต์ ส่วน ข้าวเม่าพันธุ์กข.6 มีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.24 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในครั้งนี้ผลการทดลองข้าวเม่าพันธุ์อีปุมีปริมาณเถ้าที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับข้าวเม่าพันธุ์อื่น ๆ และข้าวเม่าพันธุ์ที่มีเถ้าน้อยที่สุดคือข้าวเม่า พันธุ์กข.6

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ดังแสดงในตารางที่ 14 (ครั้งที่2) พบว่าการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าครั้งที่ 2 ข้าวเม่าพันธุ์ ชุมพรมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.37 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเม่าพันธุ์อีปุมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.52 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเม่าพันธุ์คอหอมมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.41 เปอร์เซ็นต์ ส่วน ข้าวเม่าพันธุ์กข.6 มีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในครั้งนี้ผลการทดลองข้าวเม่าพันธุ์อีปุมีปริมาณเถ้าที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับข้าวเม่าพันธุ์อื่น ๆ และข้าวเม่าพันธุ์ที่มีเถ้าน้อยที่สุดคือข้าวเม่า พันธุ์กข.6

จากการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า ทั้ง 2 ครั้งพบว่าการทดลองครั้งที่ 1 ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ มีปริมาณเถ้า คือ 1.72 เปอร์เซ็นต์รองลงมาข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร ส่วนการทดลองครั้งที่ 2 ผลปรากฏว่า ข้าวเม่าพันธุ์อีปุมีปริมาณเถ้าสูงสุดคือ 1.52 รองลงมา คือ ข้าวเม่าพันธุ์คอหอมมีปริมาณเถ้าคือ1.41 เปอร์เซ็นต์จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าทั้ง 2 ครั้ง ข้าวเม่าพันธุ์อีปุจะมีปริมาณเถ้ามากกว่าสายพันธุ์อื่นทั้ง 2 ครั้ง ซึ่งเมื่อนำข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์มาเปรียบเทียบกับข้าวกล้องนั้น ข้าวกล้องมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.0 — 1.5 เปอร์เซ็นต์ สารอาหารข้าวกล้อง และข้าวสารดังแสดงในตารางผนวกที่ 2 (นิรนาม . 2548) ผลปรากฏว่า ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ นั้นมีปริมาณเถ้า มากกว่า ข้าวกล้อง แต่มีข้าวเม่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ชุมพร พันธุ์ดอหอม และพันธุ์กข.6 ที่มีปริมาณเถ้าที่อยู่ในระดับเดียวกันกับข้าวกล้อง อีกทั้งปริมาณเถ้ายังเป็นดัชนีชี้วัดปริมาณแร่ธาตุทั้งหมดซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ที่พบในอาหารแต่มีน้อยกว่าสารอาหารอื่นมาก และนอกจากนี้ปริมาณเถ้าสามารถใช้เป็นเครื่องชี้คุณภาพของอาหารบางชนิดได้ อาหารบางชนิดที่มีปริมาณเถ้ามากไป อาจเนื่องมาจากอาหารนั้นถูกปลอมปน เช่น อาหารพวกเครื่องเทศ เจลาติน น้ำตาลทราย และแป้ง (จินตนา บุนนาค, 2546 : 42)

ตารางที่ 14 (ครั้งที่ 1) ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์เถ้า (น้ำหนักสด)	เปอร์เซ็นต์เถ้า (น้ำหนักแห้ง)	เปอร์เซ็นต์เถ้าเฉลี่ย (น้ำหนักสด)
A	1.56	2.05	1.55
	1.54	2.01	
B	1.76	2.21	1.72
	1.67	2.09	
C	1.48	1.84	1.46
	1.44	1.78	
D	1.24	1.32	1.24

ตารางที่ 14 (ครั้งที่ 2) ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์เถ้า (น้ำหนักสด)	เปอร์เซ็นต์เถ้า (น้ำหนักแห้ง)	เปอร์เซ็นต์เถ้าเฉลี่ย (น้ำหนักสด)
A	1.37	1.80	1.37
B	1.52	1.91	1.52
	1.51	1.89	
C	1.41	1.75	1.41
D	1.10	1.17	1.12
	1.13	1.21	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 15 (ครั้งที่ 1) พบว่าการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมครั้งที่ 1 ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 0.24 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 0.29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมมากกว่าพันธุ์ชุมพร ข้าวเม่าพันธุ์ดอหอมมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมมากกว่าพันธุ์อีปุ และ พันธุ์ชุมพร ส่วน ข้าวเม่าพันธุ์กข.6 มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 0.49 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ แคลเซียมสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสายพันธุ์อื่น ๆ

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 15 (ครั้งที่ 2) พบว่าการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมครั้งที่ 2 ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 0.32 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเม่าพันธุ์อีปุมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 0.36 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเม่าพันธุ์ดอหอม มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งข้าวเม่าพันธุ์ดอหอมมีปริมาณแคลเซียมที่น้อยที่สุด ส่วนข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรและพันธุ์อีปุ มีปริมาณแคลเซียมที่ใกล้เคียงกัน คือ 0.32 และ 0.36 ตามลำดับส่วนข้าวเม่าพันธุ์กข.6 ผลปรากฏว่ามีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 0.45 ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมที่สูงที่สุด

จากการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 พบว่า ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรและพันธุ์อีปุ มีปริมาณแคลเซียมแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งจะเห็นได้จากตารางที่ 9 ครั้งที่ 1 และตารางที่ 9 ครั้งที่ 2 ส่วนข้าวเม่า พันธุ์ดอหอม และ พันธุ์กข.6 มีปริมาณแคลเซียมที่ใกล้เคียงกัน และพันธุ์กข.6 มีปริมาณแคลเซียมที่สูงที่สุดทั้ง 2 ครั้งการทดลอง ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณแคลเซียมของจมูกข้าว 1 กิโลกรัม นั้น จมูกข้าวจะมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 0.01 เปอร์เซ็นต์ สารอาหารในจมูกข้าว 1 กิโลกรัมดังแสดงในตารางผนวกที่ 3 (นิรนาม . 2548) พบว่าข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์จะมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าจมูกข้าวในสัดส่วน 1 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 0.24 0.29 0.30 0.49 0.32 0.36 0.27 และ0.45 ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมดังกล่าวที่มีในอาหารเป็นสารที่จำเป็นต่อร่างกายที่ต้องได้รับ เพื่อความเป็นปกติสุขของร่างกาย เนื่องจากเป็นองค์ประกอบสำคัญของสารที่เสริมสร้าง และส่งเสริมการทำงานของกระบวนการ เมตาบอลิซึมของร่างกาย ซึ่งแคลเซียม เป็นแร่ธาตุที่รางกายต้องการในปริมาณมาก นอกจากนี้หากร่างกายขาดแคลเซียมทำให้การเจริญเติบโตของเด็กช้าลง ฟันไม่แข็งแรงมีโรคเกี่ยวกับกระดูก และไขข้อผิดปกติ (คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2541 : 503) เพราะฉะนั้นจึงเป็นผลดีที่ข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์มีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าในจมูกข้าว ดังนั้นจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเลือกบริโภคเพื่อเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 (ครั้งที่1) ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	ปริมาตรโปตัสเซียมแมงกาเนตที่ใช้	เปอร์เซ็นต์แคลเซียม	เปอร์เซ็นต์แคลเซียมเฉลี่ย
A	0.99	0.25	0.24
	0.90	0.22	
B	1.10	0.28	0.29
	1.15	0.29	
C	1.30	0.33	0.30
	1.05	0.26	
D	1.95	0.49	0.49

ตารางที่ 15 (ครั้งที่2) ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	ปริมาตรโปตัสเซียมแมงกาเนตที่ใช้	เปอร์เซ็นต์แคลเซียม	เปอร์เซ็นต์แคลเซียมเฉลี่ย
A	1.30	0.32	0.32
B	1.30	0.32	0.36
	1.55	0.39	
C	1.10	0.27	0.27
D	1.70	0.42	0.45
	1.90	0.47	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ลักษณะทางกายภาพของข้าวเม่า ทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ได้ทำการทดลองพบว่าข้าวเม่าสายพันธุ์ชุมพร มีลักษณะเมล็ดที่แบนยาวรี สีออกสีเขียวอ่อน และ มีกลิ่นหอม สายพันธุ์อีปุ มีลักษณะแบนยาวเรียว สีเขียวอ่อน มีกลิ่นหอม มากกว่าข้าวเม่าสายพันธุ์ชุมพร ส่วนข้าวเม่าสายพันธุ์คอหอม มีลักษณะเมล็ดแบน ยาวเรียว สีเขียวมีกลิ่นหอม สายพันธุ์กข.6 มีลักษณะเมล็ด แบนเล็กน้อย ยาวรี มีสีเขียวแก่ มีกลิ่นหอมน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์อื่น ๆ

2. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในข้าวเม่าที่ยังไม่ผ่านกระบวนการแปรรูป จากการทดลองจะเห็นได้ว่าข้าวเม่าที่เก็บมาสด ๆ แล้วนำมาหาปริมาณความชื้น จะมีปริมาณความชื้นที่มาก คือ 39.35 เปอร์เซ็นต์ และมีเชื้อราเกิดขึ้นบนเมล็ดข้าวเม่า ส่วนข้าวเม่าที่นำไปตากแดดแล้วนำมาหาปริมาณความชื้น ยังมีความชื้นอยู่มากคือ 36.58 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณความชื้น ยังน้อยกว่าที่เก็บสด ๆ อาจเป็นเพราะนำข้าวเม่าไปตากแดด ความร้อนจากแสงแดดอาจดูดปริมาณน้ำที่อยู่ในตัวข้าวเม่าออกไป เล็กน้อยแต่ก็ยังพบเชื้อราเกิดขึ้นบนเมล็ดของข้าวเม่า ส่วนเมล็ดข้าวเม่าที่ผ่านการอบจะมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดคือ 13.48 เปอร์เซ็นต์ เพราะการที่นำข้าวเม่าไปอบในตู้ความร้อนจากตู้อบจะดูดปริมาณน้ำในเมล็ดของข้าวเม่าออกไปจนหมด จึงทำให้ความชื้นที่เหลืออยู่ ในเมล็ด ข้าวเม่าน้อยมาก และไม่มีเชื้อราเกิดขึ้น

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร พันธุ์อีปุ พันธุ์คอหอม และพันธุ์กข.6 มีปริมาณความชื้นที่แตกต่างกัน พันธุ์ชุมพรจะมีปริมาณความชื้นมากที่สุด คือ 23.96 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวเม่าพันธุ์กข.6 มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดคือ 6.31 เปอร์เซ็นต์ เพราะข้าวเม่าพันธุ์กข.6 ได้ผ่านการอบมาแล้ว จึงทำให้ความชื้นหลงเหลืออยู่น้อย

3. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์พบว่าข้าวเม่าสายพันธุ์ชุมพร มีปริมาณไขมันมากที่สุดคือ 1.88 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือข้าวเม่าพันธุ์คอหอม และพันธุ์อีปุ คือ 1.51 และ1.48 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้าวกล้องพบว่ามีแต่ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรเท่านั้นที่มีปริมาณไขมัน อยู่ในระดับเดียวกันกับข้าวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุดคือ 5.47 เปอร์เซ็นต์ และข้าวเม่า พันธุ์ อีปุ พันธุ์ดอหอม และพันธุ์กข.6 มีปริมาณโปรตีนคือ 6.50 6.56 และ6.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5. การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย ในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่ามีปริมาณเยื่อใยที่แตกต่างกันไปซึ่งผลปรากฏว่า ข้าวเม่าพันธุ์กข.6 มีปริมาณเยื่อใยสูงสุดคือ 1.59 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ พันธุ์ชุมพร และพันธุ์ดอหอมคือ 1.27 1.26 และ1.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณเยื่อใยของข้าวกล้องพบว่าข้าวกล้องจะมีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 0.6-1.0 เปอร์เซ็นต์ และข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ มีปริมาณเยื่อใยมากกว่าข้าวกล้อง

6. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ มีเปอร์เซ็นต์เถ้าสูงสุด คือ 1.72 และ 1.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากการนำข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ มาเปรียบเทียบกับข้าวกล้องนั้น ข้าวกล้อง จะมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.0 - 1.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวเม่าพันธุ์กข.6 พันธุ์ชุมพร และพันธุ์ดอหอม มีปริมาณเถ้าคือ 1.12-1.24 1.37-1.55 และ1.41-1.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับข้าวกล้อง

7. การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่าข้าวเม่าพันธุ์กข.6 มีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 0.49 และ 0.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือ ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร พันธุ์ดอหอม และพันธุ์อีปุ มีปริมาณแคลเซียมคือ 0.24-0.32 0.30-0.27 และ0.29-0.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และเมื่อนำผลการทดลองของทั้ง 2 ครั้งมาเปรียบเทียบกับปริมาณแคลเซียมของจมูกข้าว 1 กิโลกรัม นั้นจมูกข้าวจะมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์จะมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าจมูกข้าวในสัดส่วน 1 กิโลกรัม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการจะต้องศึกษาข้อมูลต่าง ๆ และวิธีการในการวิเคราะห์ และวิธีการใช้สารเคมีต่าง ๆ โดยละเอียด ทั้งนี้เพื่อป้องกัน และหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้อุปกรณ์ และสารเคมีที่อันตราย และทำให้ผลการทดลองออกมามีความถูกต้องแม่นยำที่สุด

2. ในการเก็บตัวอย่างควรเก็บในภาชนะที่มิดชิด เพื่อป้องกันการทำลายของเชื้อจุลินทรีย์

3. ในการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ควรล้างให้สะอาดและอบให้แห้ง เพื่อที่จะได้ไม่มีการปนเปื้อนลงไปในตัวอย่างที่ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในขั้นตอนการวิเคราะห์ไขมันควรทำอย่างระมัดระวัง คือ เวลาที่ทำการวิเคราะห์ต้องไม่ให้มือไปสัมผัสกับบีกเกอร์ที่เราทำการสกัดไขมันเพราะจะทำให้ค่าที่ได้ผิดพลาด

5. ในขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน หากเติมกรดบอริคในขวดรูปชมพู่ เวลาเข้าเครื่องสกัดโปรตีน เมื่อเครื่องสกัดโปรตีนสกัด เหลือเวลา 0.02 นาที ให้ดึงขวดรูปชมพู่ออก ถ้าไม่ดึงออกเครื่องจะดูดกรดบอริคในขวดรูปชมพู่ออกหมด

6. ในขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย ก่อนที่จะถ่ายน้ำออกจะต้องปิด Heating ก่อนถ้าไม่ปิดจะทำให้เครื่องเกิดระเบิดได้

7. ในขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ควรจะใช้ดินสอเขียนบน Crucible เพราะดินสอจะมีสารคาร์บอนที่จะทำให้ทนความร้อนได้ดี และไม่ลบเวลาที่ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

8. ในการชั่งตัวอย่างควรทำด้วยความรอบคอบและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอาหาร. 2541. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 503 น.

จินตนา บุนนาค. 2546. คู่มือปฏิบัติการวิชาเคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดระบัง. 42 น.

ชัยฤกษ์ ดิษยบุตร. 2548. ข้าว. แหล่งที่มา : http://www.nstda.or.th/rural/html/rice.html, 31 ตุลาคม 2548.

ทศรฐ อินแปลง. 2544. การผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋องเสริมโภชนาการ. แหล่งที่มา : www.rb.ac.th/org/research/rajabhat/ripw/20102.htm, 31 ตุลาคม 2548.

นิรนาม. 2548. ข้าวกล้อง. แหล่งที่มา : http://www.silvergreenshop.com/info/rice/rice_brown.html, 31 ตุลาคม 2548.

_____. 2548. จมูกข้าว. แหล่งที่มา : http://www.silvergreenshop.com/info/rice/rice_germ.htm 31 ตุลาคม 2548.

_____. 2548. "มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน". ข้าวเม่า. แหล่งที่มา : http://www.tisi.go.th/otop/pdt_file/tcps741_48.pdt, 24 พฤษจิกายน 2548.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.504 น.

ประดิษฐ มีสุข. 2530. เคมีอินทรีย์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 165-168 น.

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2539. เทคนิคทางเคมี. กรุงเทพฯ : ประกายพรึก. 154 น.

ลักขณา รุจนะไกรการนต์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2533. หลักการวิเคราะห์อาหาร. เชียงใหม่ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 270 น.

วันเพ็ญ จิตรเจริญ. 2541. บทปฏิบัติการเคมีอาหาร. ลำปาง : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตลำปาง. 118 น.

_____.2541. หลักการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพอาหาร. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตลำปาง. 109 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์. 211 น.

ศิวพร สีหาแสน และสุธาดา แก้วทิศ. 2548. ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 62 น.

สุภชัย ใช้เทียมวงศ์. 2534. ปฏิบัติเคมีปริมาณวิเคราะห์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรมมหาวิทยาลัย. 104-121 น.

สุรางค์ อนุกูล. 2538. ปฏิบัติการเคมีคุณภาพวิเคราะห์.พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรมมหาวิทยาลัย. 279 น.

Suzanne, S. Nieisen. 1994. Introduction to Chemical Analysis of Foods. Jones and Bartlett Publishers Inc. 530 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ข้าวเม่า

1 ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมข้าวเม่าที่ทำให้แห้งแล้วและบรรจุในภาชนะบรรจุ

2 บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้มีดังต่อไปนี้

2.1 ข้าวเม่า หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเปลือกมาทำความสะอาด อาจผสมน้ำคั้นจากพืช เช่น น้ำคั้นใบเตย น้ำคั้นดอกอัญชัน หรือสีผสมอาหาร เพื่อให้มีสีและกลิ่นตามต้องการ คั่วให้สุกแล้วตำให้แบน แยกเอาแกลบออก ทำให้แห้ง

3 คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องแบน แห้ง อาจมีเศษแกลบหรือเมล็ดที่เกาะติดกันได้บ้างเล็กน้อย

3.2 สี

ต้องมีสีตามธรรมชาติของข้าวเม่า

3.3 กลิ่น

ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเม่า ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วอเตอร์แอกทิวิตี

ต้องไม่เกิน 0.6

หมายเหตุ วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาอาหาร และ เป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์

3.6 วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้สีผสมอาหาร ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.7 จุลินทรีย์

3.7.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^{3} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.2 รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4 สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำข้าวเม่า ให้เป็นไปตามคำแนะนำสุขลักษณะ

5 การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุข้าวเม่าในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของข้าวเม่าในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6 เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุข้าวเม่าทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

1 ชื่อผลิตภัณฑ์

2 ส่วนประกอบที่สำคัญ

3 ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร

4 น้ำหนักสุทธิ

5 วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)"

6 ข้อแนะนำในการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ข้าวเม่าที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ใช้ชักตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างเป็นไปตามข้อ 3.4 ข้อ 5 และข้อ 6 จึงจะถือว่าข้าวเม่ารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่น ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.3 จึงจะถือว่าข้าวเม่ารุ่นนั้นเป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตีและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีการสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 และข้อ 3.6 จึงจะถือว่าข้าวเม่ารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 200 กรัมกรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากสุ่มเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่าข้าวเม่ารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างข้าวเม่าต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าข้าวเม่ารุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8 การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่น

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบข้าวเม่าอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างข้าวเม่าลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางผนวกที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องแบน แห้ง อาจมีเศษแกลบหรือเมล็ดที่เกาะติดกันได้บ้าง	4	3	2	1
สี	ต้องสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเม่า	4	3	2	1
กลิ่น	ต้องมีกลิ่นที่ดีธรรมชาติของข้าวเม่า ปราศจากกลิ่นอื่นไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ถาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี ให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ (25±2)องศาเซลเซียส

8.4 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบจุลินทรีย์ ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.6 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุขลักษณะ

1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงานโดย

1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศอย่างเหมาะสม

2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

2.2 เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

3 การควบคุมกระบวนการทำ

3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

4.2 มีวิธีป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ให้ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

4.4 สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการจะเกิดขึ้นได้ ต้องได้รับความร่วมมือจากผู้ทดลองทุกคน ช่วยกันป้องกันอันตรายและอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น การที่จะทำเช่นนี้ได้ผู้ทดลองจะต้องมีความรู้ความเข้าใจต่อการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการเป็นพื้นฐาน เช่น รู้ระเบียบข้อบังคับหรือข้อแนะนำในการเข้าห้องปฏิบัติการและต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด รู้ถึงอันตรายที่แอบแฝงอยู่ในสารเคมี ไม่ทำงานด้วยความประมาทเลินเล่อขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อย ฯลฯ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีความสำคัญมากที่ผู้ทดลองต้องศึกษาให้มีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งก่อนที่จะปฏิบัติการทดลอง

ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

1 ต้องระลึกอยู่เสมอว่า ห้องปฏิบัติการทดลองเป็นสถานที่ทำงาน ต้องทำการทดลองด้วยความตั้งใจอย่างจริงจัง

2 ต้องรักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการ เพราะการทดลองจะผิดพลาดได้ง่ายถ้าบนโต๊ะปฏิบัติการไม่มีระเบียบ เช่น อาจหยิบหลอดทดลองผิด หรือในกรณีที่ทำสารหกจะต้องรีบทำความสะอาดทันที เครื่องแก้วหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแล้วต้องล้างให้สะอาดแล้วเก็บเข้าตู้ เมื่อไม่ต้องการใช้ทดลองอีก นอกจากนี้การรักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการยังสามารถช่วยลดอุบัติเหตุและยังเป็นการช่วยประหยัดเวลาในการค้นหาสิ่งของที่ต้องการอีกด้วย

3 ต้องอ่านคู่มือปฏิบัติการทดลองก่อนที่จะปฏิบัติการทดลองนั้น ๆ และพยายามทำความเข้าใจถึงขั้นตอนการทดลองให้แจ่มแจ้ง หากมีความสงสัยในตอนใด จะต้องถามอาจารย์ผู้ควบคุมเสียก่อน ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลอง

4 ต้องไม่ทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากการทดลองที่มีไว้ในคู่มือปฏิบัติการหรือที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้ควบคุมเท่านั้น แต่ถ้าต้องการทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากคู่มือหรือที่อาจารย์มอบหมาย จะต้องได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุมเสียก่อน

5 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการทดลองต้องสะอาด ความสกปรกเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การทดลองผิดพลาด หรือคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 อุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่น ๆ เช่น สามขา ที่ยึดสายยาง ฯลฯ ที่นำมาใช้ในการทดลองนั้น ๆ จะต้องนำไปเก็บไว้ที่เดิมหลังจากการเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว

7 ควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการตามเวลาที่กำหนดให้เท่านั้น ไม่ควรทำงานในห้องปฏิบัติการเพียงคนเดียว เพราะเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นจะไม่มีใครทราบและไม่อาจช่วยได้ทันท่วงที

8 เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินจากขวดใส่ลงในบีกเกอร์ก่อน โดยรินออกมาประมาณจำนวนที่ต้องการใช้ อย่ารินออกมากเกินไปเพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้วนี้เหลือให้เทส่วนที่เหลือนี้ลงในอ่าง อย่าเทกลับลงในขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปะปนกัน

9 ถ้ากรดหรือด่างหรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้าต้องรีบล้างออกด้วยน้ำทันทีเพราะมีสารเคมีหลายชนิดซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้อย่างรวดเร็ว และเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

10 อย่าทดลองชิมสารเคมีหรือสารละลาย เพราะสารเคมีส่วนมากเป็นพิษอาจเกิดอันตรายได้นอกเสียจากได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ชิมได้

11 อย่าใช้มือหยิบสารเคมีใด ๆ เป็นอันขาดและพยายามไม่ให้ส่วนอื่น ๆ ของร่างกายถูกสารเคมีเหล่านี้ด้วย นอกเสียจากจะได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ปฏิบัติ

12 อย่าเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นใด ๆ แต่ค่อย ๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ พร้อมกับกวนตลอดเวลา

13 เมื่อต้องการจะดมกลิ่นสารเคมี อย่านำสารเคมีมาดมโดยตรง ควรใช้มือพัดกลิ่นสารเคมีนั้นเข้าจมูกเพียงเล็กน้อย (อย่าสูดแรง ๆ) โดยถือหลอกที่ใส่สารเคมีไว้ห่าง ๆ

14 ออกไซด์ ของธาตุบางชนิดเป็นก๊าซพิษ เช่น ออกไซด์ของกำมะถัน ไนโตรเจนและก๊าซแฮโลเจน ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก็เป็นสารพิษเช่นเดียวกัน การทดลองใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเหล่านี้ควรทำในตู้ดูดควัน

15 อย่าทิ้งของแข็งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการ เช่นไม้ขีดไฟหรือกระดาษกรองที่ใช้แล้ว ฯลฯ ลงในอ่างน้ำเป็นอันขาด ควรทิ้งในถังขยะที่จัดไว้ให้

16 อย่านำแก้วอ่อน เช่น กระบอกตวง กรวยแยก ไปให้ความร้อน เพราะจะทำให้ละลายใช้การไม่ได้

17 อย่านำบีกเกอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมาใช้ตักน้ำดื่ม ถึงแม้ว่าจะดูสะอาดก็ตาม เพราะอาจมีสารเคมีตกค้างอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18 หลังการทดลองแต่ละครั้งต้องล้างมือให้สะอาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนกินอาหาร เพราะในขณะทำการทดลองอาจมีสารเคมีที่เป็นอันตรายติดอยู่ก็ได้

19 ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ เพราะการสูบบุหรี่อาจทำให้สารที่ติดไฟง่ายติดไฟได้ หรืออาจทำให้อนุภาคของสารเคมีที่ระเหยกลายเป็นไอถูกเผาผลาญในขณะสูบบุหรี่ แล้วถูกดูดเข้าไปในปอด

20 อย่ากินอาหารในห้องปฏิบัติการ เพราะอาจมีสารเคมีปะปนกับอาหารที่รับประทานเข้าไป เช่น อาจอยู่ในภาชนะที่ใส่อาหาร ภาชนะที่ใส่น้ำสำหรับดื่มหรือที่มือของท่าน ซึ่งสารเคมีบางชนิดมีพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

21 เมื่อเสื้อผ้าที่สวมอยู่ติดไฟ อย่าวิ่งต้องพยายามดับไฟก่อนโดยนอนกลิ้งลงบนพื้น แล้วบอกให้เพื่อน ๆ ช่วยโดยใช้ผ้าหนา ๆ คลุมรอบตัวหรือใช้ผ้าเช็ดตัวที่เปียกคลุมบนเปลวไฟให้ดับก็ได้

22 เมื่อเกิดไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการ จะต้องรีบดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมด และนำสารที่ติดไฟง่ายออกไปให้ห่างจากไฟมากที่สุด ซึ่งผู้ปฏิบัติการทดลองทุกคนควรจะต้องรู้แหล่งที่เก็บเครื่องดับเพลิงและรู้จักวิธีใช้ ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการนำมาใช้ได้ทันท่วงที

23 หากผู้ทดลองเกิดอุบัติเหตุในขณะทำการทดลอง ต้องรายงานอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้งต่ออาจารย์ผู้ควบคุม ไม่ว่าจะเกิดมากหรือน้อยเพียงใดก็ตาม

24 ก่อนนำเอกสารละลายในขวดไปใช้ จะต้องดูชื่อสารบนฉลากติดขวดสารละลายอย่างน้อยสองครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าใช้สารที่ต้องการไม่ผิด

25 เมื่อจะใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายหรือสารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาหรือสารที่มีกลิ่นเหม็น เช่น เบนโซอิลคลอไรด์ ฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ โบรมีน ฯลฯ จะต้องทำในตู้ดูดควัน

26 ภาชนะแก้วที่ร้อนจะดูคล้ายกับภาชนะแก้วที่เย็น ดังนั้นควรให้เวลานานพอสมควรในการให้ภาชนะแก้วที่ร้อนเย็นลง

27 น้ำที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเคมีจะต้องใช้น้ำกลั่นทุกครั้ง แต่อย่าใช้ฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็น เช่น ใช้ล้างอุปกรณ์ เป็นต้น เพราะกว่าจะกลั่นได้ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก

28 ขณะต้มสารละลายหรือให้สารทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลอง จะต้องหันปากหลอดทดลองห่างจากตัวเองและห่างจากคนอื่นๆ ด้วย

29 การทดลองใดๆ ที่ทำให้เกิดสุญญากาศ ภาชนะที่ใช้จะต้องหนาพอที่จะต้องทนต่อความดันภายนอกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 ขวดบรรจุสารละลายหรืออุปกรณ์อื่นใดที่มีตัวทำละลายอินทรีย์บรรจุอยู่ อย่าใช้จุกยางปิดปากขวดเป็นอันขาด เพราะตัวทำละลายอินทรีย์กัดยางได้ทำให้สารละลายสกปรก และจะเอาจุกยางออกจากขวดได้ยากเพราะจุกส่วนข้างล่างบวม

31 อย่าทิ้งโลหะโซเดียมที่เหลือจากการทดลองลงในอ่างน้ำ เพราะจะเกิดปฏิกิริยากับน้ำอย่างงรุนแรงจะต้องทำลายด้วยแอลกอฮอล์เสียก่อน แล้วจึงเททิ้งลงในอ่างน้ำ

32 เมื่อการทดลองใดใช้สารที่เป็นอันตรายหรือจะเป็นการทดลองที่อาจระเบิดได้ ผู้ทดลองควรสวมแว่นตานิรภัยเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น

33 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ต้องทำความสะอาดพื้นโต๊ะปฏิบัติการ ตรวจของในตู้และใส่กุญแจให้เรียบร้อย แล้วล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

34 พึงระลึกอยู่เสมอว่า ต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวังมากที่สุด ความประมาทเลินเล่ออาจทำให้เกิดอันตรายต่อตัวเองได้

ข้อควรปฏิบัติเมื่อสารเคมีหก

เมื่อสารเคมีหกอาจเกิดอันตรายได้หากไม่ระมัดระวังให้ดี ทั้งนี้เพราะสารเคมีบางชนิดเป็นพิษต่อร่างกายเมื่อถูกกับผิวหนังหรือสูดดม บางชนิดติดไฟได้ง่าย ดังนั้นเมื่อสารเคมีหกจะต้องรีบเก็บกวาดให้เรียบร้อยทันทีข้อปฏิบัติเมื่อสารเคมีแต่ละชนิดหก

1 สารที่เป็นของแข็ง เมื่อสารเคมีที่เป็นของแข็งหก ควรใช้แปรงกวาดรวมกันใส่ในช้อนตักหรือกระดาษแข็งก่อน แล้วจึงนำไปใส่ในภาชนะ

2 สารละลายที่เป็นกรด เมื่อกรดหกจะต้องรีบทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นก่อนแล้วโรยโซดาแอส หรือโซเดียมไบคาร์บอเนตหรือเทสารละลายด่างเพื่อทำให้กรดเป็นกลางต่อจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำให้สะอาด

ข้อควรระวัง เมื่อเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นที่หก เช่น กรดกำมะถันเข้มข้น จะมีความร้อนเกิดขึ้นมากและกรดอาจจะกระเด็นออกมา จึงควรค่อยๆ เทน้ำลงไปมากๆ เพื่อให้กรดเจือจางและความร้อนที่เกิดขึ้นรวมทั้งการกระเด็นจะน้อยลง

3 สารละลายที่เป็นด่าง เมื่อสารเคมีที่เป็นด่างหกจะต้องเทน้ำลงไปเพื่อลดความเข้มข้นของด่างแล้วเช็ดให้แห้ง โดยใช้ไม้ที่มีปุยผูกที่ปลายสำหรับซับน้ำบนพื้น พยายามอย่าให้กระเด็นขณะเช็ด เนื่องจากสารละลายด่างจะทำให้พื้นลื่น เมื่อล้างด้วยน้ำหลายๆ ครั้งแล้วยังไม่หายควรใช้ทรายโรยบริเวณที่ด่างหกแล้วเก็บกวาดทรายออกไป จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 สารที่ระเหยง่าย เมื่อสารเคมีที่ระเหยง่ายหกจะระเหยกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว บางชนิดติดไฟได้ง่าย บางชนิดเป็นอันตรายต่อผิวหนังและปอด การทำความสะอาดสารที่ระเหยง่ายทำได้ดังนี้

4.1 ถ้าสารที่หกมีปริมาณน้อย ใช้ผ้าขี้ริ้วหรือเศษผ้าเช็ดถูออก

4.2 ถ้าสารที่หกนั้นมีปริมาณมาก ทำให้แห้งโดยใช้ไม้ที่มีปุยผูกที่ปลายสำหรับเช็ดถู เมื่อเช็ดแล้วก็นำมาใส่ถังเก็บและสามารถนำไปใช้อีกได้ตามต้องการ

5 สารที่เป็นน้ำมัน สารพวกนี้เช็ดออกได้โดยใช้น้ำมากๆ เมื่อเช็ดออกแล้วพื้นบริเวณที่สารหกจะลื่นจึงต้องล้างด้วยผงซักฟอกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้สารติดอยู่ออกไปให้หมด

6 สารปรอท เนื่องจากสารปรอท ไม่ว่าจะอยู่ในรูปใดล้วนเป็นอันตราย ทำให้มีอาการทางประสาท เช่น กล้ามเนื้อเต้น มึนงง ความจำเสื่อม ถ้าได้รับเข้าไปมากๆ อาจทำให้แขนขาพิการหรือถึงตายได้ ดังนั้นการทดลองใดที่เกี่ยวข้องกับสารปรอทต้องใช้ความระมัดระวังให้มาก ในกรณีที่สารปรอทหกวิธีการที่ถูกต้องควรปฏิบัติดังนี้

6.1 กวาดสารปรอทมากองรวมกัน

6.2 เก็บสารปรอทโดยใช้เครื่องดูด

6.3 ถ้าพื้นที่สารปรอทหกมีรอยแตกหรือร้าว จะมีสารปรอทเข้าไปอยู่ข้างในจึงไม่สามารถเก็บปรอทโดยใช้เครื่องดูดดังกล่าวได้ ควรปิดรอยแตกหรือรอยร้าวนั้นด้วยขี้ผึ้งทาพื้นหนาๆ เพื่อกันการระเหยของปรอทหรืออาจใช้ผงกำมะถันพรมลงไป ปรอทจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบซัลไฟด์ แล้วเก็บกวาดอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

สารอาหารของข้าวกล้อง ข้าวสาร จมูกข้าว และข้าวเหนียวกข.6

ตารางผนวกที่ 2 สารอาหารข้าวกล้อง และข้าวสาร (ร้อยละ)

สารอาหารและวิตามิน	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร
โปรตีน	7.1-8.3	6.3-7.1
ไขมัน	1.6-2.8	0.3-0.5
เยื่อใย	0.6-1.0	0.2-0.5
เถ้า	1.0-1.5	0.3-0.8
แป้ง	75.9	76.7-78.4
วิตามิน บี1	2.9-6.1	0.2-1.1
วิตามิน บี2	0.4-1.4	0.2-0.6
วิตามิน บี3	35-53	13-24

ตารางผนวกที่ 3 สารอาหารในจมูกข้าว 1 กิโลกรัม

สารอาหาร	ร้อยละ
คาร์โบไฮเดรต	78.34
โปรตีน	7.60
เถ้า	1.11
ไขมัน	0.65
โปตัสเซียม	0.56
เยื่อใย	0.34
แมกนีเซียม	0.31
ฟอสฟอรัส	0.24
แคลเซียม	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 สารอาหารในข้าวเหนียว กข.6

สารอาหาร	ร้อยละ
ความชื้น	10.31
ไขมัน	0.75
โปรตีน	6.47
เถ้า	0.53
เยื่อใย	0.43
คาร์โบไฮเดรต	81.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้