ผลของระยะเวลาการแช่และการบ่มงอกต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผงข้าวกล้องงอกหอมกระดังงาและข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า

Effect of Soaking Time and Incubating Time on Antioxidant Activity of Hom Kradang-nga Germinated Brown Rice and Commercial Hom Mali 105 Germinated Brown Rice

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

ชนกานต์ จันทร์มาตร์
รหัสนักศึกษา 6260601021

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา ปัญหาพิเศษทางพืชศาสตร์
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชครินทร์
ปีการศึกษา 2566

ผลของระยะเวลาการแช่และการบ่มงอกต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผงข้าวกล้องงอกหอมกระดังงาและข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า

Effect of Soaking Time and Incubating Time on Antioxidant Activity of Hom Kradang-nga Germinated Brown Rice and Commercial Hom Mali 105 Germinated Brown Rice

ชนกานต์ จันทร์มาตร์
รหัสนักศึกษา 6260601021

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา ปัญหาพิเศษทางพืชศาสตร์
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชครินทร์
ปีการศึกษา 2566

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนริวาสราชครินทร์
ปีการศึกษา 2565

เรื่อง : ผลของระยะเวลาการแช่และการบ่มงอกต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผงข้าวกล้องงอกหอมกระดังงาและข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า

นักศึกษา : นางสาวชนกานต์ จันทร์มาตร์

รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชาปัญหาพิเศษทางพืชศาสตร์ ตามหลักสูตรวิทยาศาตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2566

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์จักรพงศ์ จิระแพทย์)
...../...../.....

.....กรรมการ
(อาจารย์นุร์ซานีซา เจะดาโอะ)
...../...../.....

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตรจารย์.ดร.สายทอง แก้วฉาย)
...../...../.....

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.โรสลาวาตี โตะแอ)
...../...../.....

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม / อาจารย์ประจำวิชา
(อาจารย์ ดร.สัญทัศน์ สินจรูญศักดิ์)
...../...../.....

.....หัวหน้ากลุ่มวิชาพืชศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.สุไลมาน เจ๊ะอาบู)
...../...../.....

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นราธิวาส

เรื่อง ผลของระยะเวลาการแช่และการบ่มงอกต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผงข้าวกล้องงอกหอมกระดังงาและข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า
นักศึกษา นางสาวชนกานต์ จันทร์มาตร์ รหัส 6260601021
หลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ปีการศึกษา 2566
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.โรสลาวาตี โตะแอ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร.สัญทัศน์ สินจรูญศักดิ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ร้อยละผลได้ ปริมาณความชื้นและสารต้านอนุมูลอิสระ โดยทำการบ่มงอกของกล้อง โดยนำเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ของแต่สายพันธุ์มาทำการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปครอไรค์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (w/v) นาน 30 นาที และนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิห้อง และทำการบ่มงอก เป็นเวลา 0, 24 และ 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่า ข้าวกล้องงอกหอมกระดังงาและข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า มีร้อยละผลได้เท่ากับ 61.60-85.00 และ 55.60-77.60 ตามลำดับ มีปริมาณความชื้น เท่ากับร้อยละ 9.52-12.41 และร้อยละ 9.85-1273 ตามลำดับ จากนั้นทำการทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) พบว่า ข้าวกล้องหอมกระดังงามีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระคิดเป็นร้อยละ 73.31-80.19 ขณะที่ในข้าวกล้องหอมมะลิทางการค้า 105 ทางการค้า มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ คิดเป็นร้อยละ 11.14-52.34

คำสำคัญ: ข้าวกล้อง ข้าวหอมกระดังงา ข้าวหอมมะลิ สารต้านอนุมูลอิสระ

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยฯ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.โรสลาวาตี โตะแอ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ให้คำปรึกษา ค้นคว้านี้อย่างเต็มที่ เกี่ยวกับข้อมูลต่างๆ ในการทำวิจัย แก้ไขตรวจสอบข้อมูลและรูปเล่มให้มีความสมบูรณ์จนสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.สัญทัศน์ สินจรูญศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือ ดูแล ด้วยความห่วงใย เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดทำในการทำปัญหาพิเศษให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณคณาจารย์คณะเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่เป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน ตลอดมาจนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการจัดทำค้นคว้าอิสระฉบับนี้ได้ด้วยดี รวมทั้งทุก ๆ ท่าน ที่ให้การสนับสนุนนับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยตลอดจนดำเนินการแล้วเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณนางสาวสุชาดา อุ่นแก้ว ผู้ช่วยวิจัยโครงการนวัตกรรมการผลิตอาหารฟังก์ชันชนิดผงจากข้าวกล้องงอกสายพันธุ์พื้นเมืองนราธิวาสด้วยจุลินทรีย์โปรไบโอติกเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากอย่างยั่งยืน ที่สละเวลาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือให้คำแนะนำข้อคิดในทุกด้านของการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คณาจารย์ เพื่อน พี่น้อง ทุก ๆ คนที่คอยให้เป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษ สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บิดา มารดาที่คอยสนับสนุนในทุกๆด้านและคอยเป็นกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

ชนกานต์ จันทร์มาตร์

2567

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นเรศวร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(2)
สารบัญ	(3)
สารบัญตาราง	(4)
สารบัญภาพ	(5)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	11
3.1 วัสดุอุปกรณ์	11
3.2 การเตรียมข้าวกล้องหอมกระดังงาและข้าวกล้องหอมมะลิทางการค้า	12
3.3 การวิเคราะห์ผล	12
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	13
3.5 ระยะเวลาและสถานที่ในการดำเนินการวิจัย	13
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	14
4.1 ผลการทดลอง	14
4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	19
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	20
5.1 สรุป	20
5.2 ข้อเสนอแนะ	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	25

คณะศิลปศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	ร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์และและร้อยละปริมาณความชื้นของผงข้าวกล้องงอกจากข้าว 2 สายพันธุ์ ได้แก่ หอมกระดังงา และหอมมะลิ 105 ทางการค้า ที่ระยะเวลาการแช่น้ำและการงอกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง	16
2.	กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผงข้าวกล้องและสารละลายมาตรฐาน	18

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	ข้าวกล้องงอกและโครงสร้างของเมล็ดข้าว	5
2.	ลำดับกิจกรรมการงอกของเมล็ดข้าว	7
3.	เมล็ดข้าวกล้องเพาะงอก	14
4.	ข้าวกล้องงอกหอมกระดังงาและหอมมะลิ 105 ทางการค้า ที่ระยะเวลาการแช่น้ำและการบ่มงอกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง	17

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นธัญพืชอาหารที่มีความสำคัญของโลก ประชากรโลกเกินครึ่งบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก โดยผลผลิตมากกว่าร้อยละ 90 ของข้าวทั่วโลกเป็นผลผลิตในเขตเอเชีย คิดเป็น 612 ล้านตัน (กณิตา และคณะ, 2563) โดยคนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก และเป็นสินค้าที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีการส่งออกข้าวสู่ประเทศต่างๆ ทั่วโลก เช่น อินเดีย เวียดนาม ปากีสถาน และสหรัฐ เป็นต้น (อัสรีณา และ อุบล, 2564) โดยข้าวเป็นแหล่งของอาหารที่ให้พลังงานและคุณค่าทางโภชนาการสูง พบว่าในข้าวทุกชนิดมีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบหลักคิดเป็นร้อยละ 70-80 ซึ่งเป็นแป้งเกือบทั้งหมด มีน้ำตาลซูโครส (sucrose) และน้ำตาลเดกซ์ทริน (dextrin) เล็กน้อย และมีโปรตีนอยู่ระหว่างร้อยละ 7-8 มีไขมัน ในข้าวกล้องปริมาณสูงกว่าข้าวชนิดอื่นๆ เพราะข้าวกล้องมีส่วนของรำข้าวอยู่ นอกจากนี้ข้าวกล้องและข้าวซ้อมมือ มากกว่าข้าวขาว มีองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ ได้แก่ ไขมัน เยื่อใย วิตามิน และแร่ธาตุ เป็นต้น ทั้งนี้มีปริมาณขององค์ประกอบดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับกระบวนการขัดสีข้าว เมื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็น ข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ หรือข้าวขาว นั้นเอง สามารถแบ่งปริมาณข้าวได้ 3 ประเภท ได้แก่ ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออกเท่านั้น แต่เป็นข้าวที่ยังคงมีจมูกข้าวซึ่งอุดมไปด้วยวิตามินอี และมีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่มาก เป็นส่วนที่มีคุณค่าอาหารเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ข้าวกล้องจะมีเปลือกชั้นในบางๆ อยู่ อุดมไปด้วยสารเส้นใย ถัดเข้าไปเป็นชั้นของวิตามินและเกลือแร่โดยเฉพาะวิตามินบี และมีโปรตีนซึ่งมีกรดอะมิโนจำเป็นครบทั้ง 8 ชนิดจะพร่องไปบ้างก็คือ ไลซีน ข้าวกล้องยังมีเซเลเนียมและเกลือแร่สำคัญอีกหลายตัว (อัมพาพรรณ, 2545) แต่ถ้าสีข้าวต่อไปอีกครั้ง เส้นใยและจมูกข้าวบางส่ทามสวนจะหลุดไปกลายเป็นข้าวซ้อมมือ คือการนำข้าวกล้องมาทำการขัดสีหรือซ้อมโดยใช้ครกตำเพื่อให้ชันของเยื่อหุ้มเมล็ดถูกทำลายทำให้น้ำสามารถซึมผ่านไปยังชันของแป้งที่อยู่ในเมล็ดได้สะดวกเป็นผลทำให้ข้าวซ้อมมือใช้เวลาในการหุงต้มน้อยกว่าข้าวกล้องเพื่อทำให้สุก ส่วนที่แตกต่างกันแต่เพียงความสวยงามและข้าวเต็มเมล็ดของข้าวกล้องมีมากกว่าข้าวซ้อมมือที่มีการแตกหักจากการซ้อม แต่คุณค่าทางอาหารไม่แตกต่างกัน และถ้าสีไปอีกหลายๆ ครั้ง เส้นใย วิตามิน โปรตีน และจมูกข้าวจะหลุดไปหมดเหลือข้าวขาว โดยเป็นข้าวที่คนไทยนิยมบริโภคมาช้านาน เป็นข้าวที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาดเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการรับประทานข้าวที่มีลักษณะสวยงามจึงมีการทำข้าวขาวหรือข้าวสารโดยการนำข้าวเปลือกมากะเทาะ หรือสีเอาเปลือกออก หลังจากนั้นนำไปขัดสีจนได้เมล็ดข้าวที่ขาว ส่วนที่หลุดออกไปคือเยื่อหุ้มเมล็ด เยื่ออาลูโรน และคัพภะ ซึ่งเป็นแหล่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีประโยชน์ต่อร่างกายจะถูกขัดออกจนหมด ที่เหลือข้าวขาวซึ่งมีแป้งเป็นองค์ประกอบ (สุรัตน์, ม.ป.ป)

หากพิจารนาถึงปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่มีในข้าวกล้องจะพบว่ามีปริมาณสูงกว่าข้าวซ้อมมือและข้าวขาวตามลำดับ อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้าวกล้องหุงสุกได้ยาก และเมื่อหุงสุกจะแข็ง

ร่วนไม่น่ารับประทาน ทำให้ได้รับความนิยมในการบริโภคน้อยกว่าข้าวสารขัดขาว การพัฒนาข้าวกล้องให้มีคุณภาพในการรับประทาน และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการที่ดีขึ้น จึงได้รับความสนใจและเริ่มมีการศึกษาวิจัยมากขึ้น อาทิเช่น การแปรรูปเป็นข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป สามารถได้น้ำนมข้าวกล้องงอกเพื่อสุขภาพ แป้งเมล็ดข้าวกล้องงอก เส้นหมี่ข้าวกล้อง เป็นต้น

ทั้งนี้ยังมีการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้อง โดยการนำข้าวกล้องมาผ่านกระบวนการเพาะงอกโดยการแช่น้ำที่อุณหภูมิต่างๆ แล้วนำไปเพาะจนกระทั่งจมูกข้าวงอกออกมา ในระหว่างการงอกของข้าว สารอาหารในข้าวกล้องจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยสารอาหารหลักที่เพิ่มขึ้นในข้าวกล้องงอก คือ เส้นใยอาหาร กรดแกมมา-แอมิโนบิวทิริก (gamma-aminobutyric acid,GABA) แกมมา-โอรี ซานอล (gamma-oryzanol) วิตามินอี วิตามินบี1 วิตามินบี 6 และ วิตามินซี เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวกล้องงอก และไม่ผ่านการงอก พบว่าข้าวกล้องงอกมีปริมาณ GABA เพิ่มขึ้น 10 เท่า เส้นใยอาหาร และวิตามินอีเพิ่มขึ้น 4 เท่า ส่วนวิตามินบี 1 และบี 6 เพิ่มขึ้น 3 เท่า (Kayahara and Tsukahara, 2000) นอกจากนี้ Moongngarm and Saetung (2010) ได้รายงานว่า ข้าวกล้องที่ผ่านการงอกมีแกมมา-โอรีซานอลเพิ่มขึ้น 1.3 เท่า และสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (total phenolic compounds) เพิ่มขึ้น 1.2 เท่า ซึ่งนอกจากจะได้ประโยชน์จากการที่มีปริมาณสารอาหารที่สูงขึ้นแล้วยังทำให้ข้าวกล้องงอกที่หุงสุกมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่ม รับประทานได้ง่ายกว่าข้าวกล้องธรรมดาอีกด้วย จึงง่ายแก่การหุงรับประทานได้โดยไม่ต้องผสมกับข้าวขาวตามความนิยมของผู้บริโภค

โดยปัจจัยในการเพาะงอกเมล็ดข้าวนั้น ต้องอาศัยปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิด โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัยหลัก ประกอบไปด้วย ปัจจัยแวดล้อมภายนอก ได้แก่ ระยะเวลา ความชื้น ออกซิเจน และอุณหภูมิ ปัจจัยภายในเมล็ด ได้แก่ ระยะพักตัวของเมล็ด (Dormancy) คุณสมบัติในการซึมผ่านเปลือกที่ห่อหุ้มเมล็ด (Permeability) อายุ หรือความเก่าใหม่ของเมล็ด (Seed Age) และความสุกแก่ของเมล็ด (Maturity) เป็นต้น (ชณัฐ, 2564)

จังหวัดนราธิวาสเป็นจังหวัดหนึ่งที่เกษตรกรนิยมปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองเป็นจำนวนมาก ได้แก่ ข้าวหอมกระดังงา ข้าวซีบูกันตัง ข้าวเล็บนก ข้าวเฉี้ยง และข้าวมะจานู เป็นต้น โดยเฉพาะข้าวหอมกระดังงาซึ่งมีเมล็ดข้าวกล้องสีน้ำตาลแดง โดยได้ขึ้นทะเบียนสินค้า GI (Geographical Indication) ซึ่งเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์แล้ว เมื่อปี พ.ศ. 2558 (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2565) โดยเมล็ดข้าวหอมกระดังงาเมื่อหุงสุกจะมีความร่วนแต่ไม่แข็ง และมีกลิ่นหอม โดยทั่วไปมักนำมาผลิตเป็นทั้งข้าวกล้องและข้าวซ้อมมือ แต่นิยมบริโภคในรูปแบบข้าวกล้อง ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (Rice Department, n.d.) โดยมีราคาจำหน่ายที่กิโลกรัมละ 40 บาท ซึ่งยังไม่นิยมนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ นอกจากการบริโภคเป็นข้าวหุงสุก ดังนั้น หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวกล้องหอมกระดังงาโดยผ่านกระบวนการทำให้งอก เพื่อเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระและพัฒนาเป็นผงข้าวกล้องงอก สำหรับผลิตภัณฑ์แป้งหรือเครื่องดื่มชงจากผงข้าวกล้องงอก จะเป็นการยกระดับข้าวพื้นเมืองให้มีความหลากหลายขององค์ประกอบและมูลค่าเพิ่มขึ้นได้

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยฯ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของเวลาในการแช่น้ำและการบ่มงอกข้าวกล้องหอมกระดังงาและข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า ต่อร้อยละผลได้ ปริมาณความชื้น และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกทั้ง 2 สายพันธุ์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อทราบระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะงอกข้าวกล้องหอมกระดังงาและข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า ที่สามารถสารต้านอนุมูลอิสระได้สูง

1.4 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

นำข้าวกล้อง 2 สายพันธุ์ ได้แก่ หอมกระดังงาและหอมมะลิ 105 ทางการค้า มีการผลิตเป็นข้าวกล้องงอกที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 0 , 24 และ 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาผลิตเป็นผงข้าวกล้องงอกและนำมาวิเคราะห์ร้อยละผลได้ (% yield) ปริมาณความชื้น กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดโดยวิธี DPPH และทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นรศิวราฯ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ข้าว (วัชระ และคณะ, 2548)

ข้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในตระกูลหญ้า (Poaccac หรือ Gramineae) จัดอยู่ในสกุล *Oryza* ลักษณะทั่วไปของข้าวจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่ใต้ดินที่เรียกว่าราก และส่วนที่อยู่เหนือดินเรียกว่า ต้น รากข้าวเป็นระบบรากฝอย ทำหน้าที่ยึดลำต้นไม่ให้ล้ม ดูดน้ำและแร่ธาตุอาหารจากดินและน้ำ ต้นข้าว ประกอบด้วย ลำต้น ใบ และในระยะการเจริญเติบโตระยะสืบพันธุ์ จะมีส่วนของรวงด้วย ลำต้นประกอบไปด้วยปล้องหลาย ๆ ปล้อง เชื่อมติดต่อกัน ส่วนที่เชื่อมระหว่างปล้อง เรียกว่าข้อ ในระยะกล้าจะมองเห็นส่วนของปล้องหรือข้อต่าง ๆ ไม่ชัดเจน เนื่องจากปล้องข้าวจะยังไม่ยืดตัว แต่ในระยะแตกกอและออกรวง ปล้องข้าวจะมีการยืดตัวทำให้ปล้องและข้อต่างๆ ชัดเจน การยืดตัวของปล้องจะแสดงออกให้เห็นถึงความสูงของลำต้นสภาพแวดล้อมที่มีส่วนต่อการยืดของปล้อง ได้แก่ ระดับน้ำ แสงสว่าง จำนวนประชากรของต้นข้าวต่อพื้นที่รวมทั้งสารควบคุมเจริญเติบโตบางชนิด ส่วนของข้อเป็นจุดกำเนิดของตาใบ ตายอด และตาราก ส่วนของตาใบจะเจริญพัฒนาเป็นใบข้าว ในขณะที่ตายอดจะพัฒนาเป็นหน่อและรวง สำหรับตารากจะสามารถพัฒนาเป็นรากได้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

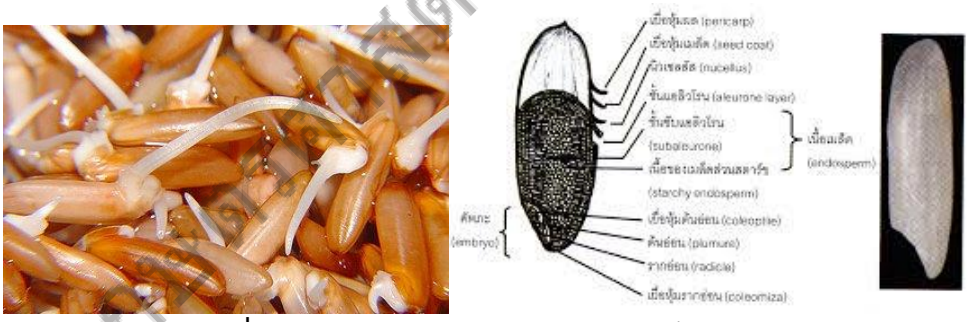
2.1.2 ข้าวกล้อง (อุไรวรรณ และคณะ, 2556)

ข้าวกล้อง เป็นข้าวที่มีการกะเทาะเปลือกออกเพียงอย่างเดียวและไม่ผ่านกระบวนการขัดสีหรืออาจมีการขัดสีเพียงเล็กน้อยเพื่อให้ง่ายต่อการหุงต้ม ดังนั้น ข้าวกล้องจึงยังคงมีส่วนของจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ด ซึ่งเป็นแหล่งของสารอาหารต่างๆ อาทิ ใยอาหาร วิตามินบี วิตามินอี ฯลฯ สารอาหารเหล่านี้นอกจากจะช่วยในการขับถ่ายแล้ว ยังช่วยป้องกันโรคเหน็บชา อาการปากนกกระจอก และยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติอีกด้วย คุณประโยชน์ต่างๆ ของข้าวกล้อง ผู้บริโภคจึงเริ่มให้ความสนใจในการบริโภคข้าวกล้องมากขึ้น ซึ่งมีรูปแบบการบริโภคหลากหลาย ทั้งการบริโภคข้าวกล้องเพียงอย่างเดียวและการผสมกับข้าวสารขาวที่ผ่านการขัดสีในอัตราส่วนต่างๆ อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังประสบปัญหาด้านการหุงต้มข้าวกล้องที่ได้จากข้าวแต่ละสายพันธุ์มักมีความต้องการปริมาณน้ำและเวลาการให้ความร้อนที่แตกต่างกันในการหุงต้มซึ่งพบว่า ต้องใช้เวลานานขึ้นและใช้น้ำในปริมาณมากขึ้นด้วยที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดของข้าวกล้องที่มีคุณสมบัติของใยอาหารที่สามารถดูดซับน้ำได้ดีและสามารถป้องกันการส่งผ่านของน้ำเข้าสู่เมล็ดภายในได้ การแช่น้ำในระยะเวลาหนึ่งก่อนการหุงต้มจะช่วยให้น้ำสามารถซึมผ่านเยื่อหุ้มเมล็ดเข้าสู่ส่วนของเนื้อเมล็ด (endosperm) โดยมีองค์ประกอบหลักเป็นแป้งจะดูดน้ำไว้จนอิ่มตัวและจะเกิดการพองตัวขึ้นเมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการหุงหรือต้ม การพองตัวของเม็ดแป้งจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการหุงต้มสูงขึ้นจนกระทั่งเม็ดแป้งสุกหรือที่เรียกว่า เกิดเจลาทิไนเซชัน (gelatinization) อย่างสมบูรณ์ หากเม็ดแป้งดูดซับน้ำได้ไม่เต็มที่หรือแช่ข้าวกล้องไม่นานพอ การเกิดเจลาทิไนเซชันจะไม่สมบูรณ์

ซึ่งเป็นสาเหตุของข้าวไม่สุก ข้าวแข็ง ข้าวกล้อง คือข้าวที่สีเอาเปลือกหรือแกลบออกเท่านั้น ไม่ได้ขัดสีเอารำออก สมัยก่อนที่ขังไม่มีเครื่องจักร เราใช้มือตำเอาแกลบหรือเปลือกออก เรียกว่า "ข้าวซ้อมมือ" เครื่องจักรสีข้าวสามารถสีอาแกลบออกแต่เพียงอย่างเดียวจะไม่ขัดเอารำออกก็ได้และข้าวที่สีแกลบออกแต่ไม่ได้ขัดเอารำออกนี้ เรียกว่า "ข้าวกล้อง" หรือบางคนยังเรียกติดปากกันว่า "ข้าวซ้อมมือ" หรือถ้าสียังเหลือรำหยาบไว้จะเรียกว่า "ข้าวแดง" ข้าวกล้องจะมีสีต่างๆ กันตั้งแต่ ขาว แดง น้ำตาลเข้ม น้ำตาลเทา และม่วงเกือบดำ สีของข้าวกล้องโดย gene หลายคู่

2.1.3 ข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) (อุไรวรรณ และคณะ, 2561)

เป็นการนำข้าวกล้องมาผ่านกระบวนการงอก โดยให้รากงอกยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1) ในระหว่างกระบวนการงอกของเอนโดสเปิร์มนิ่มลงและเอ็นไซม์ที่อยู่ในเมล็ดข้าวถูกกระตุ้นทำให้เกิดการสลายวิตามินแร่ธาตุ กรดอะมิโน เกลือแร่ เส้นใย และมีองค์ประกอบที่สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมของร่างกายได้ดีกว่าข้าวกล้องปกติ เช่น อินโนซิทอล กรดเฟอร์ฟูริก สารกาบา GABA Gamma-Aminobutyric Acid (แกมม่า อะมิโนบิวทีริก แอซิด) โทโคทรีนอล และแกมมาออริซานอล (γ-oryzanol) และพบว่าข้าวกล้องงอกมีรสชาติที่ดี เคี้ยวง่ายกว่าการบริโภคข้าวกล้องปกติ ง่ายต่อการทำให้สุก การรับประทานข้าวกล้องงอกอย่างต่อเนื่องมีผลต่อการป้องกันการปวดศีรษะ ลดการท้องผูก ป้องกันมะเร็งลำไส้ รักษาระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคหัวใจช่วยลดความดันโลหิต และป้องกันโรคความจำเสื่อม



ภาพที่ 1 ข้าวกล้องงอกและโครงสร้างของเมล็ดข้าว
ที่มา : นิรนาม (2556) และอรนงค์ (2547)

2.1.4 ขั้นตอนการผลิตข้าวกล้องงอก (อุไรวรรณ และคณะ 2561)

ได้ศึกษาขั้นตอนการผลิตข้าวกล้องงอก มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การแช่ข้าว (soaking process) เพื่อให้เกิดการดูดน้ำเข้าสู่เมล็ด และเกิดการกระจายตัวเข้าไปในส่วนต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอเพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดการงอกของเมล็ดและการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมขององค์ประกอบทางเคมีในเนื้อเมล็ด อัตราการดูดน้ำเข้าสู่เมล็ดและระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำที่แช่ ขนาดของเมล็ด ชนิดและสายพันธุ์ของข้าว เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 การงอก (germination process) เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสาร อาหารที่สะสมในเนื้อเมล็ดให้อยู่ในรูปโครงสร้างที่สลายได้ง่ายโดยการทำงานของเอนไซม์ ดังนั้น ในขั้นตอนการงอกของเมล็ดจึงมีการผลิตเอนไซม์เบต้าอะไมเลสเป็นหลัก การสร้างเอนไซม์เกิดในส่วน คัพภะ สิ่งที่บ่ง

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย

บอกว่าเกิดการงอกของเมล็ดคือการเกิดจุดขาวเป็นส่วนของรากเทียม และแทงทะลุส่วน pericarp และ testa ออกมา จากนั้น จึงเกิดการสร้างรากแท้

นอกจากนี้ อุไรวรรณ และคณะ (2561) ยังได้รายงานว่าการปรับปรุงกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกเพื่อให้มีลักษณะทางกายภาพที่ดีโดยสามารถนำมาหุงต้มได้ง่ายไม่เกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ มีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม ลดการแตกหักของข้าวและมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น สามารถทำได้โดยควบคุมปริมาณน้ำ (water content) และใช้ความร้อนชื้นในการทำแห้ง ซึ่งข้าวกล้องงอกที่ดีนั้นต้องมีปริมาณน้ำประมาณร้อยละ 13-16 ถ้าปริมาณน้ำน้อยกว่าร้อยละ 10 ข้าวจะเกิดการแตกหัก ถ้าปริมาณน้ำมากกว่าร้อยละ 18 จะมีแบคทีเรียและราขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาต่อการเก็บรักษา โดยปัญหาที่พบบ่อยในการผลิตข้าวกล้องงอกคือการมีกลิ่นไม่ดีและเกิดกลิ่นหมักขึ้นในระหว่างกระบวนการการงอก ซึ่งเกิดจากเมตาโบลิซึมภายในเมล็ดข้าว และจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ผิวหน้าของเมล็ดข้าวทำให้เกิดการเน่าขึ้น ดังนั้น จึงมีการรายงานการทดลองเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกทั้งเปลือก โดยนำไปแช่น้ำเกลือก่อน จากนั้นจึงนำไปแช่น้ำธรรมดา และเติมอากาศในระหว่างการงอก

2.1.5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะงอก (ชณัฐ, 2564)

เมล็ดธัญพืชต่าง ๆ รวมถึงเมล็ดข้าวจะสามารถเกิดการงอกได้นั้น ต้องอาศัยปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิด โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัยหลัก ประกอบไปด้วยปัจจัยแวดล้อมภายนอก (external environment factors) ได้แก่ ความชื้น ออกซิเจน และอุณหภูมิ ปัจจัยภายในเมล็ด ได้แก่ ระยะพักตัวของเมล็ด (dormancy) คุณสมบัติในการซึมผ่านเปลือกที่ห่อหุ้มเมล็ด (permeability) อายุหรือความเก่าใหม่ของเมล็ด (seed Age) และความสุกแก่ของ เมล็ด (maturity) เป็นต้น รายละเอียดของปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าว ประกอบด้วย

1) น้ำ หรือความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญอันดับแรกที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการงอก ทำให้ เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่ม ช่วยให้ออกซิเจนเข้าสู่ภายในเมล็ดกระตุ้นการหายใจของเมล็ดเพื่อเตรียม พลังงานที่จะใช้สำหรับการงอก และน้ำช่วยละลายอาหารที่สะสมไว้ในโมเลกุลใหญ่ย่อยเป็นโมเลกุล เล็ก และส่งไปยังจุดที่จะเจริญเป็นต้นอ่อน เช่น โปรตีนจะถูกย่อยเป็นโมเลกุลของกรดอะมิโน (Amino-acid) แป้งย่อยสลายแตกออกเป็นกลูโคส (glucose) และซูโครส (sucrose) เป็นต้น โดยทั่วไปเมล็ดในสภาพแห้งจะมีความชื้นประมาณร้อยละ 6-14 และการที่เมล็ดจะงอก ได้นั้นจะต้องมีความชื้นสูงถึงประมาณร้อยละ 30-60 ของน้ำหนักแห้ง แตกต่างกันตามชนิดของพืช สำหรับข้าว (*Oryza sativa* L.) ต้องมีความชื้นประมาณร้อยละ 32-35

2) ออกซิเจน การงอกของเมล็ดเกี่ยวข้องกับเซลล์ที่มีชีวิต และต้องใช้พลังงานจึง จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนสำหรับหายใจเพื่อย่อยสลายอาหารให้ได้พลังงานที่จำเป็นสำหรับการงอก โดยทั่วไปเมล็ดจะงอกได้ในบรรยากาศปกติซึ่งมีปริมาณออกซิเจนประมาณร้อยละ 20 อีกทั้ง ปริมาณออกซิเจนที่มากจะสามารถเพิ่มอัตราการงอกได้ นอกจากนี้ คาร์บอนไดออกไซด์มีส่วนต่อการงอกด้วย ปกติเมล็ดจะงอกได้ดีถ้าบรรยากาศ โดยรอบมีคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 0.03 แต่ถ้ามีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น จะส่งผลให้อัตราการงอกของเมล็ดลดลง และจะทำให้เมล็ดไม่งอกหากมีในปริมาณมากเกินไป

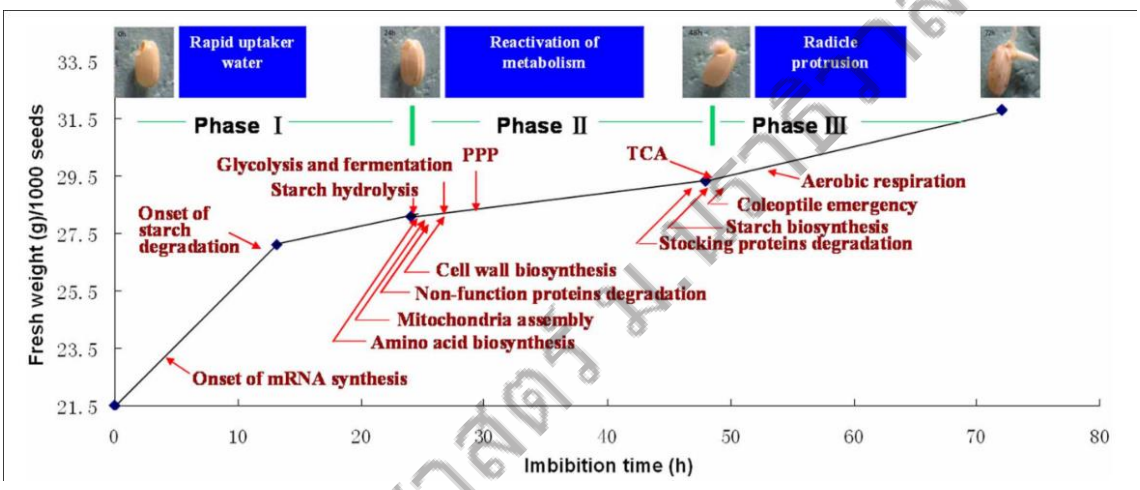
3) อุณหภูมิ เมล็ดพืชส่วนใหญ่งอกได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 10-35 องศาเซลเซียส ส่วนเมล็ดข้าวนั้นสามารถงอกได้ในช่วงอุณหภูมิ 10-42 องศาเซลเซียส โดยช่วงอุณหภูมิที่ เหมาะสมของข้าวอยู่

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส จะทำให้เมล็ดข้าวงอกได้เร็วที่สุด และมีร้อยละการงอก สูงสุดหากอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมอัตราการงอกจะลดลง และหากอุณหภูมิสูงหรือต่ำ กว่าช่วงที่งอกได้เมล็ดจะไม่งอก

2.1.6 ความสำคัญของการเพาะงอก (ชณัฐ,2564)

การงอกของเมล็ด (germination of seed) หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ภายในเมล็ดเป็นผลให้มีการเจริญเติบโตของต้นอ่อนไปเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ เหมาะสม โดยการงอกของเมล็ดข้าวสามารถอธิบายได้ในลักษณะโค้งรูปตัวเอส (“ S” Shape-Curve) แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลำดับกิจกรรมการงอกของเมล็ดข้าว
ที่มา : ชณัฐ (2564)

ระยะที่ 1 ระยะดูดน้ำ (rapid water uptake stage or rapid Imbibition Stage) เป็นช่วงแรกของกระบวนการงอก เมล็ดข้าวที่แห้ง และมีความชื้นต่ำเมื่อนำไปแช่น้ำในช่วง 24 ชั่วโมงแรก เมล็ดข้าวจะดูดน้ำเข้าไปภายในเมล็ดอย่างรวดเร็ว ในช่วงนี้มีผลให้เมล็ดข้าวมีน้ำเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 30 (เพิ่มขึ้นจาก 21.5 เป็น 28 กรัม/1,000 เมล็ด)

ระยะที่ 2 ระยะเริ่มงอก (reactivation of metabolism) เมล็ดดูดน้ำต่อจากระยะแรก อยู่ในช่วง 24-48 ชั่วโมง ของการแช่น้ำ (soaking period) ช่วงนี้จะเกิดกลไกการเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวอย่างมาก และมีปริมาณน้ำในเมล็ดข้าวประมาณร้อยละ 30-37 (ประมาณ 28-29.5 กรัม/1,000 เมล็ด จากน้ำหนักเริ่มต้น 21.5 กรัม/1,000 เมล็ด) ในช่วงปลายของระยะนี้จะสามารถ สังเกตเห็นปลายสีขาวจากบริเวณของเยื่อหุ้มต้นอ่อน (coleoptile) โผล่ออกจากคัพภะ

ระยะที่ 3 ระยะเจริญเติบโตหลังงอก (radical protrusion) เป็นระยะสุดท้ายในการดูดน้ำ ของเมล็ดข้าว อยู่ในช่วงที่เมล็ดข้าวแช่น้ำมากกว่า 48 ชั่วโมง เป็นต้นไป ระยะนี้เมล็ดงอกเป็นต้นอ่อน และพร้อมที่จะเจริญเติบโตต่อไป

คณะเกษตรศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์

2.1.7 บทบาทหน้าที่ของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

สารประกอบที่สามารถป้องกัน ยับยั้ง ควบคุม อนุมูลอิสระ ไม่ให้ไปกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือทำลายการเกิดกระบวนการเกิด ออกซิเดชัน ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญทำให้เกิดอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ ในร่างกายมีหลายชนิดทั้งที่เป็นเอนไซม์และสารอื่น ๆ โดยสารต้านอนุมูลอิสระจะทำหน้าที่ช่วย ยับยั้งอนุมูลอิสระไม่ให้มีผลทำลายเซลล์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้เสียสละให้อิเล็กตรอนแก่ อนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังช่วยขับไล่อนุมูลอิสระช่วยไม่ให้พวกอนุมูลอิสระก่อตัว ช่วยยับยั้งพวกโลหะ ช่วยหยุดยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระโดยทำให้อนุมูลอิสระคงตัว ซึ่งเป็นการหยุดการก่อตัวใหม่ของอนุมูลอิสระ ทั้งยังช่วยซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดจากอนุมูลอิสระทำลายเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย พร้อมทั้งกำจัด และแทนที่โมเลกุลที่ถูกทำลายในร่างกาย สารอนุมูลอิสระนี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหา สุขภาพหลายประการ ในขณะเดียวกันร่างกายก็สามารถจัดการกับอนุมูลอิสระได้ โดยการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระออกมาในกระแสเลือด เพื่อจับอนุมูลอิสระ โดยทั่วไปมนุษย์เราไม่สามารถสร้างสาร ต้านอนุมูลอิสระขึ้นมาได้ด้วยตัวเอง แต่เนื่องจากมนุษย์เป็นสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร ซึ่งพืชหลายชนิด มีสารเหล่านี้อยู่ในปริมาณสูง พืชจะสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ โดยการจับกับอนุมูลอิสระ ทำให้ลดการเกิดปฏิกิริยา ณ จุดตั้งต้นหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ (สุดารัตน์, 2560)

ปัจจุบัน พบว่า สารสกัดจากพืชหลายชนิดเป็นแหล่งสารต้านอนุมูลอิสระ พบได้ในพืชทั่วไป ได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี แคโรทีนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบเหล่านี้มีสมบัติช่วยในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในพืช ซึ่งมีความสำคัญในแง่ปกป้องร่างกายของคนเราไม่ให้แก่เร็ว มีบทบาทในกระบวนการซ่อมแซมร่างกาย ช่วยป้องกันโรคเสื่อมต่าง ๆ และช่วยรักษาอาการของโรคภูมิต้านทาน อย่างไรก็ตามสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในธรรมชาติมี 4 ประเภท (Frankel and Meyer, 2000: 1925 - 1941) ได้แก่

1) เอนไซม์ที่สร้างได้ในเซลล์ร่างกาย ได้แก่ คะตะเลส (Catalase) ซุปเปอร์ออกไซด์ดิวมิวเตส (Superoxide Dismutase) และกลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (GlutathionePeroxidase) เป็นต้น

2) กลุ่มของวิตามิน ได้แก่ วิตามินอี ในถั่ว ธัญพืช รำ ข้าวกล้อง งา และวิตามินซีในผลไม้ ผักสด เป็นต้น

3) กลุ่มของแร่ธาตุ เช่น ซิลิเนียม และสังกะสี ซึ่งทำหน้าที่เป็นโคแฟกเตอร์ (Co-factors) ของเอนไซม์ต้านออกซิเดชัน

4) กลุ่มสารเคมีจากพืช เป็นสารเคมีจากพืชที่ไม่ใช่วิตามินและสารอาหาร เช่น แคโรทีน (Carotene) ไลโคปีน (Lycopene) แซนโธฟิล (Xanthophylls) แทนนิน (Tannin) และ ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นต้น

จากรายงานของ พรพรรณ พัวไพบูลย์ (2549) พบว่า ในพืชผัก ผลไม้ และสมุนไพร ต่าง ๆ มีสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระอยู่มากมายแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช การวิเคราะห์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จะใช้วิธีเปรียบเทียบสารวิตามินอี วิตามินซี โดยวิธี 3-ter-buty-4-hydroxyanisole (BHA) และวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylthdeazyl (DPPH) ซึ่ง DPPH assay จะเป็นวิธีที่นิยมและทำได้ง่าย เนื่องจาก 2,2-diphenyl-1-picrylthdeazyl เป็นอนุมูลอิสระที่เสถียร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย

สามารถทดสอบความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของสารตัวอย่าง ซึ่งสารดังกล่าวจะมีสีม่วงในเอทานอล และมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 517 nm เมื่อสาร DPPH ได้รับ $H^{+\cdot}$ จากสารต้านอนุมูลอิสระ สาร DPPH ก็จะเปลี่ยนเป็นสารละลายสีเหลือง ซึ่งการสังเกตสีและการวัดค่าการดูดกลืนแสงก่อนและหลังทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระจะทำให้ทราบความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างได้ หากสารทดสอบมีฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระก็จะทำให้ค่าดูดกลืนแสงของอนุมูลอิสระนั้นค่อย ๆ ลดลง (บัวใส, 2552)

ในพืชผักและผลไม้สารต้านอนุมูลอิสระที่มีบทบาทและมีคุณสมบัติต้านการออกซิเดชัน ได้แก่ สารกลุ่มโพลีฟีนอล หรือสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compound) ทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระในปฏิกิริยาออกซิเดชันของมัน สารในกลุ่มนี้นอกจากจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีแล้ว ยังสามารถเปลี่ยนอนุมูลอิสระในรูปที่มีสามารถทำลายเซลล์ ให้อยู่ในรูปที่ไม่ทำให้เกิดพิษต่อเซลล์ โดยมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ได้หลายชนิด และมีฤทธิ์ต้านการอักเสบอีกด้วย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธิดา และคณะ (2565) ได้ศึกษาปริมาณกาบา (GABA) ในข้างฮางงอกและข้าวกล้องงอกของข้าว 7 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวชัยนาท 1 ข้าวเหลืองอ่อน ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้าวหอมปทุม ข้าวกข 15 ข้าวกข 61 และข้าวกข 41 ที่แช่น้ำตามเวลาของอัตราการมีชีวิตที่สมบูรณ์เปรียบเทียบกับการแช่น้ำที่ 24 ชั่วโมง อัตราการมีชีวิตของเมล็ดข้าวโดยทดสอบอัตราการหายใจด้วยวิธีเททระโซเลียม พบว่า ข้าวแต่ละสายพันธุ์มีระยะเวลาที่มีอัตราการมีชีวิตที่สมบูรณ์ต่างกัน เมื่อนำข้าวทั้ง 7 สายพันธุ์มาแบ่งเป็นกลุ่ม ได้แก่ 1) ข้าวดิบ (ข้าวที่ไม่ได้บ่มเพาะงอก) 2) ข้าวฮางงอกและข้างกล้องงอกที่แช่น้ำ 24 ชั่วโมง 3) ข้าวฮางงอกและข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำตามอัตราการมีชีวิตสมบูรณ์ และนำมาวิเคราะห์ปริมาณกาบา โดยข้าวดิบที่ไม่ได้บ่มเพาะงอกทั้ง 7 สายพันธุ์มีปริมาณกาบา 4.9 7.4 6.9 7 4 8.5 และ 6.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ข้าวฮางงอกและข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำ 24 ชั่วโมงและแช่น้ำตามอัตราการมีชีวิตสมบูรณ์จะให้ปริมาณสารกาบาสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้บ่มเพาะงอกถึง 1.5-3.5 เท่า โดยข้าวที่ผ่านการบ่มเพาะงอกแต่ละสายพันธุ์ให้ปริมาณกาบาสูงสุดที่ระยะเวลาการบ่มงอกต่างกัน และเมื่อนำมาเปรียบเทียบปริมาณสารกาบาสูงสุดของข้าวฮางงอกและข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำ 24 ชั่วโมง และการแช่น้ำตามเวลาอัตราการมีชีวิตที่สมบูรณ์จึงพบว่าให้ปริมาณกาบาที่ใกล้เคียงกัน

กาญจนา และคณะ (2562) ได้ทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องที่มีสีและไม่มีสี ที่ผ่านกระบวนการงอกและกระบวนการหุงด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีสีม่วงแดงมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่มีสีขาว โดยมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีทีอีเอซีเท่ากับ 883.03 และ 690.14 ไมโครโมลต่อกรัม และนำข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์มาผ่านกระบวนการหุงในสภาวะอุณหภูมิในหม้อหุงข้าวไฟฟ้าในครัวเรือน พบว่า ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระลดลงทั้ง 2 สายพันธุ์เท่ากับร้อยละ3.57 และ 3.81 ของข้าวสายพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่หุงและข้าวหอมดอกมะลิ 105 หุง นอกจากนี้กระบวนการงอกหลังจากการแช่น้ำ 12 ชั่วโมง และปล่อยให้งอก 2 วัน พบว่า ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระลดลงทั้ง 2 สายพันธุ์ นอกจากข้าวไรซ์เบอร์รี่งอกหุงจะยังคงมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่มากกว่าข้าวหอมดอกมะลิงอกหุงที่เท่ากับ 2.16 เท่า จะเห็นได้ว่าข้าวที่มีสีอาจจะมีปริมาณแอนโทไซยานินที่มีฤทธิ์เป็นสาร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวไม่มีสีและการงอกที่ระยะเวลาที่ไม่มีผลในการเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ ในขณะที่กระบวนการหุงทำให้สารต้านอนุมูลอิสระลดลงทั้ง 2 สายพันธุ์

ปวีณา และประภัสสร (2555) ได้ศึกษาการแปรรูปเมล็ดข้าวไทยบางสายพันธุ์เพื่อที่จะเพิ่มคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยได้นำข้าวไทย 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวดอกมะลิ (กข105) ข้าวเหนียว (กข6) ข้าวเหนียวดำ และข้าวแดง โดยแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอก ข้าวฮางและข้าวคั่ว และนำมาสกัดด้วยเอทานอล 80% เพื่อทดสอบหากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay และ Ferric reducing ability of plasma (FRAP) assay และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin – Ciocalteu method พบว่าข้าวหอมมะลิ และข้าวแดงที่แปรรูปเป็นข้าวฮางงอกและข้าวกล้องงอก มีกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวกล้อง ขณะที่ในข้าวเหนียวและข้าวเหนียวดำ พบว่า ข้าวเหนียวที่ผ่านการแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอกนั้น จะมีกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวกล้อง เป็นเพราะข้าวทั้งสองสายพันธุ์นี้มีเปอร์เซ็นต์ของการสกัดต่ำ ซึ่งมีเฉพาะข้าวกล้องงอกของข้าวหอมมะลิ และข้าวฮางงอกของข้าวแดง เท่านั้นที่มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้น เมื่อนำมาเทียบกับข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการแปรรูป ส่วนที่มีการแปรรูปโดยวิธีการคั่ว พบว่ามีผลต่อกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของข้าวทุกสายพันธุ์น้อยมาก

ไพฑูรย์ (2551) ศึกษาการผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวเหนียว กข.6 และข้าวเจ้าชัยนาท 2 ทำการศึกษาหาช่วงเวลาการแช่น้ำที่เหมาะสมในการผลิตข้าวกล้องงอก โดยแช่ข้าวกล้องทั้งสองพันธุ์ในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 และ 23 ชั่วโมง จากนั้นทำให้ข้าวสะเด็ดน้ำแล้วบ่มต่อในสภาพชื้นเป็นเวลา 23 21 19 17 15 13 11 9 7 5 3 และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ แล้วลดความชื้นให้เหลือร้อยละ 12$\pm$1 (น้ำหนักสด) พิจารณาระยะเวลาแช่น้ำที่เหมาะสมจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารโอรีซานอล พบว่า ข้าวเหนียว กข.6 มีปริมาณโอรีซานอลเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการแช่น้ำนานขึ้น โดยการแช่น้ำที่ระยะเวลา 19 ชั่วโมงจะมีปริมาณโอรีซานอลสูงสุด คือ 22.59 ppm สำหรับข้าวชัยนาท 2 พบว่า การแช่น้ำเป็นระยะเวลาที่นานขึ้นมีแนวโน้มที่ปริมาณสารโอรีซานอลจะเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกับที่พบในข้าวกล้องงอกพันธุ์ กข.6 โดยข้าวที่แช่น้ำเป็นเวลา 19 ชั่วโมง จะมีปริมาณสารโอรีซานอลจะเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 19.08 ppm จึงเลือกระยะเวลาการแช่ข้าว 19 ชั่วโมง สำหรับการทำข้าวกล้องงอกพันธุ์ กข.6 และ 23 ชั่วโมงสำหรับพันธุ์ชัยนาท 2

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

ข้าวกล้อง 2 สายพันธุ์ ได้แก่ หอมกระดังงา จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านโคกมะม่วง หมู่ 4 ต.พร่อน อ.ตากใบ จ.นราธิวาส และหอมมะลิ 105 ทางการค้า ซื้อจากห้างสรรพสินค้า Big-C เมืองนราธิวาส

3.2.2 เครื่องมือ,อุปกรณ์

1) ออโต้ไมโครปิเปต (auto micropipettes)
2) ตู้อบลมร้อน (hot air oven) ยี่ห้อ memmert
3) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล 3 ตำแหน่งและเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล 4 ตำแหน่ง
4) เครื่องปั๊มสูญญาอากาศ ยี่ห้อ MILLIPORE
5) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)
6) โถดูดความชื้น
7) เครื่องเขย่าสาร (vortex)
8) เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์
9) ปากคีบ (Forceps)
10) กระบอกตวง
11) ผ้าขาวบาง
12) กระดาษกรอง No.1 (ยี่ห้อ Whatman)
13) เครื่องปั่น (ยี่ห้อ SHARP)
14) เตาแก๊ส
15) หม้อ
16) ซึ้งนึ่งสแตนเลส
17) ถาดอะลูมิเนียม
18) กะละมัง
19) อลูมิเนียมฟอยด์
20) ถุงมือยาง
21) ถุงมือผ้า
22) กล่องพลาสติก ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
23) ตะแกรงร่อนขนาด 100 mesh

คณะวิทยาศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

3.2.3 สารเคมี

1. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)
2. Ethanol ความเข้มข้นร้อยละ 95
3. กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid)
4. โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite) ความเข้มข้นร้อยละ 10

3.2 การเตรียมผงข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมกระดังงา และข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมมะลิทางการค้า (ดัดแปลงจาก Charoenthaikij *et al*. 2009)

ทำการคัดเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ทั้ง 2 สายพันธุ์ ข้าวกล้องหอมกระดังงาและข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า ชั่งเมล็ดข้าวน้ำหนัก 250 กรัม นำไปแช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปครอไรค์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (w/v) ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร นาน 30 นาที และล้างน้ำสะอาดจนหมดกลิ่น (4-5 รอบ) และนำมาแช่น้ำเปล่าในถุงพลาสติก ที่อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:3 ที่อุณหภูมิห้อง และเปลี่ยนน้ำทุกๆ 6 ชั่วโมง จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด สะเด็ดน้ำ แล้วนำมาบ่มโดยใช้ผ้าขาวบางรองและห่อใส่ในกล่องพลาสติกขนาด 1,000 มิลลิกรัม จากนั้นนำมาบ่มงอกที่ระยะเวลา 0 24 48 ชั่วโมง นำไปบ่มในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 0 24 และ 48 ชั่วโมง นำไปนึ่งด้วยน้ำเดือด 10 นาที รองผ้าขาวบางลงบนถาดอะลูมิเนียมและเกลี่ยข้าวกล้องงอกที่นึ่งให้สม่ำเสมอและนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำออกมาผึ่งให้เย็นและนำไปบดให้ละเอียดเป็นผงข้าวกล้องงอกทั้ง 2 สายพันธุ์ ร่อนผงข้าวกล้องงอกผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100 mesh และเก็บบรรจุใส่ถุง

3.3 การวิเคราะห์ผล

3.3.1. ร้อยละผลได้ (% yield)

จดบันทึกน้ำหนักของข้าวกล้องก่อนทำเป็นผงและนำหนักหลังผลิตเป็นผงข้าวกล้องงอก แล้วมาคำนวนหาร้อยละผลได้ ดังสูตร

$$\text{ร้อยละผลได้} = \frac{\text{น้ำหนักผงข้าวกล้อง}}{\text{น้ำหนักข้าวกล้องเริ่มต้น}} \times 100$$

3.3.2. ร้อยละความชื้น ตามวิธี (AOAC, 1990) แสดงในภาพผนวก

3.3.3. กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดโดยวิธี DPPH (ดัดแปลงจาก วิลาวัลย์ และคณะ 2562)

ชั่งตัวอย่างผงข้าวกล้องงอกน้ำหนัก 1.5 มิลลิกรัม ละลายด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 50 ในหลอดทดลอง ดูดสารละลาย 1,000 ที่เติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดทดลองให้สนิท ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่า และปล่อยให้ทำปฏิกิริยานาน 20 นาที ในที่มืดและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณหากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจากกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิก

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลการวิเคราะห์ผลการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS (Statistics Package For the Social Sciences สำหรับใช้งานฟรี 30 วัน) จากคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.5 ระยะเวลาและสถานที่ในการดำเนินการวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ 2565 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ 2567

สถานที่ทำการวิจัย ห้องปฏิบัติการและแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร ชั้น 4 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

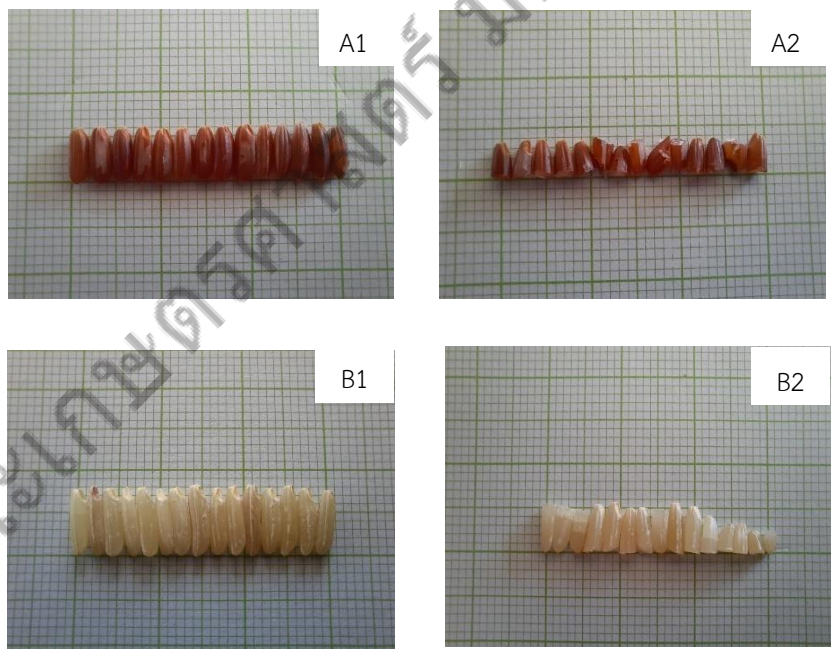
บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ผลการวิจัย

4.1.1 การคัดแยกเมล็ดข้าวกล้อง 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาการเตรียมผงข้าวกล้องงอกจากข้าว 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวหอมกระดังงาและข้าวหอมมะลิ 105 ทางการค้า โดยการทำการคัดแยกเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์และเมล็ดข้าวที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเมล็ดข้าวกล้องที่สมบูรณ์จะมีจมูกข้าวที่ปลายจมูกและเป็นเมล็ดข้าวกล้องที่ อวบ เรียว ไม่มีการแตกหักเป็นครึ่งท่อนหรือไม่มีจมูกข้าว (ภาพที่ 3) จากการทดลอง พบว่า เมื่อใช้ปริมาณข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ จำนวน 1 กิโลกรัม ข้าวหอมกระดังงาจะให้ปริมาณเมล็ดที่สมบูรณ์เท่ากับ 660 กรัม ในขณะที่ข้าวหอมมะลิ 105 ทางการค้า ให้น้ำหนักเท่ากับ 700 กรัม จึงนำเมล็ดข้าวที่มีความสมบูรณี ไปทำการทดลองต่อไป



ภาพที่ 3 ลักษณะของเมล็ดข้าวกล้องที่สมบูรณ์และเมล็ดข้าวกล้องที่ไม่สมบูรณ์ 2 สายพันธุ์ (A คือ ข้าวกล้องหอมกระดังงา, B คือ ข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า หมายเลข 1 คือข้าวที่สมบูรณ์, 2 คือ ข้าวที่ไม่สมบูรณ์

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นเรศวร

4.1.2 ร้อยละผลได้และปริมาณความชื้นของผงข้าวกล้องงอก

ชั่งเมล็ดข้าวกล้องที่สมบูรณ์น้ำหนัก 250 กรัม นำเมล็ดข้าวกล้องมาแช่น้ำเป็นเวลาระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิห้อง และนำไปบ่มงอกเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปบดเป็นผง และนำมาวิเคราะห์ร้อยละผลได้เปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่า ผงข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมกระดังงามีร้อยละผลได้ระหว่าง 61.60-85.00 โดยที่ระยะเวลาในการแช่น้ำนาน 48 ชั่วโมง และการบ่มงอกที่ 48 ชั่วโมง ให้ร้อยละผลได้มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 85.00 ($P<0.05$) ทั้งนี้ที่ระยะเวลาการแช่ที่ 24 ชั่วโมง และการบ่มงอกที่ 24 ชั่วโมง มีร้อยละผลได้น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 61.60 ขณะที่ผงข้าวกล้องงอกข้าวหอมมะลิ 105 ทางการค้า มีร้อยละผลได้ตั้งแต่ 55.60-77.60 โดยการแช่น้ำที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง และการบ่มงอกที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง มีร้อยละผลได้มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 74.80 ไม่แตกต่างกับการแช่น้ำที่24 ชั่วโมงและการบ่มงอกที่ 24 กับ 48 ชั่วโมง ($P<0.05$) พบว่า การแช่น้ำ 48 ชั่วโมงและระยะเวลาการบ่มงอกที่ 24 ชั่วโมง มีร้อยละผลได้น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 55.60 แสดงดังตารางที่ 1

จากการเตรียมผงข้าวกล้องงอก พบว่า ปริมาณความชื้นของผงข้าวกล้องงอก สายพันธุ์ข้าวหอมกระดังงา มีร้อยละความชื้นเท่ากับ 9.52-12.41 ขณะที่ข้าวกล้องหอมกระดัง มีร้อยละความชื้นเท่ากับ 9.85-12.73 (ตารางที่ 1) โดยชุดข้าวกล้องหอมกะดังงาที่การแช่ 24 ชั่วโมง บ่มงอกที่ 48 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นมากที่สุดร้อยละ 12.41 และที่การแช่ 24 ชั่วโมง บ่มงอกที่ 24 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด ร้อยละ 9.52 ในชุดข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 ทางการค้า ที่แช่ 24 บ่มที่ 24 และ 48 ชั่วโมงและชุดที่แช่ 48 ชั่วโมง บ่มเพาะที่ 48 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นมากที่สุด ($P<0.05$)

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยฯ

ตารางที่ 1 ร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์และร้อยละปริมาณความชื้นของผงข้าวกล้องงอกจากข้าว 2 สายพันธุ์ ได้แก่ หอมกระดังงา และหอมมะลิ 105 ทางการค้า ที่ระยะเวลาการแช่น้ำและการงอกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

สายพันธุ์ข้าวกล้อง	ระยะเวลา		ผลได้ (ร้อยละ)		ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	
	การแช่น้ำ (ชั่วโมง)	การบ่มงอก (ชั่วโมง)				
ข้าวกล้องหอมกระดังงา	0	0	72.20±1.98	bc	9.93±0.10	b
	24	24	61.60±7.35	ef	9.52±0.09	b
		48	62.00±3.96	ef	12.41±0.28	a
	48	24	70.40±0.00	cd	9.78±0.16	b
		48	85.00±0.85	a	11.27±0.09	b
ข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า	0	0	77.60±0.57	ab	10.00±0.06	b
	24	24	64.60±1.41	bcd	11.20±0.12	b
		48	73.20±0.57	bc	9.85±0.45	b
	48	24	55.60±0.00	f	12.30±0.07	a
		48	74.80±7.35	b	12.73±2.55	a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายในตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P<0.05$ โดยใช้ Duncan

สำหรับลักษณะของข้าวกล้องงอกหอมกระดังงาและข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้าที่ระยะเวลาของการแช่น้ำและการบ่มงอกที่ต่างกัน แสดงในภาพที่ 4

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4 ลักษณะของข้าวกล้องงอกหอมกระดังงา (ซ้าย) และข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 ทางการค้า (ขวา) ที่ระยะเวลาการแช่น้ำและการ บ่มงอกต่างกัน

คณะเกษตรศาสตร์ มน. บรีรัมย์ฯ

4.1.3 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผงข้าวกล้องงอกทั้ง 2 สายพันธุ์

จากการศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผงข้าวกล้องงอกจากข้าว 2 สายพันธุ์ โดยคำนวณเปรียบเทียบค่าปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระค่ามาตรฐานจากสมการ y = 9.9375x + 1.0913 (R2 = 0.9325) พบว่า ผงข้าวกล้องหอมกระดังงาที่ผ่านการแช่น้ำระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง และการบ่มงอกที่ระยะเวลา 0, 24 และ 48 ชั่วโมง มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ตั้งแต่ร้อยละ 73.31-80.19 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยที่ระยะเวลาในการแช่ข้าว 48 ชั่วโมง ที่ระยะเวลาการบ่มงอกที่ 24 ชั่วโมง มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดร้อยละ 80.19 สำหรับผงข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 ทางการค้า ที่ผ่านการแช่น้ำระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง และการบ่มงอกที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ตั้งแต่ร้อยละ 11.14-52.34 โดยที่ระยะเวลาในการแช่ 24 ชั่วโมง ที่ระยะเวลาการบ่มงอกที่ 24 ชั่วโมง มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดร้อยละ 52.34 และที่ระยะเวลาในการแช่ 48 ชั่วโมง ที่ระยะเวลาการบ่มงอกที่ 24 ชั่วโมง มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด ร้อยละ 11.14

จากการทดลอง เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณ DPPH ของผงข้าวกล้องงอกที่ทำการทดลองกับปริมาณกรดแอสคอร์บิกหรือวิตามินซี พบว่า ค่าสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้องงอกทั้ง 2 สายพันธุ์ สามารถเปรียบเทียบได้กับปริมาณของการได้รับวิตามินซี ปริมาณเท่ากับ 111.80-797.98 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผงข้าวกล้องและสารละลายมาตรฐานแอสคอร์บิก

สายพันธุ์ข้าว	สภาวะการเตรียม		ร้อยละ DPPH		Ascorbic acid (mg/L)
	ระยะเวลาการแช่น้ำ (hr.)	ระยะเวลาการบ่มงอก (hr.)			
ข้าวกล้องหอมกระดังงา	control	control	78.32±0.02	a	779.40
	24	24	79.92±5.34	a	795.30
		48	73.83±9.99	a	734.78
	48	24	80.19±0.69	a	797.98
		48	73.31±12.28	a	729.61
ข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า	0	0	27.32±1.61	c	272.58
	24	24	52.34±3.20	b	521.22
		48	15.31±0.01	cd	153.23
	48	24	11.14±0.76	d	111.80
		48	42.64±0.74	b	424.83

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายในตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P<0.05 โดยใช้ Duncan

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย

4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

สุดารัตน์, 2552 กล่าวว่าข้าวที่มีคุณภาพดีเมล็ดภายในข้าวกล้องจะยังคงมีเยื้อหุ้มเมล็ด เอนโดสเปิร์ม และคัพภะอยู่ภายใน ดังแสดงในภาพที่ 1 จากการคัดแยกเมล็ด พบว่าข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า ลักษณะที่สมบูรณ์มากกว่าข้าวกล้องหอมกระดังงา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ลักษณะโครงสร้างของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ มีความแตกต่างกัน โดยข้าวหอมมะลิ 105 ทางการค้ามีโครงสร้างที่แข็งแรงกว่า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,(ม.ป.ป.) และข้าวหอมมะลิ 105 ทางการค้า มีการขัดสีมาแล้วเบื้องต้น จึงมีผลให้ข้าวที่ใช้มีลักษณะที่แข็งแรงกว่าข้าวกล้องหอมกระดังงาซึ่งยังไม่ผ่านการขัดสี (พลกฤษณ์, 2557) โดยนำข้าวกล้องหอมกระดังงา และหอมมะลิ 105 ทางการค้า มาผ่านกระบวนการบ่มงอก จะเห็นได้ว่าข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า เกิดการงอกได้ดีกว่า สังเกตจากปลายสีขาวจากบริเวณของเยื่อหุ้มต้นอ่อนโผล่ออกจากคัพภะ ซึ่งข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้าสามารถดูดซึมน้ำได้ดีกว่าข้าวกล้องหอมกระดังงา ส่งผลให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่ม ช่วยให้ออกซิเจนเข้าสู่ภายในเมล็ดกระตุ้นการหายใจของเมล็ดเพื่อเตรียมพลังงานที่จะใช้สำหรับการงอก (ชณัฐ,2564) ซึ่งทำให้เกิดการงอกเร็วกว่าข้าวกล้องหอมกระดังงา จากนั้นได้ทำการอบแห้ง และบดเป็นผงข้าวกล้องงอก

จากการวิเคราะห์ร้อยละผลได้ของผงข้าวกล้องงอกทั้งสองสายพันธุ์ พบว่า ผงข้าวกล้องงอก ที่ระยะเวลาในการแช่น้ำที่ 48 ชั่วโมง มีปริมาณร้อยละผลได้มากกว่าระยะเวลาในการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 1) ทั้งนี้ เนื่องจากระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการอ่อนนุ่มของโครงสร้างเมล็ดข้าว (เทวิกา และ วรนุช 2553) เมื่อผ่านการบดและร่อนผ่านกระแกรง จึงส่งผลให้ปริมาณร้อยละผลได้ มีค่ามากขึ้น พบว่า เมื่อเพิ่มเวลาในการบ่มงอก จะส่งผลให้ร้อยละผลได้ของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อใช้เวลาบ่มนานขึ้น เมล็ดข้าวจะมีการงอก ส่งผลให้องค์ประกอบแป้งในเมล็ดข้าว จากการทดลอง พบว่า เมื่อระยะเวลาในการบ่มงอกเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้นของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์มีค่าเพิ่มขึ้น ณัฐธิดา กมลวรรณ และอนุวัตร (2554) กล่าวว่า เกณฑ์มาตรฐานความชื้นที่แป้งจากข้าวควรมี ต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 (มอก.638-2529)

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH พบว่า กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องหอมกระดังงามีค่ามากกว่าข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า ($P<0.05$) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก ข้าวกล้องหอมกระดังงา เป็นข้าวที่มีสีแดง ซึ่งมีสารแอนโทไซยานินเป็นองประกอบ (Kamolchanok et al., 2013) ส่งผลให้มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า โดยข้าวกล้องที่นำมาทดลอง มีค่าการต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูง โดยเกิดจากเมล็ดข้าวมีส่วนของจมูกข้าวและเยื้อหุ้มเมล็ด ซึ่งเป็นแหล่งของสารอาหารต่างๆ อาทิ ใยอาหาร วิตามินซี วิตามินอี เป็นต้น จึงส่งผลให้ข้าวกล้องมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสะที่สูง (อ้างอิง) นอกจากนี้กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกซึ่งผ่านการแช่น้ำ และให้ความร้อนช่วงอบแห้ง ส่งผลต่อการลดลงของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าว โดยอจาจะไปทำลายวิตามินบีและวิตามินซี ที่เป็นองค์ประกอบของเยื้อหุ้มเมล็ด

ศูนย์วิทยทรัพยากร มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

1. การเตรียมที่ต่างกันส่งผลให้ ค่าร้อยละผลได้ของผงข้าวกล้องงอก มีความแตกต่างกัน โดยระยะเวลาการบ่มงอกที่เพิ่มขึ้น สามารถเพิ่มร้อยละผลได้ของข้าวกล้องได้

2. ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์ มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการแช่และการบ่มงงอก โดยมีค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 73.31-80.19 ในชุดผงข้าวกล้องหอมกระดังงาและมีค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 11.14-52.34 ในชุดผงข้าวกล้องหอมะลิ 105 ทางการค้า

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาชนิดข้าวกล้องในจังหวัดนราธิวาสและสภาวะในการเพาะงอกของข้าวแต่ละชนิด และสารเคมีที่ใช้ในการแช่ฆ่าเชื้อข้าวกล้อง

5.2.2 ควรศึกษาเพิ่มการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพของผงข้าวกล้องงอกหอมกระดังงาและข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า เช่น ควรเลือกวิธีการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระหลายๆแบบ การละลายแบบ 2,2'-azino-bis (3-Ethylbenzothiazoline-6-Sulfonic Acid) (ABTS) radical scavenging activity และ Ferricion reducing antioxidant power (FRAP) assay

คณะเกษตรศาสตร์ มน.นราธิวาส

เอกสารอ้างอิง

กณิตา ธนเจริญชณภาส, นเรศ ขำเจริญ , โอรส รักชาติ และภาวัช วิจารัตน์. (2563). ผลของการเพิ่มระดับอุณหภูมิตามแนวโน้มภาพฉายอนาคต RCP4.5 และ RCP8.5 ที่มีต่อปริมาณผลผลิต สตาร์ช และค่าความหวานของข้าวไทย: พันธุ์ กข29 และไรซ์เบอรี่. **วารสารเกษตรนเรศวร.** 17(1) : 1-19.

กาญจนา และคณะ. (2562). การวิเคราะห์หาสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมมะลิ 105. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 4 : 95-108

จริยารัตน์ ฟื้นตน, เบญญาภา พุดสิน , สุภาภรณ์ ฤมิตร, สุวจี สารีสุข, ศศิวิมล แดงอิ่ม, อาภัสรา คุ้มเณร, ณัฐธิดา ยศปัญญา, มณฑา หมื่ไพรพฤกษ์ และณัฐภาณี บัวดี. (2560). ค่า pH กรดแลคติกและกรดแอล-แอสคอร์บิก (วิตามินซี) ของผลิตภัณฑ์น้ำฝาถังจากถังน้ำหมักมะเฟือง: ศูนย์เรียนรู้ชีวิตพอเพียง บ้านดาดทองเจริญ ต.อ่างทอง อ.เมือง จ.กำแพงเพชร. หน้า 1026-1030. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4**. สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

จินดา จันดาเรือง และสุทธิเดช ปรีชารัมย์. (2559) ปริมาณสารกาบาและสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดต่อกิจกรรมการต้านสารอนุมูลอิสระของข้าวฮางงอกและข้าวข้าวกล้องงอกจังหวัดสกลนคร. หน้า 1800-1808.**การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 13.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ชณัฐ วิพัทนะพร. (2564). **ผลของปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตข้าวกล้องงอกด้วยเครื่องสำหรับเร่งกระบวนการแช่และเพาะงอก**. วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ณัฐธิดา มหาชัยราชัน, กมลวรรณ แจ้งชัด, และอนุวัตรแจ้งชัด. (2554). ผลของไฮโดรคอลลอยด์และความชื้นของส่วนผสมต่อคุณภาพของอาหารเช้าชนิดแผ่นจากแป้งข้าวกล้องงอก. หน้า 1-8. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49.** ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทศพร นามโฮง. (2565). **อาหารฟังก์ชัน:ส่วนผสมที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารพฤกษเคมีธรรมชาติและโปรไบโอติก**.[`ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา: file:///C:/Users/User/Downloads. [2 ตุลาคม 2565]

เทวิกา กีรติบูรณะ และ วรนุช ศรีเจษฎารักข์. (2553). **ผลของการอบแห้งแบบถาดของข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 งอกต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ**. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ธิดา อมร, อภิญญา ตั้งเพียร, เย็นหทัย แน่นหนา และสุธน เสถียรยานนท์. (2565). ผลของระยะเวลาในการแช่ต่ออัตราการมีชีวิตของเมล็ดและปริมาณกาบาของข้าวฮางงอกและข้าวกล้องงอก. **วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง**. ปีที่ 3 , 55-69.

นิรนาม. (2556). **ข้าวกล้องงอกสารพัดประโยชน์**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://live.phuketindex.com/th/germinated-brown-rice. [24 พฤศจิกายน 2565]

คณะเกษตรศาสตร์ ม. นครศรีฯ

ปวีณา รัตนเสนา และประภัสสร บุษหมั่น. (2555). กิจกรรทต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดในข้าวกล้อง ข้าวกลล้องงอก และข้าวฮางงอกของข้าวไทยบางสายพันธุ์. หน้า 623-627. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 2**. ภาควิชาเทคโนลีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พรพรรณ พัวไพบูลย์. (2549). **การศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอสิระในไวน์ที่ผลิตจากเปลือกและแกนผลไม้**. รายงานวิจัย. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

พลกฤษณ์ คุ้มกล่ำ. (2557). **ผลความแกร่งของเมล็ดข้าวสารต่อคุณภาพการสี**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ไพฑูรย์ ละลา. (2551). **การผลิตข้าวกล้องงอก และผลของการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก.** วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่, บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ไพรินทร์ หละวัน, อรุณลักษณ์ โชตินาครินทร์ และมนตรา ศรีษะแย้ม. (2562). การศึกษากิจกรรมการยับยั้งแบคทีเรียและการต้านอนุมูลอิสระของคีเฟอร์จากนมข้าวกล้องงอก. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 50: 483-488.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (ม.ป.ป.). **ข้าวขาวดอกมะลิ 105**. แหล่งที่มา http://www.pirun.ku.ac.th

มะลิวรรณ์ คำจัตุรัส, รัตนาภรณ์ วิเศษสิงห์, พินิจ เจ๊กอิน, โสรยา แก้วลา, วิษนุ ธงไชย และสุวรรณา ธงไชย. (2557). **ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก**. หน้า 275-284. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

วัชระ ภูรีวิโรจน์, อรพิน วัฒเนสก์, อนนท์ สุขสวัสดิ์, ดารา เจตนะจิตร, วันทนา ศรีรัตนศักดิ์, สุวัฒน์ รวยอารีย์, ลือชัย อารยะรังสฤษฏ์, อาทิตย์ กุดำอู, เอกสงวน ชูวิสิฐกุล, กัญญา เชื้อพันธุ์, ละม้ายมาส ยังสุข และชาญชัย โรจนสโรช. (2548). **เอกสารวิชาการข้าว**. 2. โรงพิมพ์ดอกเบี้ย กทม.

ศานต์ เศรษฐชัยมงคล และอัญชิสา กุลทวีสุข. (2561). นมเปรี้ยวคีเฟอร์: เทคโนโลยีชีวภาพจากมุมมองวิทยาการด้านโอมิกส์. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**. 13: 1-18.

ศิริประภา มงคลมะไฟ, วิลาวัลย์ บุณย์ศุภา, กิตติศักดิ์ เกิดชาญ, กมลวรรณ มีภูคา, จรรยาศิริ นครกลาง, ธนากร เนื้อจันทา, ปนิดา หมื่อกา, สุนิสา หงส์ศาลา และปาณิศา ราชปัญญา. (2562). **สมบัติทางเคมี สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมักจากพลับที่แช่ด้วยอบเชยและชะเอมเทศ**. สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเภสัชศาสตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. Vol.9 No.2: 136-147

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นเรศวร

ศิวาพร แดงโชติ. (2561). **การบริโภคข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงของแต่ละกลุ่มวัย,กรณีศึกษาผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการระบบอาหารเพื่อโภชนาการสาขาวิชามนุษย์นิเวศศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุดารัตน์ เจียมยั่งยืน. (2552). **ผลของชนิด ความเข้มข้นและขั้นตอนการใช้สมุนไพรต่อสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้องงอก**.มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุดารัตน์ เพ็ชรภิรมย์. (2560). **คุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดเพคตินจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง**. วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณ.

สุภาษิต ชูกลิ่น, ธีระพงศ์ หมวดศรี และผกามาส ปุรินทราภิบาล. (2563). คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องพื้นเมืองตรัง. **วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย**. 12(2) : 285-296.

อภินันท์ สุขบท. (2562). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงแห้งจากผลพลอยได้ในกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกพันธุ์ กข 6**. วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศาสตร์แห่งเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์สุขภาพ คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547). **ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อังศุธรย์ วสุสัณห์, ภคินี อัครเวสสะพงศ์, สุนันทา วงศ์ปิยชน, กัญญา เชื้อพันธุ์, วัชรี สุขวิวัฒน์, ปราณี มณีนิล, สุกัญญา วงศ์พรชัย และภูมน สุขวงศ์. (2559). การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้องงอก. **วารสารวิชาการข้าว**. 7: 92-106.

อัสรีณา เจะมามะ และอุบล ตันสม. (2564). องค์ประกอบทางเคมีของข้าวพันธุ์พื้นเมืองในตำบลบุดี จังหวัดยะลา. หน้า 1-65-72. ใน **งานประชุมวิชาการระดับชาติ ดานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต** ครั้งที่ 6 “วิทยาศาสตรและเทคโนโลยี กับวิถีชีวิตใหม่เพื่อความยั่งยืน”. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

อุไรวรรณ วัฒนกุล, วัฒนา วัฒนกุล และชุตินุช สุจริต. (2556). **ผลของอุณหภูมิในการแช่ งอก และหุงต้มต่อปริมาณไทอะมีน, GABA, สารต้านอนุมูลอิสระ ในข้าวมอลต์และข้าวกล้องงอกนึ่งสังข์หยดพัทลุง**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง.

อุไรวรรณ วัฒนกุล, ศุภลักษณ์ สุดขาว และพีรพงศ์ พึ่งแย้ม. (2561). **คุณภาพทางเคมี-กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกหุงสุกเร็วจากข้าวกล้องงอกผสม 3 สายพันธุ์.** รายงานวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

เอกราช แก้วนางโอ, นิธิศ แสงอรุณ, สมบูรณ์ สุวรรณโณ, อัมพร ทองไชย, สำเริง แซ่ตัน, รชนิศ พานิชกิจ, วัฒนา โพธิ์ศิริ, วรัญญา ด่านทวีศิลป์, สมทรง โชติชื่น, กัญญา เชื้อพันธุ์, สุนันทา วงศ์ปิยชน, ภคินี อัครเวสสะพงศ์, เกรียงไกร พันธุ์วรรณ์, บุญนะ หนูคง, จรูญ ศรีสุวรรณ, กัณธิกานต์ ปลอดปล้อง และมาเรียม มูนะ. (2557). PTNC09002-59: หอมกระดังงา ข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์ดีจังหวัดนราธิวาส. หน้า 105-117 ใน **การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 31.**

AOAC. (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 16th ed. AOAC International, Washington, USA.

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

ภาคผนวก

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

ภาคผนวก ก

1. การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. แท่งแก้ว
3. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask)
4. ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle)
5. เหยือกตวงพลาสติกมีหูจับ

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ 10 %

การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 % (w/v)

1. ชั่งสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ 10 g ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 ml
2. เก็บไว้ในขวดเก็บสารเคมี

2. การเตรียมสารละลายของ DPPH ใน Ethanol (วรนงค์, 2549)

อุปกรณ์

1. ไมโครปิเปตขนาด 10-200 และ 20-1000 ไมโครลิตร
2. หลอดหมุนเหวี่ยงขนาด 15 มล. (สำหรับเจือจางตัวอย่าง)
3. หลอดเก็บตัวอย่างฝาเกลียวขนาด 15 มล.

สารเคมี

1. Absolute ethanol
2. DPPH (1,1-dipheny1-2-picryhydrazyl)

การเตรียมสารละลายของ DPPH ใน Ethanol

1. การเตรียมสารละลาย DPPH ให้มีความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ จำนวน 1 ลิตร โดยชั่งน้ำหนัก DPPH 394.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ละลายและปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วย absolute ethanol นำไปผสมด้วยกัน เก็บในขวดทึบแสง ปิดด้วยฟอยด์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
2. ถ้าต้องการสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ เตรียมโดยการดูดสารละลาย stock solution DPPH ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ มาเจือจาง 10 เท่า นำไปผสมด้วยกัน เก็บในขวดทึบแสง ปิดด้วยฟอยด์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะได้สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์

คณะเภสัชศาสตร์ ม.นเรศวร

3. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน ascorbic acid

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. แท่งแก้ว
3. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask)
4. ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle)
5. ฟอยล์อลูมิเนียม
6. หลอดเก็บตัวอย่างฝาเกลียวขนาด 15 มล.
7. ตะแกรงหลอดทดลอง
8. ไมโครปิเปตขนาด 10-200 และ 20-1000 ไมโครลิตร
9. หลอดทดลอง (สำหรับเจือจางตัวอย่าง)

สารเคมี

1. กรด ascorbic acid
2. Absolute ethanol
3. DPPH (1,1-dipheny1-2-picryhydrazyl)

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน ascorbic acid

เตรียมสารละลาย ascorbic acid ที่ความเข้มข้นต่างๆ (0-160 ไมโครโมลาร์) เพื่อใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน ดังวิธีการต่อไปนี้

1. เตรียมสารละลาย ascorbic acid เข้มข้น 1.0 มิลลิโมลาร์ โดยชั่งสาร ascorbic acid 20 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปและคนด้วยแท่งแก้วคนสารจนกว่าสารจะละลายหมด

2. เทสารละลายดังกล่าวลงใน erlenmyer flask ขนาด 100 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

3. เจืองจางสารละลาย ascorbic acid เข้มข้น 1.0 มิลลิโมลาร์ ในหลอดทดลอง เพื่อให้ได้สารละลาย ascorbic acid ที่ความเข้มข้น 0-160 ไมโครโมลาร์ ใช้อัตราส่วนปริมาตรของสารละลาย ascorbic acid เข้มข้น 1.0 มิลลิโมลาร์ ต่อน้ำกลั่น

4. เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ในที่มืดประมาณ 30 นาทีและนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

4. ปริมาณความชื้น ดัดแปลงจาก (AOAC, 1990) วิธีการดังนี้

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน ออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 30 - 1 ชั่วโมง

2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1-2 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้น ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 วัน นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่าง

4. อบซ้ำจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

$$\text{ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}}$$

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นเรศวร

ภาคผนวก ข

ตารางภาคผนวกที่ ข 1 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการแช่ (hr)	ระยะเวลาการงอก (hr)	DPPH
ข้าวกล้องหอมกระดัง	0	0	78.52±0.26 a
	24	24	70.37±7.58 a
		48	73.62±9.75 a
	48	24	79.48±0.08 a
		48	52.55±13.42 b
ข้าวกล้องหอมมะลิทางการค้า	0	0	27.32±1.61 c
	24	24	51.34±2.82 b
		48	14.51±0.14 d
	48	24	10.52±1.52 d
		48	42.47±0.92 b

ตารางภาคผนวกที่ ข 2 การวิเคราะห์สารละลายมาตรฐาน ascorbic acid

ความเข้มข้น	วิเคราะห์ ascorbic acid โดยวิธี DPPH
0	0.00±0.00 j
1	11.69±0.14 i
2	39.69±1.11 h
3	45.97±0.56 g
4	46.95±0.00 f
5	72.89±0.28 e
10	78.19±0.00 d
20	87.43±0.56 c
40	92.14±0.00 b
80	96.27±0.00 a
160	96.66±0.00 a

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นราธิวาสฯ

ภาคผนวก ค

ระยะเวลาการแช่ 24:24

ระยะเวลาการแช่ 24:48

ระยะเวลาการแช่ 48:24

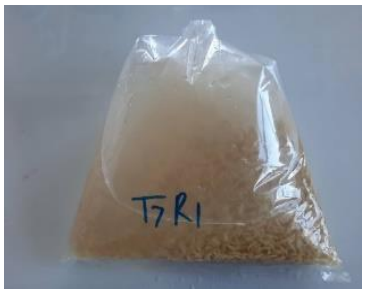
ระยะเวลาการแช่ 48:48

ภาพผนวกที่ ค.1 เมล็ดข้าวกล้องหอมกระดังงาในการแช่น้ำที่สภาวะการเตรียมต่างกัน

ระยะเวลาการแช่ 24:24

ระยะเวลาการแช่ 24:48

ระยะเวลาการแช่ 48:24

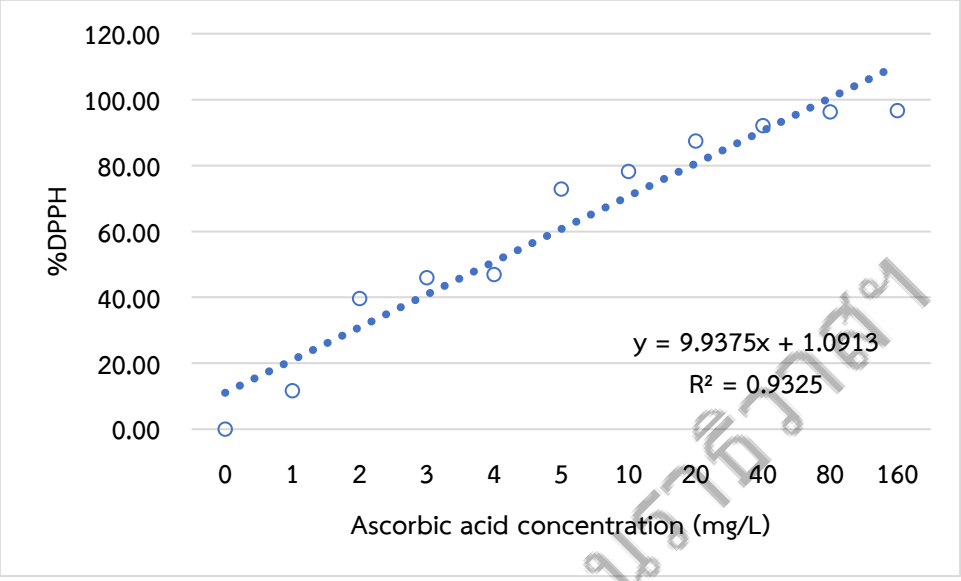


ระยะเวลากาแช่ 48:48

ภาพผนวกที่ ค.2 เมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ทางการค้า ในการแช่น้ำที่สภาวะการเตรียมต่างกัน

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยฯ

ภาคผนวก ง



ภาพผนวกที่ ง.1 ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอบิก กับปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ

คณะเกษตรศาสตร์ ม.นเรศวร