20409

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ต่อกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก

(Effect of Sodium Hypochlorite on Germinated Brown Rice Processing)

T099564

โดย

นายจีรพงษ์ ดีสม รหัสนักศึกษา 44040784

นางสาวรวีวาร ดวงสุวรรณา รหัสนักศึกษา 44040796

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปค.
ว556ผ
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 99564
วัน เดือน ปี 16 JUN 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ต่อกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก

(Effect of Sodium Hypochlorite on Germinated brown rice Processing)

จัดทำโดย

นายจีรพงษ์	ดีสม	รหัสนักศึกษา	44040784
นางสาววรีวาร	ดวงสุวรรณา	รหัสนักศึกษา	44040796

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 22/มี.ค./48 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ดร.พอใจ ฉามากร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายจีรพงษ์ ดีสม และ นางสาว รวีวาร ดวงสุวรรณา.2548 : ผลของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ต่อกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก (Effect of Sodium Hypochlorite on Germinated Brown Rice Processing) ภาควิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.พอใจ ถามากร

ในการทดลองนี้ เพื่อศึกษาผลของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ในกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก และศึกษาปริมาณสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายในข้าวกล้องงอกเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติ และข้าวขาว จากการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่เหมาะสม คือ มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการแช่นาน 24 ชั่วโมง โดยมีการเปลี่ยนน้ำ 1 ครั้งในชั่วโมงที่ 12 ซึ่งทำให้กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกมีการเปลี่ยนน้ำเพียงครั้งเดียว

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารเยื่อใยและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในข้าวกล้องงอก พบว่า ระยะเวลาที่แช่ข้าวกล้องนานขึ้นจะทำให้ปริมาณสารเยื่อใยมีค่ามากขึ้น แต่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าลดลง โดยข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารเยื่อใยเท่ากับ 1.34 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เท่ากับ 0.101 กรัม/กรัมข้าวกล้องงอก

จีรพงษ์ ดีสม
รวีวาร ดวงสุวรรณา
ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

22 มี.ค. 48
วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลงด้วยดี ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.พอใจ ถามากร ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำชี้แนะต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ นักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ห้องเบิกอุปกรณ์ เจ้าหน้าที่ห้องสมุด และเจ้าหน้าที่ห้องคอมพิวเตอร์ โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกและอุปกรณ์สำหรับการทดลองการทดลอง

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่ๆและเพื่อนๆ คณะอุตสาหกรรมเกษตรรุ่นที่ 21 ที่คอยให้กำลังใจและให้การช่วยเหลือด้านต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

จีรพงษ์ ดีสม

รวีวาร ดวงสุวรรณา

17 มีนาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 ข้าวกล้องและข้าวขาว	2
2.2 องค์ประกอบของเมล็ดข้าวกล้อง	3
2.3 ข้าวกล้องงอก	6
2.4 องค์ประกอบและประโยชน์ของข้าวกล้องงอก	7
2.5 สารโซเดียมไฮโปคลอไรด์	9
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมีและวิธีการทดลอง	10
3.1 วัตถุดิบ	10
3.2 อุปกรณ์	10
3.3 สารเคมี	10
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	10
บทที่ 4 ผลการทดลอง	14
4.1 ศึกษาหาสภาวะการแช่ข้าวกล้องโดยไม่มีการเปลี่ยนน้ำ	14
4.2 ศึกษาหาสภาวะการแช่ข้าวกล้องโดยมีการเปลี่ยนน้ำในเวลาที่เหมาะสม	15
4.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้องงอก	16
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	18
5.1 สรุปผลการทดลอง	18
5.2 ข้อเสนอแนะ	18
เอกสารอ้างอิง	19
ภาคผนวก	20
ภาคผนวก (ก)	20
ภาคผนวก (ข)	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ค) 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารเยื่อใยและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของข้าวขาว ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอก 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของข้าวเปลือก ข้าวกล้องปกติ และข้าวขาว	3
ภาพที่ 2.2 เมล็ดข้าวกล้องงอก	6
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก	11
ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของค่า pH ของน้ำที่ใช้แช่ข้าวกล้องกับระยะเวลา	14
ภาพที่ 1 แสดงสีของสารละลายกลูโคสมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	27
ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (500 นาโนเมตร) กับความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสมาตรฐาน	27
ภาพที่ 3 สารโซเดียมไฮโปคลอไรต์	31
ภาพที่ 4 ข้าวกล้องงอก	31
ภาพที่ 5 ข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้ง	32
ภาพที่ 6 ข้าวกล้องงอกบดหยาบและข้าวกล้องงอกบดละเอียด	32
ภาพที่ 7 ชุดวิเคราะห์ไขมัน	33
ภาพที่ 8 ชุดวิเคราะห์สารเยื่อใย	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มา

ข้าวเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ ประชากรกว่าครึ่งของโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก โดยเฉพาะคนไทยมากกว่าร้อยละ 80 บริโภคข้าวเป็นอาหารหลักโดยบริโภควันละ 3 ครั้ง ในปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่ได้หันมาใส่ใจเรื่องอาหารกับสุขภาพมากขึ้น ข้าวกล้อง (Brown Rice) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความนิยม เนื่องจากข้าวกล้องมีสารอาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกายมากกว่าข้าวขาว เมื่อบริโภคข้าวกล้องแล้วจะทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่มีประโยชน์ ซึ่งข้าวนอกจากจะใช้สำหรับบริโภคเป็นอาหารหลักแล้ว ยังเป็นส่วนประกอบหลักในการทำขนมหวานของขบเคี้ยวของทั้งคนไทยและต่างประเทศด้วย นอกจากนี้ ในประเทศญี่ปุ่นยังมีการนำข้าวกล้องไปวิจัยและพัฒนาเพื่อให้มีสารอาหารที่มีประโยชน์เพิ่มขึ้น เรียกว่า ข้าวกล้องงอก (Germinated Brown Rice) ต่อมาเริ่มเป็นที่รู้จักและได้รับความนิยมอย่างสูงในประเทศญี่ปุ่น เพราะข้าวกล้องงอกมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่าข้าวกล้องปกติ โดยเฉพาะวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ กรดอะมิโนที่จำเป็น สารเยื่อใย และ GABA (Gamma- Aminobutyric Acid) เป็นต้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ในกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก และศึกษาปริมาณสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายในข้าวกล้องงอกเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติ และข้าวขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ข้าวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryzasativa Linn.* วงศ์ *Graminae* ปลูกมากในทวีปเอเชีย โดยเฉพาะประเทศจีน อินเดีย ไทย เวียดนาม ฟิลิปปินส์ โดยธรรมชาติแล้วถ้าพื้นดินมีความอุดมสมบูรณ์และอากาศพอเหมาะ ข้าวจะเจริญงอกงามให้ผลผลิตมาก หากไม่มีโรคและแมลงรบกวน ลักษณะของผลเป็นผลเดี่ยว เมล็ดมีเยื่อหุ้ม (Covered caryopsis) ก่อนจะนำไปบริโภคหรือแปรรูปจะต้องผ่านการนวด (Threshing) หรือขัดสี (Abrasion) เพื่อทำให้เปลือกหุ้มหลุดออกไปเป็นแกลบ (Husk or Hull) เหลือส่วนที่เป็นเอนโดรสเปิร์ม ซึ่งเรียกว่าข้าวกล้อง

ข้าวมีคาร์โบไฮเดรตมาก แต่มีโปรตีนค่อนข้างต่ำ และองค์ประกอบที่มีอยู่ในเมล็ดข้าว จะประกอบด้วยแป้ง 80 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 6.8 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 11 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ สารเยื่อใย 0.2 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 0.5 เปอร์เซ็นต์

2.1 ข้าวกล้องและข้าวขาว

โครงสร้างของข้าวกล้อง หรือเมล็ดข้าวที่เอาเปลือกออกแล้ว ประกอบด้วย

2.1.1 เยื่อหุ้มผล (Pericarp) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้นด้วยกัน คือ เยื่อหุ้มชั้นใน, เยื่อหุ้มชั้นกลาง และเยื่อหุ้มชั้นนอก ในชั้นเยื่อหุ้มผลมีลักษณะเป็นเส้นใย ผนังเซลล์ประกอบด้วย โปรตีน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

2.1.2 เยื่อหุ้มเมล็ด (Tegmen หรือ Seed Coat) อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผลเข้าไป ประกอบด้วยเนื้อเยื่อสองชั้นเรียงกันเป็นแถวเป็นที่อยู่ของสารประเภทไขมัน (Fatty material)

2.1.3 เยื่ออาลูโรน (Aleurone Layer) อยู่ต่อจากเยื่อหุ้มเมล็ด ห่อหุ้มข้าวสาร (Starchy Endosperm) และ คัพภะ (Embryo) ในชั้นนี้จะมีปริมาณของโปรตีนสูง นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วย ไขมัน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

2.1.4 ส่วนที่เป็นแป้ง (Starch Endosperm) หรือส่วนที่เป็นข้าวสาร อยู่ชั้นในสุดของเมล็ด ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่และมีโปรตีนอยู่บ้าง แป้งในเมล็ดข้าวมี 2 ชนิด คือ อะไมโลเพกติน (Amylopectin) ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ของดีกลูโคส (D-glucose) ซึ่งต่อกันเป็นกิ่งก้านสาขา (Branch Chain) และ อะไมโลส (Amylose) ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ (Polymer) ของดีกลูโคส (D-glucose) ที่ต่อกันเป็นเส้นตรง (Linear Chain)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของแป้งทั้ง 2 ชนิด มีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามชนิดข้าว ในข้าวเหนียวจะมีอะไมโลส (Amylose) อยู่ประมาณ 0-2 % ส่วนที่เหลือเป็นอะไมโลโปรตีน (Amylopectin) ข้าวเจ้ามีอะไมโลส (Amylose) มากกว่าคือ ประมาณ 7-33% ของน้ำหนักข้าวสาร

2.1.5 คัพภะ (Embryo) อยู่ติดกับเอนโดรสเปิร์ม (Endosperm) ทางด้านเลมมา (Lemma) เป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้นต่อไป คัพภะประกอบด้วย ต้นอ่อน (Plumule) รากอ่อน (Radicle) เยื่อหุ้มต้นอ่อน (Coleoptile) เยื่อหุ้มรากอ่อน (Coleorhiza) ท่อน้ำท่ออาหาร (Epiblast) และใบเลี้ยง (Scutellum) คัพภะ (Embryo) เป็นส่วนที่มีโปรตีน และไขมันสูง

ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของข้าวเปลือก ข้าวกล้องปกติ และข้าวขาว

สำหรับข้าวขาวนั้น ส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด (Tegmen หรือ Seed Coat) และคัพภะ (Embryo) จะหลุดหายไปบางส่วน

2.2 องค์ประกอบของข้าวกล้อง(ฉรงค์, 2538)

โดยปกติข้าวกล้องจะมีโปรตีนร้อยละ 8 ถ้ามีความชื้นร้อยละ 12 และยังพบไขมัน สารเยื่อใย วิตามิน และเกลือแร่ ปริมาณที่พบแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับพันธุ์และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้เทคนิคการวิเคราะห์มีผลต่อปริมาณที่พบด้วย

2.2.1 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตที่พบในข้าวแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ แป้ง เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลสและน้ำตาลอิสระ

<u>แป้ง</u> มีปริมาณสูงสุดประมาณร้อยละ 90 ของน้ำหนักข้าว โดยมีอะไมเลสร้อยละ 7–33 ของน้ำหนักแห้ง หรือร้อยละ 8-37 ของน้ำหนักแป้ง ส่วนอะไมโลเพคตินจะเป็นส่วนประกอบหลักของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเหนียว ซึ่งส่วนใหญ่แป้งพวกนี้จะมีอะไมโลสร้อยละ 0.8-1.3 ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว เม็ดแป้งจะมีขนาดใกล้เคียงกัน อุณหภูมิแป้งสุกอยู่ระหว่าง 55-79 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวและสิ่งแวดล้อม ข้าวพันธุ์เดียวกันแต่อาจมีอุณหภูมิแป้งสุกต่างกันถึง 10 องศาเซลเซียส ด้วยเหตุนี้ ถ้าใช้อุณหภูมิแป้งสุกเป็นหลัก อาจแบ่งข้าวเป็น 3 กลุ่ม คือ ข้าวหุงสุกง่ายใช้อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า ข้าวหุงสุกได้ยากปานกลาง ใช้อุณหภูมิระหว่าง 70-74 องศาเซลเซียส และข้าวหุงสุกยากใช้อุณหภูมิสูงกว่า 74 องศาเซลเซียส

<u>เฮมิเซลลูโลส</u> เฮมิเซลลูโลสพบมากในรำละเอียด รำข้าวขาวและจมูกข้าว พบเล็กน้อยในข้าวขาว ข้าวกล้องมีเฮมิเซลลูโลสร้อยละ 1.43-2.08 ข้าวขาวมีร้อยละ 0.61-1.09 รำละเอียดมีร้อยละ 8.59-10.90 และรำข้าวขาวมีร้อยละ 3.15-6.01 นอกจากนี้ยังพบเพนโตแซน (Pentosan) ในจมูกข้าวร้อยละ 4.80-7.40 เฮมิเซลลูโลสเหล่านี้พบว่ารำละเอียดและรำข้าวขาวมีประมาณร้อยละ 0.1 ที่ละลายน้ำได้ และร้อยละ 0.1 ที่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนข้าวขาวมีประมาณร้อยละ 0.02 ที่ละลายน้ำได้ร้อยละ 0.1 ที่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนใหญ่เป็นพวกอะราบิโนแซน (Arabinosan) และไซแลน (Xylan)

<u>เซลลูโลส</u> เซลลูโลสที่พบส่วนใหญ่อยู่ในชั้นรำ ปริมาณที่พบร้อยละ 62 อยู่ในชั้นรำละเอียดร้อยละ 4 อยู่ในจมูกข้าว ร้อยละ 7 อยู่ในรำข้าวขาว และร้อยละ 27 อยู่ในข้าวขาว

<u>น้ำตาลอิสระ</u> น้ำตาลอิสระพบมากในจมูกข้าวและเนื้อแป้ง ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครสและมีน้ำตาลแรฟฟีโนส (Raffinose) กลูโคสและฟรักโตสเล็กน้อย ข้าวกล้องมีน้ำตาลอิสระ ร้อยละ 0.83-1.36 และข้าวขาวมีร้อยละ 0.09-0.13 ส่วนจมูกข้าวมีน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugar) ร้อยละ 11.6 และ น้ำตาลนอนรีดิวซ์ (Non - Reducing Sugar) ร้อยละ 9.1

ไฟตินหรือเกลือไมโออินโนซิทอลฟอสเฟต (Myo–Inositol Hexaphosphate) เป็นสารประกอบที่พบมากในบริเวณผิวของเมล็ด มีฟอสฟอรัสร้อยละ 80 ถ้าพบในข้าวกล้อง หรือร้อยละ 40 ถ้าพบในข้าวขาวมาจากสารไฟติน และฟอสฟอรัสร้อยละ 90 ในรำมาจากไฟติน ไฟตินที่พบในข้าวกล้องมีร้อยละ 0.2 ในข้าวขาวมีร้อยละ 0.04-0.06 และในจมูกข้าวมีร้อยละ 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 สารประกอบไนโตรเจน

สารประกอบไนโตรเจนที่พบในข้าวประกอบด้วยโปรตีนและกรดอะมิโนอิสระ โปรตีนเป็นองค์ประกอบที่มีมากเป็นอันดับสองรองจากแป้ง อย่างไรก็ตาม โปรตีนที่อยู่ตามส่วนต่าง ๆ อาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับการขัดรำและปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าว ถ้าข้าวมีโปรตีนสูง การกระจายของโปรตีนสม่ำเสมอมากขึ้น ความแตกต่างของปริมาณโปรตีนในส่วนต่าง ๆ จะน้อยลง โดยปกติแล้ว ปริมาณโปรตีนอาจคำนวณได้จากปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ ปริมาณจะเท่ากับผลคูณของปริมาณไนโตรเจนกับ 5.95 โดยถือว่าโปรตีนจากข้าวมีไนโตรเจนร้อยละ 16.8

เนื่องจากโปรตีนในส่วนต่างๆ ของเมล็ดข้าวมีอยู่ไม่เท่ากัน อัลบูมินและโกลบูลินจะพบว่าในข้าวกล้อง กลูเตลินพบมากทั้งในข้าวกล้องและข้าวขาว แสดงว่าอัลบูมินและโกลบูลินอยู่สูงมากในเยื่อหุ้มเนื้อแป้งและจมูกข้าว ส่วนกลูเตมินมีอยู่มากที่จุดศูนย์กลางของเนื้อแป้ง แป้งข้าวจึงมีโปรตีนกลูเตลินเป็นส่วนใหญ่

จากการศึกษาส่วนประกอบของโปรตีน พบว่าข้าวกล้องมีไลซีน (Lysine) สูงแต่มีกรดกลูตามิก (Glutamic Acid) ต่ำกว่าข้าวขาว อย่างไรก็ตาม ไลซีน (Lysine) ยังคงเป็นกรดอะมิโนตัวจำกัดขั้นต่ำสุด (Limiting Amino Acid) ตามด้วยทรีโอนีน (Threonine) ซึ่งการที่ร่างกายนำเอาทรีโอนีน (Threonine) ไปใช้ได้น้อย เป็นเรื่องที่ยังไม่เข้าใจกันดีนัก เพราะโดยปกติแล้ว ข้าวมีกรดอะมิโนชนิดนี้มากเกินพอ มีผู้ทำการวิจัยพบว่า ร่างกายนำเอากรดอะมิโนไปใช้ในปริมาณต่าง ๆ กัน คือ ไลซีนร้อยละ 70-100 ทรีโอนีนร้อยละ 73-100 เมทไธโอนีนร้อยละ 62-76 ไอโซลิวซีนร้อยละ 71-99 ลิวซีนร้อยละ 75-80 ฟีนิลอะลานีนร้อยละ74-76 และวาลีนร้อยละ 71-100 การเสริมเมทไธโอนีน ทรีโอนีน และทริปโตแฟนลงในข้าวพร้อมกับไลซีนจะทำให้ร่างกายใช้ไนโตรเจนได้มากขึ้น โดยปกติจะใช้ค่า PER เพื่อแสดงปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายนำไปใช้ จากการศึกษาพบว่า ค่า PER ของผลิตภัณฑ์จากข้าวมีดังนี้ ข้าวกล้อง 1.73-7.93 รำละเอียด 1.61-1.92 รำข้าวขาว 1.84-1.88 และจมูกข้าว 2.59

2.2.3 ไขมัน

ในข้าวกล้องมีไขมันร้อยละ 80 อยู่ในรำละเอียดและรำข้าวขาว และประมาณ 1 ใน 3 อยู่ในจมูกข้าว ไขมันมีส่วนประกอบของกรดโอเลอิก (Oleic Acid) กรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid) และกรดปาล์มมิติก (Palmitic Acid) เป็นส่วนใหญ่ มีกรดลอริก (Lauric Acid) และกรดไมริสโทเลอิก (Myristoleic Acid) เล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบสเตียรอลแอลกอฮอล์ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 5 พบขี้ผึ้งร้อยละ 3-9 เป็นพวกเอสเทอร์ของกรดลิกโนคริก (Lignocric Acid) และไมริสโซอิลแอลกอฮอล์ (Myrisoyl Alcohol) เป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 วิตามิน

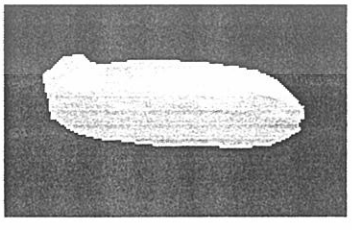
วิตามินส่วนใหญ่พบในส่วนที่เรียกว่า เยื่อหุ้มเมล็ดและจมูกข้าว ไม่พบวิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินดีในข้าวสาร รำละเอียดและรำข้าวขาว พบวิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง และไนอาซิน (Niacin) โดยพบวิตามินบีหนึ่งในรำข้าวร้อยละ 65 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และข้าวขาวร้อยละ 22 วิตามินบีสองในรำละเอียดร้อยละ 39 รำข้าวขาวร้อยละ 8 และข้าวขาวร้อยละ 53 และในรำละเอียดร้อยละ 54 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และข้าวขาวร้อยละ 33

2.2.5 เกลือแร่

เกลือแร่ของข้าวมีปริมาณไม่คงที่ แตกต่างกันไปตามลักษณะของดินที่ใช้ปลูกและวิธีวิเคราะห์ จากการวิเคราะห์เกลือแร่จากส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวก็พบว่า เกลือแร่ร้อยละ 51 อยู่ในรำละเอียดร้อยละ 10 อยู่ในรำข้าวขาวและร้อยละ 28 อยู่ในข้าวขาว แร่ธาตุที่พบมี ฟอสฟอรัส แคลเซียม คลอรีน ซิลิคอน โซเดียมและเหล็ก แร่ธาตุที่พบมากที่สุดคือ แมกนีเซียมและซิลิคอน

2.3 ข้าวกล้องงอก

ข้าวกล้องงอก (Germinated Brown Rice) คือ ข้าวที่ไม่ได้ขัดสี เป็นข้าวที่ผ่านการกระเทาะเอาเปลือกออกเท่านั้น ภายในเมล็ดยังคงมีส่วนของจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ นำมาแช่ในน้ำอุณหภูมิประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22-24 ชั่วโมง จนกระทั่งมีส่วนที่งอก (Germ) ออกมาจากเมล็ดข้าวประมาณ 0.5-1 มิลลิเมตร ซึ่งขณะงอกนั้นภายในเมล็ดข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยเกิดการสร้างสารอาหารต่างๆจากการกระตุ้นของเอนไซม์เพื่อใช้ในการงอก ทำให้เมล็ดข้าวขณะงอกอุดมไปด้วยสารที่มีคุณค่าต่อร่างกาย เช่น กรดอะมิโนต่างๆ สารเยื่อใย และ GABA (Gamma –Aminobutyric Acid) เป็นต้น โดยสารต่างๆเหล่านี้จะเริ่มลดลงเมื่อผ่านช่วงเริ่มต้นของกระบวนการงอกนี้ไป



ภาพที่ 2.2 เมล็ดข้าวกล้องงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 องค์ประกอบและประโยชน์ของข้าวกล้องงอก

2.4.1 กรดอะมิโน (Amino acid)

2.4.1.1 กรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกาย แหล่งที่พบส่วนใหญ่จะพบในอาหาร เช่น ในข้าวกล้องงอกจะพบไลซีนในปริมาณที่มากกว่าข้าวขาว 4 เท่า

2.4.1.2 กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นแก่ร่างกาย ได้แก่ แอสพาราจีน กลูตาเมท อะลานีน และ GABA (Gamma Amino Butyric Acid) เป็นต้น

2.4.2 GABA (Gamma Amino Butyric Acid)

GABA เป็นกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นชนิดหนึ่ง และเป็นกรดอะมิโนที่ทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท นอกจากกลูตาเมท และไกลซีน โดย GABA ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของสารสื่อประสาทชนิดยับยั้งในระบบประสาทส่วนกลาง จะพบได้เกือบทุก ๆ บริเวณในสมอง โดยจะมีอยู่ประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ ของบริเวณช่องว่างทั้งหมดที่เป็นรอยต่อระหว่างเซลล์ประสาท

ข้าวกล้องงอกมีปริมาณ GABA เป็น 10 เท่าของข้าวขาว ช่วยให้ไตทำงานได้ตามปกติ เร่งกระบวนการเผาผลาญพลังงานในสมอง ป้องกันอาการปวดศีรษะ หรือภาวะที่ผนังเส้นเลือดโลหิตหนา และมีความยืดหยุ่นน้อยลงเนื่องจากความเครียด ป้องกันการเกิดความผิดปกติในวัยหมดประจำเดือน

2.4.3 วิตามิน (Vitamin)

วิตามินช่วยให้ร่างกายเผาผลาญอาหารได้ดี ช่วยในการสร้างกระดูกและเนื้อเยื่อ ช่วยในขบวนการเผาผลาญไขมันและคาร์โบไฮเดรตเพื่อให้พลังงานแก่ร่างกาย ร่างกายไม่สามารถสร้างวิตามินได้เอง ต้องรับประทานเข้าไปเท่านั้น วิตามินที่พบมากในรำข้าว และจมูกข้าว ได้แก่

2.4.3.1 วิตามินบีหนึ่ง ในข้าวกล้องงอกมีปริมาณร้อยละ 0.76 ในขณะที่ข้าวขาวมีอยู่ร้อยละ 0.07 ซึ่งวิตามินบีหนึ่งจะช่วยให้ร่างกายย่อยคาร์โบไฮเดรตได้ดีขึ้น มีความสำคัญต่อการทำงานของระบบประสาท หัวใจ และกล้ามเนื้อ ช่วยให้เจริญอาหาร

2.4.3.2 วิตามินบีสาม ในข้าวกล้องงอกมีปริมาณวิตามินบีสาม เป็น 4 เท่าของข้าวขาว ซึ่งจะกระตุ้นการหมุนเวียนของโลหิต และลดระดับคลอเรสเตอรอลในโลหิต ช่วยให้ร่างกายดูดซึมโปรตีน น้ำตาล และไขมัน ลดความดันโลหิต ช่วยบำรุงผิว และช่วยเรื่องการย่อย

2.4.3.3 วิตามินบีหก ในข้าวกล้องงอกมีปริมาณวิตามินบีหก เกือบ 3 เท่าของขาว ซึ่งช่วยในการสร้างกรดอะมิโน ช่วยให้ร่างกายใช้ไขมันและคาร์โบไฮเดรต ช่วยในการสร้างแอนติบอดี รักษาสมดุลของโซเดียมและฟอสฟอรัสในร่างกาย ลดการเกิดตะคริวกล้ามเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.4 วิตามินอี เป็นสารหลักของกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระ ข้าวกล้องงอกมีปริมาณวิตามินอี เป็น 10 เท่าของข้าวขาว ปริมาณวิตามินอีช่วยชะลอความแก่ของเซลล์ ช่วยในการกระจายของออกซิเจนในโลหิต ละลายลิ่มโลหิต ป้องกันการสะสมของแคลเซียมในหลอดโลหิต และป้องกันเซลล์เม็ดโลหิตแดงจากสารพิษ

2.4.4 เกลือแร่ (Mineral)

ร่างกายเราไม่สามารถสร้างเกลือแร่ขึ้นมาเองได้ทั้ง ๆที่เกลือแร่เป็นส่วนประกอบสำคัญของกระดูก กล้ามเนื้อ เลือด ระบบประสาท ฟัน และเนื้ออ่อน เกลือแร่ยังช่วยให้ร่างกายดูดซึมวิตามินไปใช้ได้ดี เกลือแร่ที่พบในรำ และจมูกข้าว ได้แก่

2.4.4.1 แม็กนีเซียม (Magnesium) ในข้าวกล้องงอกมีปริมาณแม็กนีเซียมเป็น 10 เท่าของข้าวขาว ซึ่งช่วยในการรักษาระดับการเต้นของหัวใจให้เป็นปรกติ ช่วยให้ร่างกายใช้แคลเซียมและวิตามินซี ได้ดี เปลี่ยนน้ำตาลเป็นพลังงาน ช่วยในการทำงานของกล้ามเนื้อ

2.4.4.2 เหล็ก (Iron)ในข้าวกล้องงอกมีปริมาณเหล็กเป็น 1.5 เท่าของข้าวขาว ซึ่งเหล็กเป็นส่วนสำคัญของฮีโมโกลบินที่ใช้ในการส่งออกซิเจนจากปอดไปสู่เซลล์ ช่วยให้โลหิตแข็งแรงต่อเชื้อโรค เป็นส่วนสำคัญในการสร้างไมโอโกลบิน ที่ใช้ในการส่งออกซิเจนเข้ากล้ามเนื้อ

2.4.4.3 แคลเซียม (Calcium)ในข้าวกล้องงอกมีปริมาณแคลเซียมเป็น 1.5 เท่าของข้าวขาว ซึ่งช่วยในการสร้างกระดูกและฟัน ควบคุมการเต้นของหัวใจ ช่วยในการนอนหลับ ช่วยส่งสารอาหารไปทั่วร่างกาย รักษาการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ลดความดันโลหิต ทำให้การทำงานของไตเป็นปกติ

2.4.5 สารเยื่อใย (Crude Fiber)

สารเยื่อใย (Crude Fiber) ในข้าวกล้องงอกมีปริมาณสารเยื่อใยเกือบสองเท่าของข้าวขาว เส้นใยเป็นส่วนของอาหารที่ได้จากพืชซึ่งไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ของคนเรา สารที่ประกอบเป็นเส้นใยประเภทที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จากเมล็ดธัญพืช และสารพวกเพคติน ประโยชน์ของสารเยื่อใย อาหารที่มีเยื่อใยสูงจะทำให้รู้สึกอิ่มเร็ว เพราะการย่อยใช้เวลานานกว่า และการดูดซึมก็เป็นไปอย่างช้า ๆ ช่วยให้ไม่อ้วน นอกจากนี้ เส้นใยยังช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระจึงกระตุ้นให้ลำไส้ทำงานได้สะดวก และขับถ่ายคล่อง ป้องกันการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ รวมทั้งยังช่วยดูดซับไขมันและน้ำตาล พร้อมไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอล ป้องกันการสะสมของไขมันในหลอดโลหิต และลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 โพรลีเอนโดเพบติเดส อินฮิบิเตอร์ (Prolyendopeptidase Inhibitor)

โพรลีเอนโดเพบติเดส อินฮิบิเตอร์ (Prolyendopeptidase Inhibitor) ช่วยป้องกันโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer disease)

2.4.7 สารต้านอนุมูลอิสระ (Anti – oxidant)

ในข้าวกล้องงอกจะพบสารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารจำพวก วิตามิน แร่ธาตุ เฟวานอย (Flavanol) หรือเอนไซม์ ที่ช่วยปกป้องร่างกายจากอนุมูลอิสระ ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้เกิดขึ้นจากขบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ออกซิเดชั่น ของโมเลกุลและสารประกอบภายในร่างกาย เช่น ธาตุโลหะหนัก ไขมัน หรืออาหาร และอากาศที่หายใจเข้าไป อนุมูลอิสระเป็นสาเหตุของความแก่และก่อให้เกิดโรคมะเร็ง สารแอนทิออกซิแคน นอกจากจะชะลอความแก่แล้ว ยังมีรายงานว่าสามารถช่วยป้องกันร่างกายจากการเข้าทำลายของเชื้อไวรัสและแบคทีเรียได้

2.5 สารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium Hypochlorite)

สารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium Hypochlorite) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คลอรีนเหลว มีสูตรทางเคมี NaOCl มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 74.44 ลักษณะเป็นของเหลวอ่อน ใสไม่มีสี กลิ่นฉุน ค่า pH = 12 เป็นสารที่ใช้ทำลายเชื่อจุลินทรีย์ในน้ำ ลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ทำให้น้ำสะอาด

2.5.1 ประโยชน์ของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium Hypochlorite)

2.5.1.1 ใช้ในการฆ่าเชื้อและทำความสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรม

2.5.1.2 ใช้เป็นสารฟอกสีในโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษ

2.5.1.3 ใช้ฆ่าเชื้อในสระว่ายน้ำได้

สำหรับกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก จะใช้สารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในข้าวกล้อง โดยแช่ข้าวกล้องในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัตถุดิบ สารเคมี อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 90

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องกระเทาะข้าว
2. เครื่องวัด pH
3. ตู้อบลมร้อน
4. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน
5. เครื่องวิเคราะห์สารเยื่อใย
6. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง

3.3 สารเคมี

1. สารโซเดียมไฮโปคลอไรต์
2. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
3. ฟีนอล

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างข้าวกล้อง

3.4.1.1 การเตรียมข้าวกล้องก่อนกระเทาะเปลือก

ซื้อข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 90 จากชาวนา อ.บ้านค่าย จ.ระยอง นำมาอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิประมาณ 45-50 องศาเซลเซียส วัดหาค่าความชื้นของข้าวเปลือกด้วยเครื่องวัดความชื้น อบข้าวเปลือกจนมีค่าความชื้นต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ นำไปเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.2 การเตรียมข้าวกล้องก่อนการทดลอง

นำข้าวเปลือกที่เตรียมไว้ทำการกระเทาะเอาเปลือกออกโดยใช้เครื่องกระเทาะข้าว จะได้เป็นเมล็ดข้าวกล้อง แล้วจึงทำการคัดแยกเมล็ดข้าวกล้องโดยคัดเอาเฉพาะเมล็ดที่มีจมูกข้าวและเมล็ดที่สมบูรณ์ นำเมล็ดข้าวกล้องที่คัดแยกได้บรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึก เก็บรักษาไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 10-13 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำมาทดลองต่อไป

3.4.2 การศึกษาหาสภาวะการแช่ข้าวกล้องที่เหมาะสม

ในการศึกษาหาสถาวะการแช่ข้าวกล้องที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการผลิตข้าวกล้องงอกนั้น จะศึกษาปัจจัยที่มีผลดังภาพที่ 3.1

เลือกข้าวกล้อง (Brown Rice) ที่ไม่ได้ผ่านการขัดสี และมีเมล็ดที่สมบูรณ์

↓

แช่เมล็ดข้าวในน้ำกลั่น, สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 0.5%,1%และ2%
เป็นเวลา 10 นาที แล้วแช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง (30-31 องศาเซลเซียส)

↓

เปลี่ยนน้ำที่ใช้ระหว่างการแช่
เมื่อน้ำเริ่มมีกลิ่นและมีลักษณะที่เปลี่ยนไปเพื่อป้องกันเชื้อจุลินทรีย์

↓

แช่เมล็ดข้าวกล้องประมาณ 24-30 ชั่วโมง
เมล็ดข้าวจะมีส่วนที่งอกออกมา ยาวประมาณ 0.5-1 มิลลิเมตร

↓

รินน้ำที่แช่ออกแล้วซาวข้าวเบาๆก่อนนำมาหุง
หรือนำมาทำแห้งจนมีความชื้นประมาณ 10%

↓

บดด้วยเครื่องบดขนาด 0.25 มม.

↓

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.1 ศึกษาสภาวะการแช่ข้าวกล้องโดยไม่มีการเปลี่ยนน้ำ

ทำความสะอาดเมล็ดข้าวกล้องที่เตรียมไว้ด้วยน้ำเปล่า แล้วแช่ด้วยน้ำกลั่นซึ่งใช้เป็นตัวอย่างควบคุม (Control) และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์, 1 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำ ทำการแช่เมล็ดข้าวกล้องด้วยน้ำกลั่นโดยไม่มีการเปลี่ยนน้ำ ที่อุณหภูมิห้อง (30-31 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24-30 ชั่วโมง ขณะแช่ให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำที่ใช้แช่ ลักษณะการงอกของเมล็ดข้าว ลักษณะสี กลิ่น และการเกิดฟองของน้ำที่ใช้แช่ เปรียบเทียบกับข้าวกล้องที่แช่น้ำโดยไม่ผ่านการแช่ด้วยสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์

3.4.2.2 ศึกษาสภาวะการแช่ข้าวกล้องโดยมีการเปลี่ยนน้ำในเวลาที่เหมาะสม

ทำความสะอาดเมล็ดข้าวกล้องที่เตรียมไว้ด้วยน้ำเปล่า แล้วแช่ด้วยน้ำกลั่นซึ่งใช้เป็นตัวอย่างควบคุม (Control) และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์, 1 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำ ทำการแช่เมล็ดข้าวกล้องด้วยน้ำกลั่นโดยมีการเปลี่ยนน้ำในเวลาที่เหมาะสม (อาศัยข้อมูลจากผลการทดลองในข้อ 3.4.2.1) ที่อุณหภูมิห้อง (30-31 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24-30 ชั่วโมง ขณะแช่ให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น ลักษณะการงอกของเมล็ด ลักษณะสี กลิ่น และการเกิดฟองของน้ำที่ใช้แช่ เปรียบเทียบกับข้าวกล้องที่แช่น้ำโดยไม่ผ่านการแช่ด้วยสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์

3.4.3 การทำแห้งข้าวกล้องงอก

นำเมล็ดข้าวกล้องงอกที่ได้จากการแช่น้ำในสภาวะที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ 3.4.2.2 ไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 45-50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-4 ชั่วโมง จนข้าวกล้องงอกมีค่าความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

3.4.4 การเตรียมข้าวกล้องงอกก่อนนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

นำเมล็ดข้าวกล้องที่ผ่านการทำแห้งในข้อ 3.4.3 มาลดขนาดด้วยเครื่องปั่นแห้งแล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดโดยใช้ตะแกรงที่มีขนาดเท่ากับ 0.25 มิลลิเมตร นำข้าวกล้องงอกที่ผ่านการบดแล้วบรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึก เก็บรักษาในเดสซิเคเตอร์ ก่อนนำมาวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้องงอกที่ได้

นำข้าวกล้องงอกที่ได้จากข้อ 3.4.4 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ด้วยวิธี ฟีนอล-ซัลฟิวริก แอซิด และปริมาณสารเยื่อใย (Crude fiber) โดยใช้วิธี Proximate analysis (AOAC, 2000) จากนั้น นำไปคำนวณหาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก

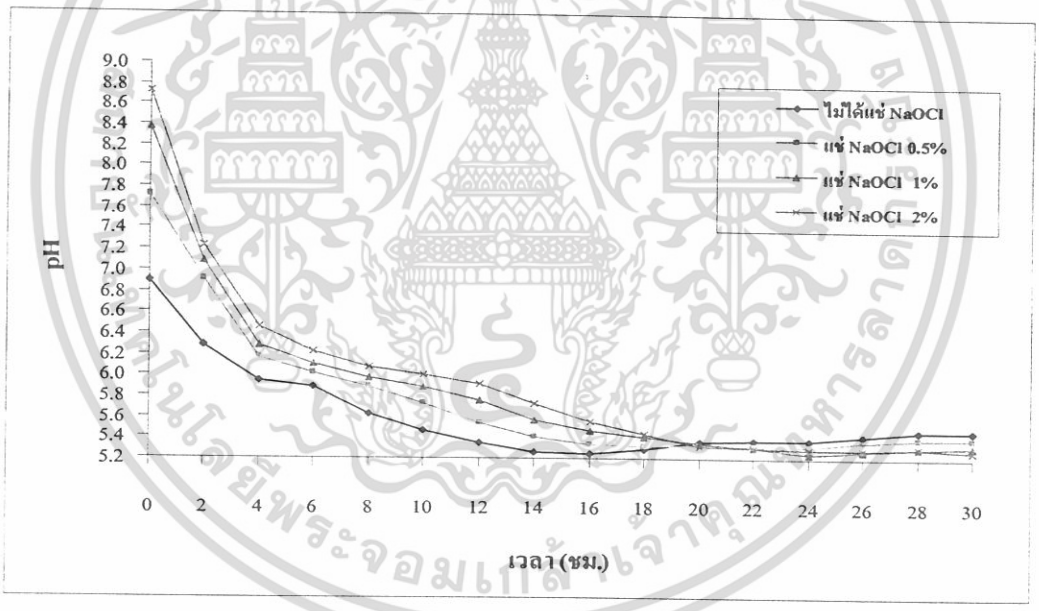
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาสภาวะการแช่ข้าวกล้องโดยไม่มีการเปลี่ยนน้ำ

ทำความสะอาดข้าวกล้องที่เตรียมไว้ด้วยน้ำเปล่า แล้วแช่ด้วยน้ำกลั่นซึ่งใช้เป็นตัวอย่างควบคุม (Control) และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์, 1 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำทำการแช่เมล็ดข้าวกล้องด้วยน้ำกลั่นโดยไม่มีการเปลี่ยนน้ำที่อุณหภูมิห้อง (30-31องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24-30 ชั่วโมง ทำการวัดค่า pH ของน้ำที่ใช้แช่ ได้ผลดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของค่า pH ของน้ำที่ใช้แช่ข้าวกล้องกับระยะเวลา

จากภาพที่ 4.1 พบว่า แนวโน้มของค่า pH ของน้ำที่ใช้แช่ข้าวกล้องมีค่าลดลงเมื่อใช้เวลาในการแช่เพิ่มมากขึ้น โดยข้าวกล้องที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า pH ของน้ำสูงที่สุดโดยสูงกว่าข้าวกล้องที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์, 0.5 เปอร์เซ็นต์ และข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (แช่ด้วยน้ำกลั่น) ซึ่งเกิดจากความเป็นด่างของสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซเดียมไฮโปคลอไรต์ โดยข้าวกล้องที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีความเข้มข้นสูงก็จะทำค่า pH ของน้ำที่ใช้แช่ข้าวนั้นสูงด้วย

จากผลการแช่ข้าวกล้องโดยไม่มีการเปลี่ยนน้ำ พบว่า หลังจากแช่ข้าวกล้องด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์แล้วนำมาแช่น้ำ ข้าวกล้องจะมีสีเขียวอมเหลืองจางๆ แต่จะกลับมามีสีขาวนวลเหมือนเดิมเมื่อใช้เวลาในการแช่มากขึ้น ลักษณะของเมล็ดข้าวกล้องจะบวมเต่งขึ้นเนื่องจากมีการดูดซึมน้ำเข้าสู่เมล็ดแล้วจึงเกิดการงอกในเวลาต่อมา น้ำที่ใช้แช่ข้าวกล้องจะมีความขุ่นเพิ่มขึ้น เริ่มมีฟองก๊าซเกาะบริเวณเมล็ดข้าวและมีกลิ่นเหม็นอับเกิดขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่เมล็ดข้าวมีการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือเกิดการหมักขึ้น โดยลักษณะต่างๆเหล่านี้จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้เวลาในการแช่นานขึ้น

เมื่อนำข้าวกล้องงอกที่แช่ได้ไปหุงโดยใช้อัตราส่วน ข้าวกล้องงอก : น้ำ เท่ากับ 1 : 2.5 พบว่า ทุกตัวอย่างของเมล็ดข้าวกล้องงอกที่หุงได้มีรอยแตกตามเมล็ด มีสีคล้ายกับข้าวกล้องธรรมดา แต่กลิ่นเหม็นไม่น่ารับประทาน

4.2 ศึกษาหาสภาวะการแช่ข้าวกล้องโดยมีการเปลี่ยนน้ำในเวลาที่เหมาะสม

ทำความสะอาดเมล็ดข้าวกล้องที่เตรียมไว้ด้วยน้ำเปล่า แล้วแช่ด้วยน้ำกลั่นซึ่งใช้เป็นตัวอย่างควบคุม (Control) และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์, 1 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำ ทำการแช่เมล็ดข้าวกล้องด้วยน้ำกลั่นโดยมีการเปลี่ยนน้ำในเวลาที่เหมาะสม (อาศัยข้อมูลจากผลการทดลองในข้อ 3.4.2.1) ที่อุณหภูมิห้อง (30-31 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24-30 ชั่วโมง

พบว่า ข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ จะต้องเปลี่ยนน้ำชั่วโมงที่ 8 และ 16 ข้าวกล้องที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ จะต้องเปลี่ยนน้ำชั่วโมงที่ 10 และ 20 ส่วนข้าวกล้องที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ต้องเปลี่ยนน้ำชั่วโมงที่ 12 ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำเพียง 1 ครั้ง และข้าวกล้องที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ต้องเปลี่ยนน้ำชั่วโมงที่ 14 นอกจากนี้ ข้าวกล้องที่ใช้แช่ทุกตัวอย่างจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสี การเกิดฟองก๊าซ และการเกิดกลิ่นลดลง โดยที่เมล็ดข้าวกล้องยังมีลักษณะการงอกเหมือนเดิม

เมื่อนำข้าวกล้องงอกที่แช่ได้ไปหุงโดยใช้อัตราส่วน ข้าวกล้องงอก : น้ำ เท่ากับ 1 : 2.5 พบว่า ทุกตัวอย่างของเมล็ดข้าวกล้องงอกที่หุงได้มีรอยแตกตามเมล็ด มีกลิ่นและสีที่คล้ายคลึงกับข้าวกล้องปกติเป็นที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ในกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกควรเลือกใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากเปลี่ยนน้ำเพียง 1 ครั้ง เป็นการประหยัดเวลาที่จะต้องเปลี่ยนน้ำ

4.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้องงอก

นำข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้งและผ่านการบดแล้ว มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้องงอก แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารเยื่อใยและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของข้าวขาว ข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก

ระยะเวลาแช่	ชนิดข้าวกล้อง	ปริมาณสารเยื่อใย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (%)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (g/g)
	ข้าวขาว	0.42±0.02^{a}	0.122±0.003^{a}
	ข้าวกล้องธรรมดา	0.76±0.06^{ab}	0.120±0.006^{a}
24 ชั่วโมง	ไม่ได้แช่ NaOCl	1.16±0.29^{abc}	0.103±0.009^{b}
	แช่ NaOCl 0.5 %	1.16±0.24^{abc}	0.101±0.003^{b}
	แช่ NaOCl 1 %	1.34±0.50^{bcd}	0.101±0.003^{b}
	แช่ NaOCl 2 %	1.24±0.34^{bcd}	0.100±0.005^{b}
30 ชั่วโมง	ไม่ได้แช่ NaOCl	1.89±0.52^{cd}	0.098±0.008^{b}
	แช่ NaOCl 0.5 %	2.00±0.33^{d}	0.098±0.007^{b}
	แช่ NaOCl 1 %	1.97±0.41^{cd}	0.097±0.005^{b}
	แช่ NaOCl 2 %	2.05±0.23^{d}	0.098±0.002^{b}

หมายเหตุ : a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ใช้แช่ข้าวกล้องก่อนการแช่น้ำ ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในข้าวกล้องงอก แต่มีผลต่อปริมาณสารเยื่อใยในข้าวกล้อง อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งการแช่เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและ 30 ชั่วโมง อนึ่งเมื่อพิจารณาถึงเวลาที่ใช้ในการแช่ข้าว พบว่า เวลาการแช่ข้าวจะมีผลต่อปริมาณสารเยื่อใยและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวกล้องที่ใช้เวลาในการแช่ 30 ชั่วโมง จะมีปริมาณสารเยื่อใยมากกว่าข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องที่ใช้เวลาในการแช่ 24 ชั่วโมง และมากกว่าข้าวกล้องธรรมดาและข้าวขาว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Horino (1994) ที่รายงานว่า ปริมาณสารเยื่อใยที่พบในข้าวกล้องงอกจะมีมากกว่าข้าวขาวประมาณ 4 เท่า ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจะมีในข้าวขาวมากที่สุดรองลงมาคือ ข้าวกล้องธรรมดา, ข้าวกล้องงอกที่ใช้เวลาในแช่ 24 ชั่วโมงและ 30 ชั่วโมง ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99564

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาการแช่ข้าวกล้องในสภาวะที่เหมาะสม พบว่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่เหมาะสม คือ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการแช่นาน 24 ชั่วโมง โดยมีการเปลี่ยนน้ำ 1 ครั้งในชั่วโมงที่ 12 ซึ่งทำให้กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกมีการเปลี่ยนน้ำเพียงครั้งเดียว
2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารเยื่อใยและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในข้าวกล้องงอก พบว่า ระยะเวลาที่แช่ข้าวกล้องนานขึ้นจะทำให้ปริมาณสารเยื่อใยมีค่ามากขึ้น ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด มีค่าลดลง โดยข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 1เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารเยื่อใยเท่ากับ 1.34 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เท่ากับ 0.101 กรัม/กรัมข้าวกล้องงอก

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาการแช่ข้าวกล้องเพื่อให้ได้ผลิตผลเป็นข้าวกล้องงอกนั้น ได้ทำการทดลองกับข้าวที่เพิ่งเกี่ยวเก็บมาใหม่ๆ แต่ข้าวกล้องที่วางขายตามท้องตลาดไม่ได้นำมาทดลอง ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงข้าวกล้องตามท้องตลาดซึ่งมีอายุการเก็บระยะหนึ่งว่าสามารถได้ผลใกล้เคียงกับข้าวกล้องที่ผ่านการเกี่ยวเก็บมาใหม่ๆ หรือไม่
2. ในขณะที่ทำการทดลอง ควรมีการวิเคราะห์ปริมาณสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการอื่น ๆ ในข้าวกล้องงอก เช่น ปริมาณกรดไขมัน, ปริมาณกรดอะมิโนบางตัว อาทิเช่น GABA เป็นต้น
3. ในระหว่างการทดลองควรมีการติดตามปริมาณสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการในข้าวกล้องงอกเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ณ เวลาต่าง ๆ ว่าแนวโน้มของปริมาณสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการเหล่านั้น จะมีแนวโน้มเป็นอย่างไร เพิ่มขึ้นจริงไหม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538, "องค์ประกอบของข้าวกล้อง." ธัญพืชและหัวพืช, 12-15, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธิราพร ผุยหนองโพธิ์. 2547. " ข้าวกล้องงอก " สัมมนาปริญญาตรี สถาบันเทคโนยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

"Sodium Hypochlorite". [Online].Avilable : http://www.vinythai.co.th /archemicalproducts.

"Sodium Hypochlorite". [Online].Avilable : http://www.akkim.com.tr/english/product.

ไสว พงษ์เก่า. 2525 .พืชเศรษฐกิจ เล่ม 1. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 18.

California Rice Research Board: "Rice Utilization and Product Utilization - 02," visited in January 2004. [Online]. Available: HYPERLINK "http://www.syix.com/rrb/02rpt/proddevel.htm" \t "_blank" http://www.syix.com/rrb/02rpt/proddevel.htm

Domer Corporation: official homepage for germinated brown rice, in Japanese. 2004. [Online]. Available: HYPERLINK "http://www.hatsuga.com/" \t "_blank" http://www.hatsuga.com/

FANCL: official home page for germinated brown rice in Japanese (English in part). 2004. [Online]. Available: HYPERLINK "http://www.fancl.co.jp/genmai/top.html" \t "_blank" http://www.fancl.co.jp/genmai/top.html

AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists , Virginia

Kayahara, Hiroshi. 2004. "Fantastic Germinated Brown Rice and sprouted foods", International year of rice 2004.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. ความชื้น

อาหารประกอบด้วยน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยน้ำในสภาพอิสระ (Free water) เป็นตัวทำละลายแร่ธาตุในอาหาร และเป็นตัวกลางการกระจายตัวของคอลลอยด์ (Colloid) น้ำในสภาพที่ถูกดูดซึม (Adsorbed Water) บริเวณผิวอนุภาคคอลลอยด์ มักพบในโปรโตพลาสซึม ผนังเซลล์ และองค์ประกอบของเซลล์เป็นน้ำที่ถูกดูดซับไว้อย่างแน่นเรียกว่า น้ำที่ถูกดูดจับ (Bound Water) ซึ่งยากต่อการขจัดออกโดยไม่ทำให้สูญเสียสภาพธรรมชาติของโครงสร้าง การวิเคราะห์หาความชื้นในอาหารกระทำได้หลายวิธี เช่น อบไล่ความชื้นในตู้ กลั่นหรือไตเตรชั่น วิธีอบไล่ความชื้นนั้นนับว่าง่ายในทางปฏิบัติโดยคำนวณหาน้ำหนักของสารที่หายไปหลังการอบแห้ง น้ำส่วนที่ระเหยไปนี้คือน้ำในสภาพอิสระ (Free Water) อย่างไรก็ตาม น้ำหนักที่หายไปมิได้บ่งถึงปริมาณความชื้นเท่านั้นที่ระเหยไป แต่องค์ประกอบที่ระเหยง่ายก็จะถูกขจัดออกไปพร้อมความชื้นด้วยเช่นกัน การระเหยน้ำในสภาพอิสระ (Free Water) จะเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อาหารบางชนิดเช่น ผลไม้มีน้ำตาลประกอบอยู่ไม่ควรใช้อุณหภูมิเกิน 70 องศาเซลเซียส หรือควรทำในสภาวะสุญญากาศ มิเช่นนั้นอาหารจะกลายเป็นสีน้ำตาลหรือไหม้ ตู้อบควรมีระบบหมุนเวียนอากาศช่วยกระจายความร้อนอย่างสม่ำเสมอ ตัวอย่างที่วางในชั้นของตู้อบ จะได้รับความร้อนอย่างเท่า ๆ กัน ตัวอย่างที่นำมาไล่ความชื้นออกไปแล้วสามารถนำมาวิเคราะห์ไขมัน โปรตีน และสารเยื่อใยต่อไป

วิธีการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่างแต่ละชนิดให้เหมาะสมต่อการหาความชื้น เช่น เมล็ดควรบดก่อน เมล็ดหรือธัญพืชที่ชื้นเกินกว่าจะบดได้ควรอบเล็กน้อยในเวลาสั้น ๆ หรือที่เรียกว่า การทำแห้งเบื้องต้น (Pre – Drying) จากนั้นจึงบดและนำไปหาความชื้นด้วยวิธีปกติ
2. ชั่งน้ำหนักถ้วยอบความชื้น (Aluminium Can) พร้อมฝาที่สะอาดและผ่านการอบแห้งมาก่อน
3. ใส่ตัวอย่างอาหาร 2 – 5 กรัม ปิดฝาแล้วนำไปชั่ง ด้วยตาชั่งละเอียด (10^{-4} กรัม)
4. นำไปอบในตู้อบโดยเปิดฝาถ้วยอบความชื้น (Aluminium Can) ใช้อุณหภูมิแตกต่างกัน เช่น ตัวอย่างผลไม้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (16 – 18 ชั่วโมง) ตัวอย่างผักอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (3 ชั่วโมง) ผลิตภัณฑ์ขนมอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบ ปิดฝาถ้วยอบความชื้น (Aluminium Can) นำมาทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ (Desiccator) ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก (บางครั้งต้องนำตัวอย่างกลับไปอบต่อจนน้ำหนักคงที่หรือแตกต่างประมาณ 0.003 – 0.005 กรัมเท่านั้น)

6. อาหารที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ชนิดที่ระเหยได้ (Volatile) หรือที่มีน้ำตาลประกอบอยู่มาก มักมีน้ำตาลไม่ค่อยคงที่ ควรอบในอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 4 วันแทน

7. ตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งแล้วให้เก็บไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณไขมัน กรณีที่ต้องการเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์หาเถ้า ควรเลือกใช้จานหาความชื้น (Porcelain) แทนถ้วยอบความชื้น (Aluminium Can)

8. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น = $\frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง} * 100}{\text{น้ำหนักสด}}$

2. ปริมาณไขมัน

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Ether Extract หรือ Crude Fat) ซึ่งรวมถึงฟอสฟอลิปิดและสเตอรอล แล้วยังรวมถึงเม็ดสีที่ละลายได้ในไขมัน น้ำมันที่จำเป็น (Essential Oils) และสารประกอบที่ละลายได้ในอีเทอร์อีกด้วย

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 5 กรัมในทิมเบิล (Thimble) ปิดด้านบนของตัวอย่างด้วยสำลีหรือกระดาษกรองป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง

2. บรรจุทิมเบิล (Thimble) ในชุดสกัดไขมันซอกห์เลต (Soxhlet) โดยทิมเบิล (Thimble) อยู่ในหลอดสกัด (Extraction tube) ซึ่งด้านบนต่อกับคอนเดนเซอร์ (Condenser) ส่วนด้านล่างต่อกับขวดก้นกลม (Round – Bottom Flask) ชนิด 2 หรือ 3 คอ

3. ตวงแอนไฮดรัส อีเทอร์ (Anhydrous Ether) 150 มิลลิลิตรในขวดแก้วก้นกลมต่อสายยางน้ำเข้าน้ำออกจากคอนเดนเซอร์ (Condensor) ก่อนเปิดสวิทซ์ของเตา (Heating Matle) ปรับระดับความร้อนอย่างเหมาะสม (เช่น 150 หยดต่อนาที) เพื่อให้ไอของแอนไฮดรัส อีเทอร์ (Anhydrous Ether) ควบแน่นหยดลงบนตัวอย่างอย่างต่อเนื่อง นาน 16 ชั่วโมง

4. แยกแอนไฮดรัส อีเทอร์ (Anhydrous Ether) ออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Vacuum Evaporator) นำส่วนของไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ไล่อีเทอร์ (Ether) จนหมดนำไปทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ (Desiccator) ก่อนนำมาชั่งน้ำหนักของไขมัน (Crude fat)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

5. เตรียมบิกเกอร์แห้ง สะอาดทราบน้ำหนักมาก่อนสำหรับชั่งน้ำมันที่สกัดได้ ในกรณีที่ปริมาณน้ำมันน้อยให้ชั่งน้ำมันที่สกัดได้ในภาชนะเดิม

6. คำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมัน = $\frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน – น้ำหนักบิกเกอร์ * 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}$

ข้อแนะนำ

นิยมใช้แอนไฮดรัส เอทธิลอีเทอร์ (Anhydrous Ethyl Ether) หรือ ปิโตรเลียม อีเทอร์ (Petreleum Ether) (จุดเดือด 35 องศาเซลเซียส) ในการสกัดน้ำมันจากตัวอย่างอาหาร ปิโตรเลียม อีเทอร์ (Petreleum Ether) มีราคาถูก ส่วนไดเอทธิลอีเทอร์ (Diethyl Ether) ควรเลือกใช้ชนิดแอนไฮดรัส (Anhydrous) นี้เนื่องจากถ้ามีน้ำปะปนจะสามารถละลายน้ำตาลและสารประกอบอื่นได้

3. สารเยื่อใย

สารเยื่อใย (Crude Fiber) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เหลือจากการนำเอาตัวอย่างอาหารไปสกัดไขมันออก กากดังกล่าวเมื่อนำไปต้มกับสารละลายกรดซัลฟูริกเจือจางและตามด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และแอลกอฮอล์ สารเยื่อใยประกอบด้วยเซลลูโลสในปริมาณมาก และลิกนินในปริมาณเล็กน้อย การวิเคราะห์สารเยื่อใยจำเป็นต้องควบคุมสภาวะการทดลองที่แน่นอน มิเช่นนั้นจะได้ผลที่คลาดเคลื่อน

สารเคมี

1. 0.255 นอร์มัล กรดซัลฟูริก
   เตรียมจากการเจือจางกรดกำมะถันเข้มข้น 98.1 เปอร์เซ็นต์ (ถ่วงจำเพาะ 1.84) จำนวน 6.93 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ถ้าใช้กรดกำมะถันเข้มข้น 96 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 7.09 มิลลิลิตร เจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร
2. 0.313 นอร์มัล โซเดียมไฮดรอกไซด์
   เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์เกล็ด 1.25 กรัม ละลายน้ำจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
   ข้อแนะนำ ใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการต้มใหม่ ๆ และทำให้เย็นก่อนใช้ และควรแน่ใจว่าสารละลาย (1) และ (2) มีความถูกต้อง
3. ครูซิเบิลแก้วซินเทอร์ (Sintered Glass Crucible) ที่ผ่านการล้างด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยการล้างด้วยน้ำร้อนก่อนล้างด้วยกรดไฮโดรคลอลิค (1:3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้างด้วยน้ำร้อนอีกครั้งก่อนทำให้แห้ง และเผาที่อุณหภูมิ 600 – 700 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเมื่อเย็นแล้ว และเก็บในเดซิเคเตอร์ (Desiccator)

4. สารละลายโปตัสเซียมซัลเฟต 10 เปอร์เซ็นต์

   เตรียมจากสารละลายโปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 มิลลิลิตร

5. เอธิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์
6. ผ้ากรองลินินชนิดละเอียด (45 threads per inch)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ในขวดย่อย (Digestion Flask) 500 มิลลิลิตร ซึ่งเป็นขวดก้นกลม เติมกรดซัลฟูริคที่ผ่านการต้มจนเดือดแล้ว จำนวน 200 มิลลิลิตร และเม็ดแก้วป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง (Boiling Chips) 2-3 ชิ้น ก่อนนำคอนเดนเซอร์ (Condenser) มาประกอบตอนบนของขวด
2. นำไปต้มบนเตาของชุดย่อยสารเยื่อใย (Crude Fiber) โดยให้สารละลายเดือดนาน 30 นาทีต่อเนื่องกัน เขย่าขวดเพื่อไม่ให้ตัวอย่างเกาะบนผนังขวด
3. กรองกากด้วยกระดาษกรองบนบุชเนอร์ (Buchner Funnel) และ ใช้ปั๊มช่วยในการกรอง
4. ล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์กรด โยทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส
5. เทกากกลับไปในขวดย่อย (Digestion Flask) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการต้มเดือด จำนวน 200 มิลลิลิตร ต้มส่วนผสมนาน 30 นาที กรอกทันทีและล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์ด่าง
6. ล้างกากด้วยสารละลายโปตัสเซียมซัลเฟตร้อน
7. เทกากกลับไปในขวดย่อย (Digestion Flask) อีกครั้ง ล้างตะกอนที่ติดผ้ากรองด้วยน้ำเดือดหลายๆครั้ง
8. เทกากในขวดย่อย (Figestion Flask) ผ่านไปในครูซิเบิลแก้วซินเทอร์ (Sintered Glass Crucible) ล้างกากด้วยน้ำเดือดหลายๆ ครั้ง
9. ล้างกากด้วยแอลกอฮอล์ จำนวน 30 มิลลิลิตร
10. อบครูซิเบิล (Crucible) พร้อมกากที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเมื่อเย็นลง
11. นำไปเผาในเตาเผา (Muffle Furnace) ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เพื่อขจัดสาร Volatile Organic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. นำครูซิเบิล (Crucible) มาทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ (Desiccator) ก่อนชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของเยื่อใย (Crude Fiber) (น้ำหนัก ในข้อ 10-12)

13. คำนวณเปอร์เซ็นต์ Crude Fiber = $\frac{\text{น้ำหนัก Crude Fiber x 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
วิธีวิเคราะห์น้ำตาล

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ตามวิธีฟีนอล – กรดซัลฟูริก

1. สารเคมี

1.1 สารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

นำกลูโคสชนิดเกรดวิเคราะห์ (Analytical Grade Glucose) อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ (Desicator) ก่อนนำมาเตรียมสารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

1.2 กรดซัลฟูริก 2 โมลาร์

1.3 ละลายจากการย่อยตัวอย่างที่เป็นของแข็งด้วยกรดซัลฟิวริก 2 โมลาร์

เตรียมโดยชั่งตัวอย่างที่ต้องการศึกษา 1 กรัม ใส่ในหลอดทำลองแล้วเติมกรดซัลฟูริก 2 โมลาร์ ผสมให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลาครึ่งชั่วโมง นำมาปั่นเหวี่ยงที่ 1,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที นำส่วนใสไปใช้ในการวิเคราะห์

1.4 กรดซัลฟูริกเข้มข้น

1.5 สารละลายฟีนอลความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์

เตรียมโดยละลายฟีนอล 5 กรัม ด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร

2. วิธีการทดลอง

2.1 สร้างกราฟมาตรฐาน โดยใช้สารละลายกลูโคสมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารมาตรฐาน

2.2 ดูดสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อยตัวอย่างของแข็ง 1.0 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลายฟีนอล 1.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

2.3 เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 5.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ที่ 30 องศาเซลเซียส

2.4 นำไปแช่ในน้ำเย็น เป็นเวลา 20 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร

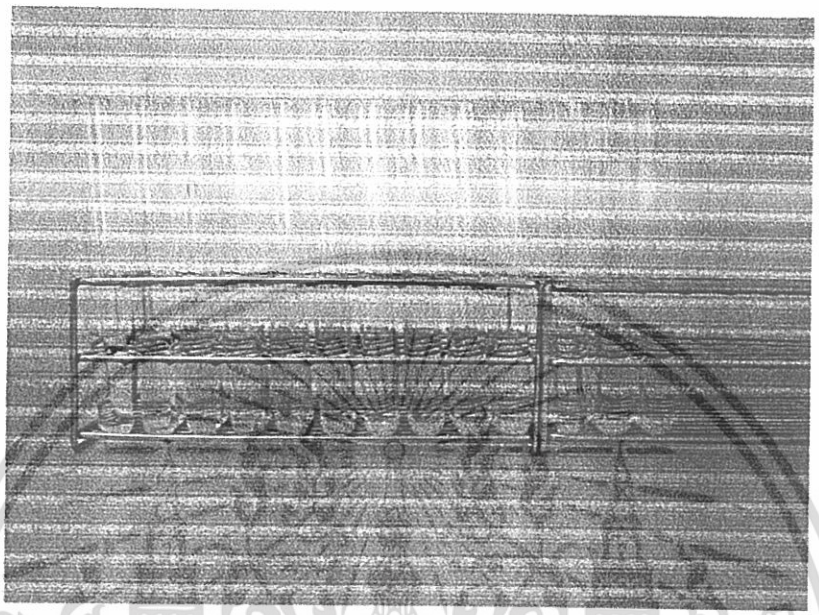
2.5 นำค่าที่ได้จากน้ำตาลกลูโคสมาตรฐาน มาเขียนเป็นกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคส จะได้กราฟมาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

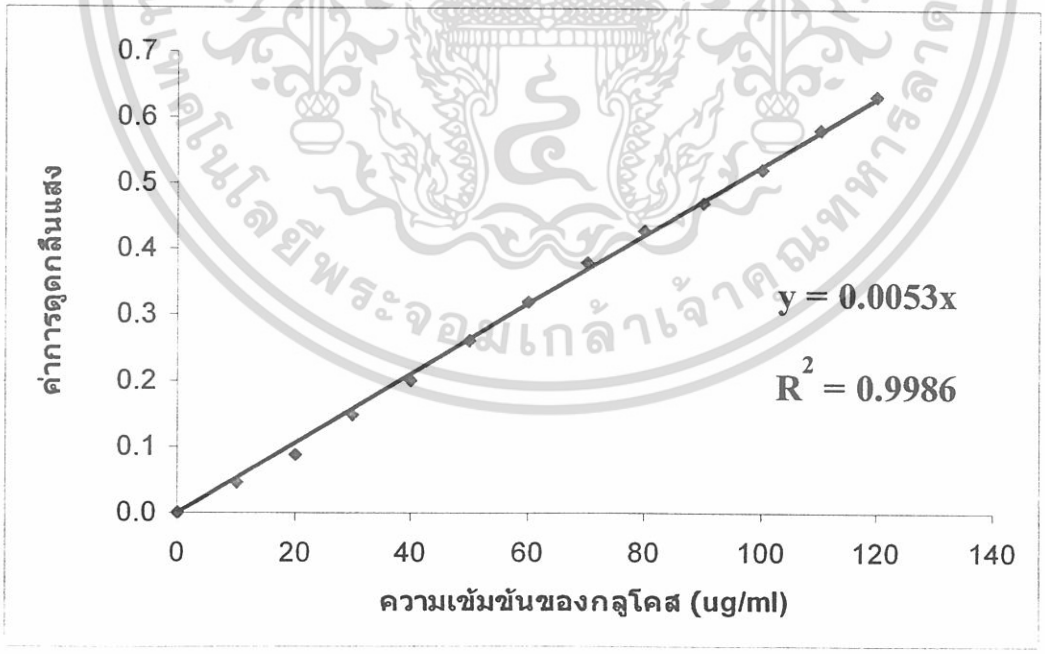
ตารางที่ 1ข. : แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (OD_{500}) กับความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคส

ความเข้มข้นของกลูโคส (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	OD_{500}
0	0.000
10	0.047
20	0.089
30	0.150
40	0.201
50	0.260
60	0.319
70	0.380
80	0.428
90	0.469
100	0.521
110	0.581
120	0.632

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงสีของสารละลายกลูโคสมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (500 นาโนเมตร) กับความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

1. ศึกษาผลของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์กับปริมาณสารเยื่อใย

ใช้การทดลองแบบ CRD ได้ตาราง ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ดังตาราง 1.1 และ1.2

ตารางที่ 1.1 แสดงผลของความแปรปรวนของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีผลต่อปริมาณสารเยื่อใยในข้าวขาว ข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกเมื่อใช้เวลาในการแช่ 24 และ 30 ชั่วโมง

	SS	df	Mean Square	F	Sig.
ชนิดข้าว	5.7437	9	0.6382	5.7114*	0.0059
Error	1.1174	10	0.1117		
Total	6.8611	19			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 1.2 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ต่อปริมาณสารเยื่อใยของข้าวขาว ข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกเมื่อใช้เวลาในการแช่ 24 และ 30 ชั่วโมง

ชนิดข้าว	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1	2	0.420			
2	2	0.755	0.755		
4	2	1.155	1.155	1.155	
3	2	1.160	1.160	1.160	
6	2		1.240	1.240	1.240
5	2		1.340	1.340	1.340
7	2			1.885	1.885
9	2			1.970	1.970
8	2				2.005
10	2				2.050
Sig.		0.066	0.139	0.051	0.052

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาผลของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์กับปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

ใช้การทดลองแบบ CRD ได้ตาราง ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ดังตาราง 2.1 และ 2.2

ตารางที่ 2.1 แสดงผลของความแปรปรวนของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีผลต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในข้าวขาว ข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกเมื่อใช้เวลาในการแช่ 24 และ 30 ชั่วโมง

	SS	df	Mean Square	F	Sig.
ชนิดข้าว	0.0016	9	0.0002	5.7824*	0.0056
Error	0.0003	10	0.0000		
Total	0.0019	19			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 2.2 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีผลต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในข้าวขาว ข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกเมื่อใช้เวลาในการแช่ 24 และ 30 ชั่วโมง

ชนิดข้าว	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
9	2	0.0970	
7	2	0.0975	
8	2	0.0980	
10	2	0.0980	
6	2	0.0995	
4	2	0.1005	
5	2	0.1010	
3	2	0.1030	
2	2		0.1200
1	2		0.1220
Sig.		0.3384	0.7233

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

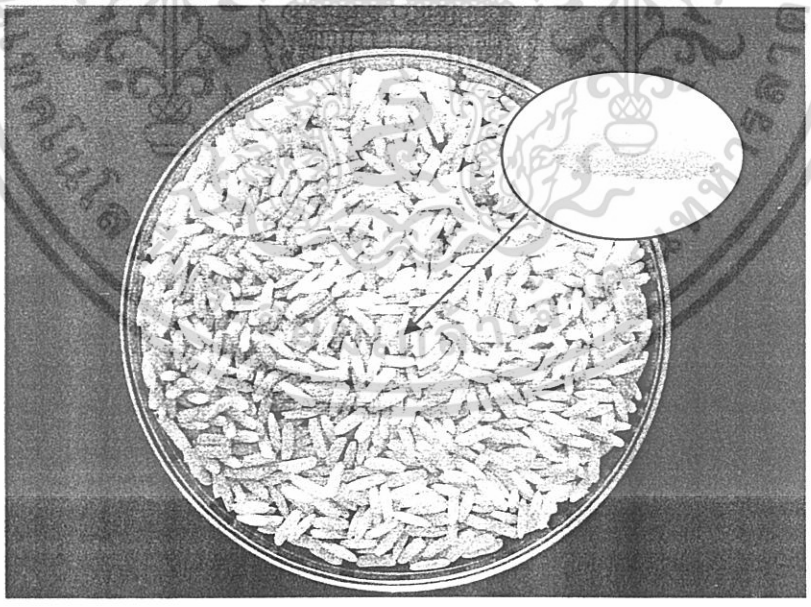
ประวัติผู้เขียน

นายจีรพงษ์ ดีสม เกิดเมื่อวันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2525 ที่ อ.เมือง จ.อุดรธานี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนอุดรพิทยานุกูล ในปี พ.ศ. 2544 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2548

นางสาววีวาร ดวงสุวรรณา เกิดวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2524 ที่ อ.บ้านฉาง จ.ระยอง สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนบ้านฉางกาญจนกุลวิทยา ในปี พ.ศ. 2543 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2548

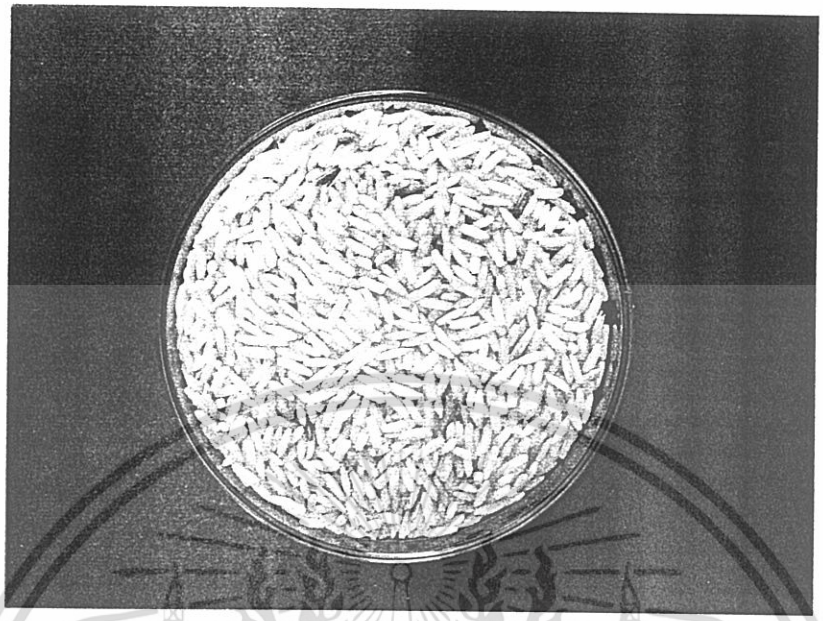
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 สารโซเดียมไฮโปคลอไรต์

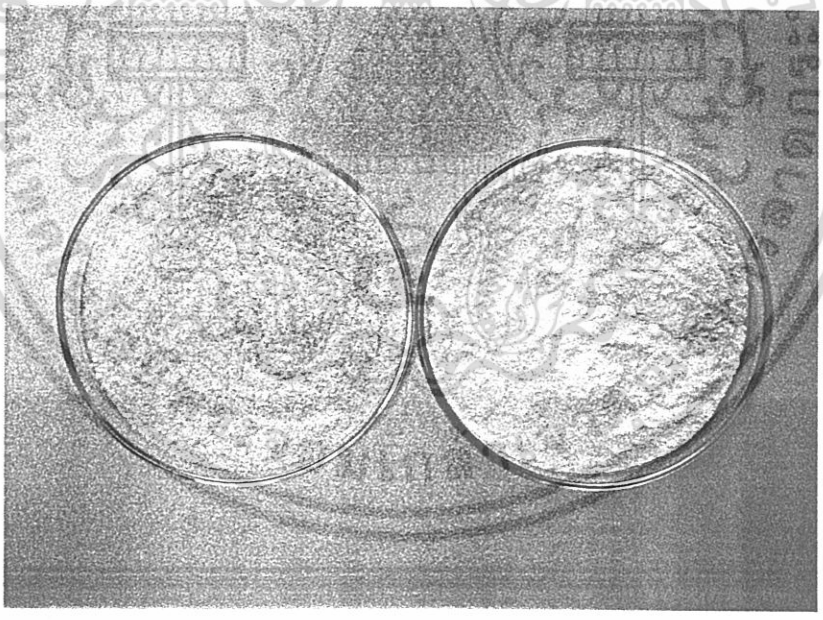


ภาพที่ 4 ข้าวกล้องงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

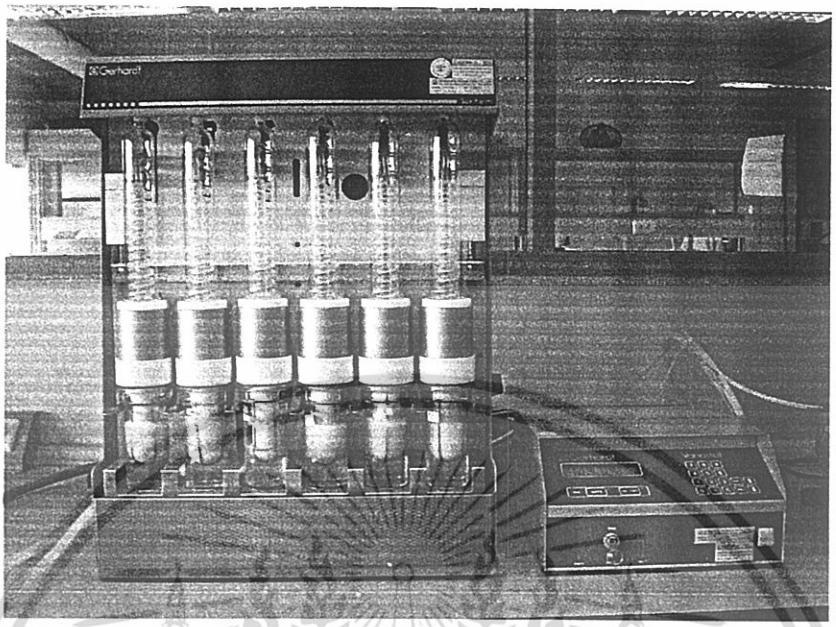


ภาพที่ 5 ข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้ง

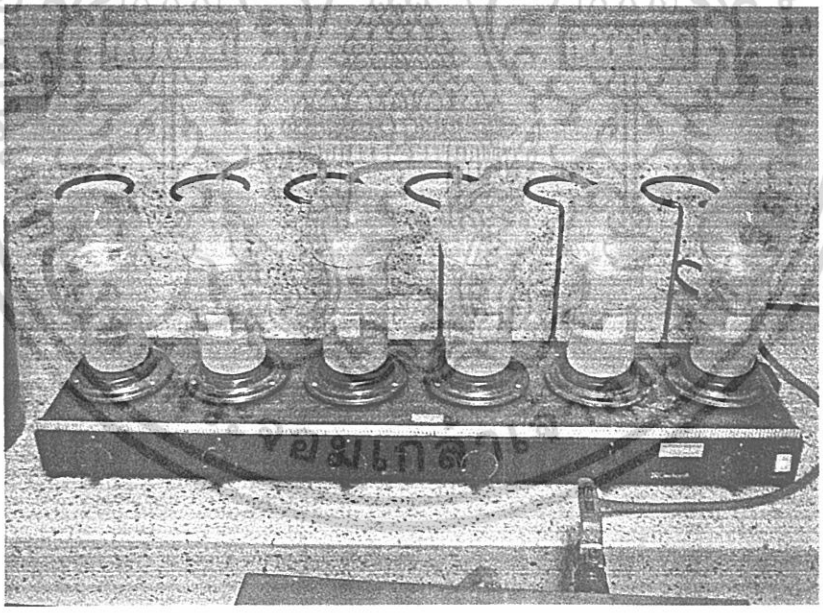


ภาพที่ 6 ข้าวกล้องงอกบดหยาบและข้าวกล้องงอกบดละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ชุดวิเคราะห์ไขมัน



ภาพที่ 8 ชุดวิเคราะห์สารเยื่อใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้