รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกสำหรับโรงสีขนาดเล็ก

(The development of germinated brown rice for small scale rice mill)

นายคงศักดิ์ ศรีแก้ว

นางสาวกัญญาณี สอนทอง

นางสาวเอื้องฟ้า ทองชาวนา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

พ.ศ. 2551

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สกว. และมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (โครงการ EnPUS)

คำนำ

รายงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ EnPUS ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือแบบไตรภาคี ระหว่าง สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏ และหน่วยงานเอกชน ผนวกการทำปัญหาพิเศษของนักศึกษาในชั้นปีสุดท้าย โดยให้ทุนกับนักศึกษาที่ทำปัญหาพิเศษในปีสุดท้าย ให้ทำงานร่วมกับผู้ประกอบการในท้องถิ่น เพื่อแก้ปัญหาของผู้ประกอบการ เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติผ่านกระบวนการแก้ปัญหาจริง ซึ่งจะส่งผลดีต่อนักศึกษา เมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้ว นอกจากนั้นยังเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมหาวิทยาลัย อาจารย์ และผู้ประกอบการในท้องถิ่น

คณะผู้วิจัย

สิงหาคม พ.ศ. 2551

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณโครงการวิจัยและพัฒนาวิสาหกิจสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม กองทุนส่งเสริมและสนับสนุนงานวิจัย ที่สนับสนุนทุนสำหรับงานวิจัยนี้ผ่านโครงการ EnPUS และขอขอบคุณกลุ่มโรงสีชุมชนบ้านสะอัก ตำบลดอนทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์ร่วมดำเนินการเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

สิงหาคม พ.ศ. 2551

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกร่วมกับกลุ่มโรงสีชุมชนบ้านสะอัก อำเภอเมืองพิษณุโลก โดยทำการศึกษาครบวงจรตั้งแต่การสำรวจตลาด ศึกษาปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม จนถึงแนะนำเปิดตัวผลิตภัณฑ์ โดยได้ทำการสำรวจกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 500 คน (ชายร้อยละ 35 และหญิงร้อยละ 65) พบว่า ร้อยละ 75 ให้ความสนใจผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก โดยให้ความเห็นว่าควรสร้างจุดเน้นผลิตภัณฑ์ในด้านของคุณค่าทางโภชนาการ และบรรจุในภาชนะขนาดไม่เกิน 2 กิโลกรัม โดยผลิตภัณฑ์ควรมีราคาไม่เกินร้อยละ 20 ของราคาข้าวสารทั่วไป นอกจากนั้นยังได้ทำการทดลองผลิตข้าวกล้องงอก เพื่อหาสภาวะ การผลิตที่เหมาะสม ที่ทำให้ข้าวเกิดการงอก พบว่ากระบวนการที่เหมาะสมและง่ายต่อการนำไปใช้ในชุมชนคือ การแช่ข้าวกล้องที่สีใหม่ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นคลุมด้วยผ้าเปียกอีก 12 ชั่วโมง นำไปตากแดดให้แห้งจนเหลือความชื้นประมาณร้อยละ 13 จะได้ข้าวกล้องงอกพร้อมบรรจุจำหน่าย และเมื่อนำไปทดลองจำหน่ายพบว่าผู้บริโภคให้ความสนใจดี

คำสำคัญ : ข้าวกล้อง ข้าวกล้องงอก โรงสีชุมชน กาบา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

Abstract

This research aimed to develop germinated brown rice products incorporation with Ban Sa-uk community rice mill in Phitsanulok province. The research steps involved market survey, process optimization and product launch. The market survey was conducted on 500 people (35% male and 65% female). It was found that 75% were interested in germinated brown rice. The survey suggested that the products should be focused on their nutritional values and packed in 2 kg-bag or less with the price for not exceeding 20% of normal white rice. The optimized process condition suitable for community production included soaking freshly milled brown rice in potable water for 12 hrs and then covered by moist cloth for another 12 hrs and, finally, sun drying until product moisture content reached about 13%. From the product launch, it was also found that consumers accepted the products well.

Keywords : Brown rice, Germinated brown rice, Community rice mill, GABA

พิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 ข้าว	3
2.2 ข้าวกล้องงอก	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	**16**
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้	16
3.2 วิธีการดำเนินงาน	16
3.3 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	17
บทที่ 4 ผลการวิจัย	**19**
4.1 ผลการสำรวจตลาด	19
4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณกาบาในข้าวกล้องงอก	22
4.3 กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกอย่างง่ายสำหรับโรงสีชุมชน	23
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	**24**
5.1 สรุปผลการทดลอง	24
5.2 ข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	26
ภาคผนวก ก. แบบสอบถามผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก	27
ภาคผนวก ข. ภาพกิจกรรม	28
ภาคผนวก ค. บทความเผยแพร่สำหรับโครงการ EnPUS	30

สถาบันวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเปลือกและข้าวที่ผ่านการขัดสี 8
ตารางที่ 2 ปริมาณวิตามินและเกลือแร่ของข้าวเปลือกและส่วนที่ได้จากการขัดสี 9
ตารางที่ 3 ปริมาณสารกาบาในคัพภะข้าวเจ้า 6 สายพันธุ์ 12
ตารางที่ 4 กิจกรรมและระยะเวลาในการดำเนินงานในแต่ละกิจกรรม 18

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว 7
ภาพที่ 2 ภาพแสดงข้าวกล้อง (แถวบน) และข้าวกล้องงอก (แถวล่าง) 11
ภาพที่ 3 สัดส่วนสารอาหารที่สำคัญระหว่างข้าวกล้องงอกและข้าวขัดขาว 11
ภาพที่ 4 การเพิ่มปริมาณกาบาในคัพภะข้าวเจ้าโดยการแช่น้ำ 13
ภาพที่ 5 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกในต่างประเทศ 14
ภาพที่ 6 ข้าวกล้องงอกที่ผลิตโดยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มก. 15
ภาพที่ 7 ผังแสดงวิธีการศึกษาปัจจัยการผลิตข้าวกล้องงอก 17
ภาพที่ 8 ผลการสำรวจตลาดข้าวกล้องงอก (ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป) 20
ภาพที่ 9 ผลการสำรวจตลาดข้าวกล้องงอก (ส่วนที่ 2 ความสนใจและคุณลักษณะฯ) 21
ภาพที่ 10 ปริมาณกาบาในตัวอย่างข้าวกล้องงอกที่ผลิตได้จากสภาวะต่าง ๆ 22
ภาพที่ 11 กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกที่แนะนำสำหรับโรงสีชุมชน 23

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

ในปัจจุบันคนจำนวนมากที่ใส่ใจต่อสุขภาพได้หันมาบริโภคข้าวกล้องแทนข้าวขาว (ข้าวสาร) เพิ่มมากขึ้น เนื่องจาก ข้าวกล้องเป็นข้าวที่ผ่านการสีเพียงครั้งเดียวเพื่อเอาเปลือก (แกลบ) ออก ข้าวที่ได้จึงยังมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่ ซึ่งจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวนี้เป็นส่วนที่อุดมด้วยวิตามิน แร่ธาตุ และเส้นใยอาหาร จึงเป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่าข้าวประเภทอื่น แม้ผู้บริโภคจะรู้ว่าข้าวกล้องดี มีประโยชน์มากกว่า แต่ส่วนใหญ่ก็ยังคงนิยมบริโภคข้าวที่ขัดจนขาวมากกว่าข้าวกล้อง เนื่องจาก ข้าวกล้องมีข้อด้อยคือ หุงยาก เก็บไว้ได้ไม่นาน และที่สำคัญคือ มีเนื้อสัมผัสที่แข็ง ทำให้รู้สึกว่ารับประทานไม่อร่อย ดังนั้นหากสามารถปรับปรุงคุณภาพข้าวกล้องให้มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น น่าจะทำให้มีผู้หันมาบริโภคข้าวกล้องเพิ่มมากขึ้น (พัชรี, 2550)

ข้าวกล้องงอก (germinated brown rice หรือ GABA-rice) ถือเป็นนวัตกรรมหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากข้าวกล้องงอก เป็นการนำข้าวกล้องมาผ่านกระบวนการทำให้งอก ซึ่งโดยปกติแล้ว ในตัวข้าวกล้องเองประกอบด้วยสารอาหารจำนวนมาก เช่น ใยอาหาร กรดไฟติก (phytic acid) วิตามินซี วิตามินอี และ GABA (gamma aminobutyric acid) ซึ่งช่วยป้องกันโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน และช่วยในการควบคุมน้ำหนักตัว เป็นต้น เมื่อนำข้าวกล้องมาแช่น้ำเพื่อทำให้งอก จะทำให้ข้าวกล้องมีสารอาหารต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะได้ประโยชน์จากการที่มีปริมาณสารอาหารที่สูงขึ้นแล้ว ยังทำให้ข้าวกล้องที่หุงสุกมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่ม รับประทานได้ง่ายกว่าข้าวกล้องธรรมดาอีกด้วย จึงง่ายแก่การหุงรับประทาน โดยไม่จำเป็นต้องผสมกับข้าวขาวตามความนิยมของผู้บริโภค (พัชรี, 2550)

กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก มีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก โรงสีขนาดเล็กในชุมชนโดยทั่วไปมีอุปกรณ์พร้อมที่จะผลิตได้ โครงการนี้จึงได้เข้าร่วมกับกลุ่มโรงสีชุมชนขนาดเล็กในจังหวัดพิษณุโลก (บ้านสะอัก ต. ดอนทอง อ. เมือง จ.พิษณุโลก) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกให้เป็นผลิตภัณฑ์อีกอย่างหนึ่งในโรงสี โดยทำการศึกษาครบวงจรตั้งแต่การสำรวจตลาด ศึกษาปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม จนถึงแนะนำเปิดตัวผลิตภัณฑ์

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ได้ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกในเขตอำเภอเมือง พิษณุโลก

2. เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก ที่สามารถดำเนินการได้โดยโรงสีชุมชนขนาดเล็ก

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. ทำการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกโดยสอบถามผู้บริโภคทั่วไปในเขตอำเภอเมือง พิษณุโลก

2. ทำการศึกษาโดยสอบถามผู้บริโภคทั่วไป จากนั้นพัฒนากระบวนการผลิตอย่างง่ายที่เหมาะสมกับโรงสีชุมชน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีหรือเชิงประยุกต์

1. ผู้ประกอบการโรงสีชุมชนขนาดเล็กที่เข้าร่วมโครงการ มีผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก ซึ่งถือเป็นอาหารสุขภาพ ออกวางจำหน่าย

2. ผู้ประกอบการมีโอกาสได้เข้าร่วมเรียนรู้กับอาจารย์ นักศึกษา เกี่ยวกับกระบวนการวิจัยพัฒนา ที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นไปได้ตามศักยภาพและความพร้อมของผู้ประกอบการ และเป็นไปตามหลักวิชาการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 2
แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว

2.1.1 ชนิดของข้าว

ข้าว (rice) จัดเป็นพืชอาหารหลักของประชากรทั่วโลก เป็นพืชอาหารและพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย สร้างรายได้ให้กับประเทศกว่าปีละ 90,000 ล้านบาท พันธุ์ข้าวที่มนุษย์เพาะปลูกในปัจจุบันพัฒนามาจากข้าวป่าในตระกูล *Oryza gramineae* สันนิษฐานว่าพืชสกุล *Oryza* มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนชื้นของทวีป Gondwanaland ก่อนผืนดินจะเคลื่อนตัวและเคลื่อนออกจากกันเป็นทวีปต่าง ๆ เมื่อ 230-600 ล้านปีมาแล้ว จากนั้นกระจายจากเขตร้อนชื้นของแอฟริกา เอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงเหนือ ออสเตรเลีย อเมริกากลางและใต้ ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ความสูงระดับน้ำทะเลถึง 2,500 เมตรหรือมากกว่า ทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ทั้งในที่ราบลุ่มจนถึงที่สูง ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 53 องศาเหนือถึง 35 องศาใต้ มนุษย์ได้คัดเลือกข้าวป่าชนิดต่าง ๆ ตามความต้องการของตน เพื่อให้สอดคล้องกับระบบนิเวศน์ มีการผสมพันธุ์ข้ามระหว่างข้าวที่ปลูกกับวัชพืชที่เกี่ยวข้อง เกิดเป็นข้าวพื้นเมืองมากมายหลายสายพันธุ์ ซึ่งสามารถให้ผลผลิตสูง ปลูกได้ตลอดปี นอกจากนั้นยังก่อให้เกิดพันธุ์ข้าวปลูกที่เรียกว่า ข้าวลูกผสมซึ่งมีมากกว่า 120,000 พันธุ์ทั่วโลก ข้าวที่ปลูกในปัจจุบันแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทได้แก่ข้าวแอฟริกาและข้าวเอเชีย

ข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima*) แพร่กระจายอยู่เฉพาะบริเวณเขตร้อนของแอฟริกาเท่านั้น สันนิษฐานว่าข้าวแอฟริกาอาจเกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อประมาณ 1,500 ปีก่อนคริสตศักราช

ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa*) เป็นข้าวลูกผสม จากข้าวป่าชนิดต่าง ๆ มีถิ่นกำเนิดบริเวณประเทศอินเดีย บังคลาเทศ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปลูกกันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อินเดีย ตอนเหนือของบังคลาเทศ บริเวณดินแดนสามเหลี่ยมระหว่างพม่า ไทย ลาว เวียดนาม และจีนตอนใต้ ข้าวเอเชียแบ่งออกได้เป็น 3 สายพันธุ์ ได้แก่

1) Japonica หรือ Senica เป็นข้าวที่ปลูกในประเทศจีนตอนเหนือและตะวันออก ญี่ปุ่น เกาหลี และประเทศอื่น ๆ ที่อยู่ในเขตอบอุ่น เมล็ดมีลักษณะอ้วน ป้อม รวงแน่น ใบสีเขียวเข้ม

2) Indica เป็นข้าวที่ปลูกในประเทศต่าง ๆ ในเขตร้อน เช่น ศรีลังกา จีนตอนใต้และตอนกลาง อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ ไทย ฟิลิปปินส์ เมล็ดมีลักษณะเรียวยาว ใบมีสีเขียวอ่อน

3) Javanica เป็นข้าวที่พบมากในหมู่เกาะชวา ประเทศอินโดนีเซีย มีปลูกบ้างเล็กน้อยในประเทศฟิลิปปินส์ อินเดียและศรีลังกา ข้าวชนิดนี้จะมีลำต้นแข็งแรง รวงยาว เมล็ดมีหาง ใบมีสีเขียวอ่อน (ละมุน, 2541)

อรอนงค์ (2547 : 55-57) อธิบายว่าการแบ่งชนิดของข้าวสามารถแบ่งได้หลายแบบ ขึ้นกับแนวทางการแบ่ง เช่นแบ่งตามประเภทเนื้อแข็งในเมล็ด พื้นที่เพาะปลูก การเก็บเกี่ยว ฯลฯ

ชนิดของข้าวแบ่งตามประเภทของเนื้อแข็งในเมล็ดข้าวสาร สามารถแบ่งได้เป็นข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ซึ่งมีต้นและลักษณะอย่างอื่นเหมือนกันทุกอย่าง แตกต่างกันที่ประเภทของเนื้อแข็งในเมล็ด เมล็ดข้าวเจ้าประกอบด้วยแป้งอมิโลส (amylose) ประมาณร้อยละ 15-30 ส่วนเมล็ดข้าวเหนียวประกอบด้วยแป้งอมิโลเพคติน (amylopectin) เป็นส่วนใหญ่และมีแป้งอมิโลสเพียงเล็กน้อย ประมาณร้อยละ 5-7 เท่านั้น

ชนิดของข้าวหากแบ่งตามสภาพพื้นที่เพาะปลูก จะแบ่งได้เป็นข้าวไร่ (upland rice) เป็นข้าวที่ปลูกได้ทั้งบนที่ราบและที่ลาดชันไม่ต้องทำคันนาเก็บกักน้ำ นิยมปลูกกันมากในบริเวณที่ราบสูงตามไหล่เขาทางภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ คิดเป็นเนื้อที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 10 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั่วประเทศ ข้าวนาสวนหรือนาดำ (lowland rice) เป็นข้าวที่ปลูกในที่ลุ่มทั่ว ๆ ไปในสภาพที่มีน้ำหล่อเลี้ยงต้นข้าวตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งก่อนเก็บเกี่ยว โดยที่สามารถรักษาระดับน้ำได้และระดับน้ำต้องไม่สูงเกิน 1 เมตร ข้าวนาสวนนิยมปลูกกันมากแทบทุกภาคของประเทศคิดเป็นเนื้อที่เพาะปลูก ประมาณร้อยละ 80 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั่วประเทศ ข้าวขึ้นน้ำหรือข้าวนาเมือง (floating rice) เป็นข้าวที่ปลูกในแหล่งที่ไม่สามารถรักษาระดับน้ำได้ บางครั้งระดับน้ำในบริเวณที่ปลูกอาจสูงกว่า 1 เมตร ต้องใช้ข้าวพันธุ์พิเศษที่เรียกว่า ข้าวลอยหรือ ข้าวฟ่างลอย ส่วนมากปลูกแถบจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี ลพบุรี พิจิตร อ่างทอง ชัยนาทและสิงห์บุรี คิดเป็นเนื้อที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 10 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั่วประเทศ

ชนิดของข้าวยังสามารถแบ่งตามอายุการเก็บเกี่ยว โดยแบ่งเป็นข้าวเบา ข้าวกลางและข้าวหนัก ข้าวเบามีอายุการเก็บเกี่ยว 90-100 วัน ข้าวกลางมีอายุการเก็บเกี่ยว 100-120 วัน และข้าวหนักมีอายุการเก็บเกี่ยว 120 วันขึ้นไป อายุการเก็บเกี่ยวนับแต่วันเพาะกล้าหรือหว่านข้าวในนาจนเก็บเกี่ยว

ชนิดของข้าวแบ่งตามลักษณะความไวต่อช่วงแสง โดยข้าวที่ไวต่อช่วงแสงจะมีอายุการเก็บเกี่ยวที่ไม่แน่นอน คือไม่เป็นไปตามอายุของต้นข้าว เพราะจะออกดอกในช่วงเดือนที่มีความยาวของกลางวันสั้นกว่ากลางคืน ในประเทศไทยช่วงดังกล่าวเริ่มเดือนตุลาคม ฉะนั้นข้าวพวกนี้ต้องปลูกในฤดูนาปี (ฤดูฝน) เท่านั้น ส่วนข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสงสามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล ข้าวขาวมะลิ 105 เป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง ในขณะที่ข้าวปทุมธานี เป็นข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง

การแบ่งชนิดข้าวตามรูปร่างของเมล็ดข้าวสาร แบ่งได้เป็นข้าวเมล็ดสั้น (short grain) ความยาวของเมล็ดไม่เกิน 5.50 มิลลิเมตร ข้าวเมล็ดยาวปานกลาง (medium grain) ความยาวของเมล็ด

ตั้งแต่ 5.51-6.60 มิลลิเมตร ข้าวเมล็ดยาว (long grain) ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ 6.61-7.50 มิลลิเมตร และข้าวเมล็ดยาวมาก (extra-long grain) ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ 7.51 มิลลิเมตรขึ้นไป

นอกจากนั้นแล้วยังสามารถแบ่งตามฤดูปลูก ได้แก่ข้าวนาปีหรือข้าวนาน้ำฝน คือ ข้าวที่ปลูกในฤดูการทำนาปกติ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมและเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นล่าสุดไม่เกินเดือนกุมภาพันธ์ ข้าวนาปรัง คือ ข้าวที่ปลูกนอกฤดูการทำนาปกติ เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม ในบางท้องที่จะเก็บเกี่ยวอย่างช้าที่สุดไม่เกินเดือนเมษายน นิยมปลูกในท้องที่ที่มีการชลประทานดี เช่น ในภาคกลาง

2.1.2 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าว ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ (1) ส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ด (หรือผล) เรียกว่า แกลบ (hull หรือ husk) และ (2) ส่วนเนื้อผล หรือผลแท้ (true fruit หรือ caryopsis grain) หรือข้าวกล้อง (caryopsis หรือ brown rice)

1) แกลบ ประกอบด้วย เปลือกใหญ่ (lemma) เปลือกเล็ก (palea) ขน หาง ขั้วเมล็ด (rachilla) และกลีบรองเมล็ด (sterile lemmas) ซึ่งเชื่อมต่อกับก้าน (pedicel)

1.1) เปลือกใหญ่ เป็นเปลือกหุ้มเมล็ดเนื้อผลด้านท้อง (dorsal side) มีขนาดใหญ่อาจมีหาง หรือไม่มีก็ได้ ลักษณะของเปลือกใหญ่จะมีรอยเส้น (nerves) ตามความยาวของเปลือกประมาณ 5 เส้น เปลือกใหญ่จะห่อหุ้มเปลือกเล็กไว้ทั้ง 2 ด้านในลักษณะขบอยู่ด้านบนอย่างแน่นสนิท ประมาณ 2/3 ของเปลือกทั้งหมดตามแนวยาวของเมล็ด

1.2) เปลือกเล็ก เป็นเปลือกหุ้มเนื้อผลด้านหลัง (ventral side) ที่มีขนาดเล็กว่าเปลือกใหญ่ประมาณ 1/3 ของเปลือกทั้งหมด จะขบอยู่ใต้เปลือกใหญ่ตามแนวยาว ทำให้เปลือกทั้ง 2 ติดกันสนิท บนผิวเปลือกเล็กจะเป็นรอยเส้นตามความยาวของเปลือกประมาณ 3 เส้น รอยเส้นบนเปลือกใหญ่และเปลือกเล็ก อาจทำให้ข้าวกล้องเป็นรอยเส้นตามไปด้วย ในข้าวบางพันธุ์ ถึงแม้จะผ่านกระบวนการขัดขาว (polishing) แล้วยังอาจมีรอยเส้นค้างอยู่บนข้าวสาร เรียกว่า สาแหรกข้าว

1.3) ขน จะขึ้นบนเปลือกใหญ่ และเปลือกเล็กเป็นส่วนใหญ่ อาจมีบางพันธุ์ที่ไม่มีขนแต่เป็นส่วนน้อย ขนนี้คือ ส่วนของเซลล์ผิวนอก (epidermal cell) ที่เจริญกลายเป็นขน เพื่อทำหน้าที่ลดการระเหยน้ำ ป้องกันอันตรายต่อเมล็ดจากสภาวะภายนอกเมล็ด และเพื่อกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติโดยช่วยให้เมล็ดติดไปกับคน สัตว์ หรือสิ่งของต่าง ๆ ที่มีโอกาสสัมผัสเมล็ด จนทำให้เมล็ดหลุดติดไป

1.4) หาง เป็นส่วนปลายของเปลือกใหญ่ที่ยาวออกมาเกินตำแหน่งยอดดอก (apiculus) ในบางพันธุ์อาจสั้น หรือยาว หรือไม่มี ทำหน้าที่ในการกระจายพันธุ์ คล้ายขน

1.5) ขั้วเมล็ด เป็นก้านสั้น อยู่ระหว่างกลีบรองเมล็ดกับเปลือกใหญ่ และยังติดอยู่กับเมล็ดข้าวเปลือก

1.6) กลีบรองเมล็ด เป็นกลีบเล็ก 2 กลีบ อยู่ตรงข้ามกัน ใต้สุดของเมล็ด

2) ข้าวกล้องหรือเนื้อผล ประกอบด้วย

2.1) เยื่อหุ้มผล เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอก มีความหนาประมาณ 10 ไมครอน ห่อหุ้มเมล็ดอยู่ภายใน มีลักษณะเป็นเซลล์ที่มีผนังเซลล์เส้นใย 6 ชั้น มีสารสีและรงควัตถุปนอยู่ ทำให้ข้าวกล้องมีสีต่าง ๆ เช่น น้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ น้ำตาลแดง น้ำตาลม่วง น้ำตาลจนเกือบดำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีโปรตีน เฮมิเซลลูโลส เป็นองค์ประกอบสำคัญ ในชั้นเยื่อหุ้มผลนี้แบ่งย่อยได้เป็น 3 ชั้นย่อย คือ

1) เอพิคาร์พ หรือ เอกโซคาร์พ (epicarp หรือ exocarp) เป็นผิวหรือผนังหรือเปลือกที่อยู่นอกสุด มีลักษณะเรียบ เหนียว และเป็นมัน ประกอบด้วยเซลล์ชั้นเดียว

2) เมโซคาร์พ หรือ ไฮพอเดิร์ม (mesocarp หรือ hypoderm) เป็นผนังผลชั้นกลาง

3) เอนโดคาร์พ (endocarp) เป็นเนื้อเยื่อชั้นใน

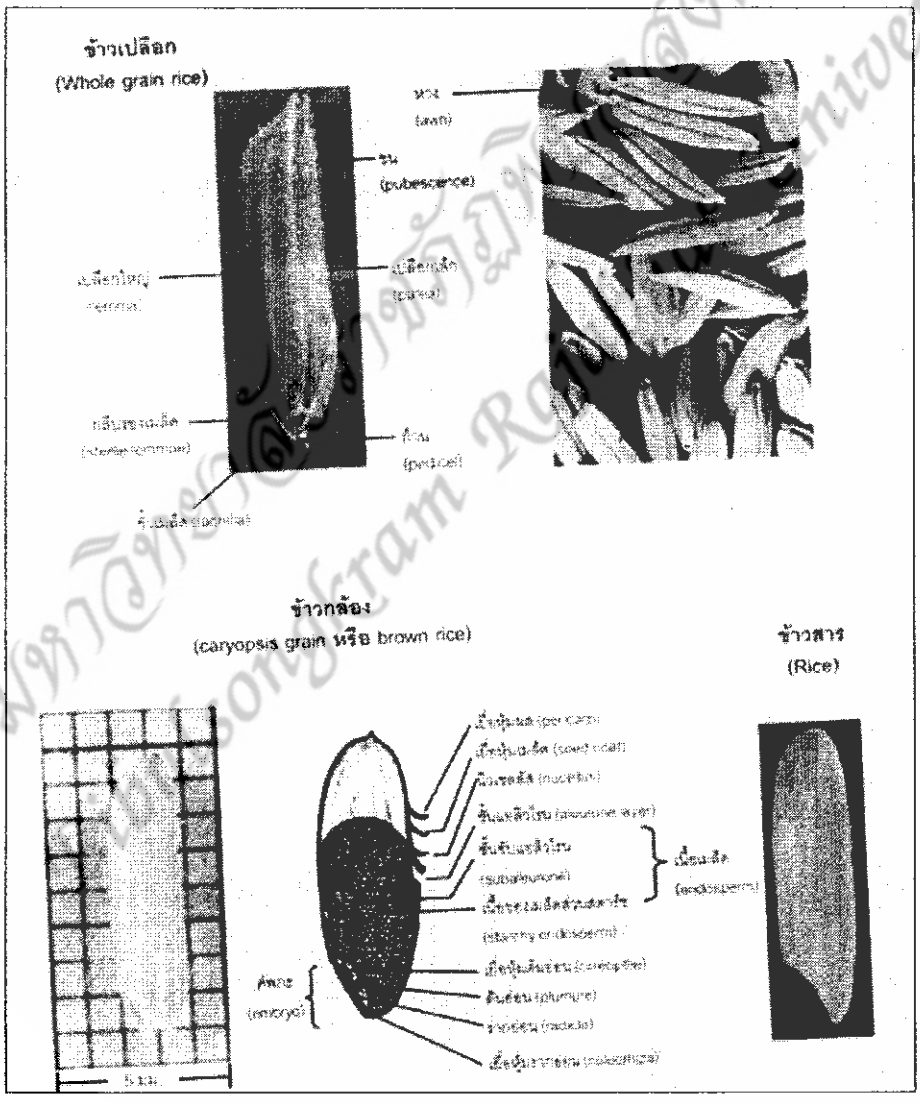
2.2) เยื่อหุ้มเมล็ด อยู่ถัดจากเยื่อผลเข้ามา ประกอบด้วย เซลล์ 2 ชั้น รูปยาว เรียงตามขวาง และมีผนังบางกั้น (หนาประมาณ 0.5 ไมครอน) ภายในเซลล์มีไขมันและสารสีเช่นเดียวกับเยื่อหุ้มผล ทำให้ข้าวกล้องมีสี

2.3) นิวเซลลัส (necellus) เป็นเซลล์ที่ติดกับเยื่อหุ้มเมล็ด แต่ละพันธะระหว่าง นิวเซลลัสกับเยื่อหุ้มเมล็ดไม่ติดแน่น จึงแยกออกจากกันได้ง่าย มีความหนาประมาณ 0.8-2.5 ไมครอน

2.4) เยื่อชั้นแอลิวโรน (aleurone layer) เป็นเยื่อชั้นถัดจาดเยื่อหุ้มเมล็ด ประกอบด้วยเซลล์ 1-7 ชั้น และมีลักษณะของเยื่อหุ้มด้านหลังของเมล็ดจะหนากว่าเยื่อหุ้มด้านท้อง ซึ่งความหนานี้จะแตกต่างไปตามสายพันธุ์ข้าว เช่น ข้าวเมล็ดป้อม-สั้นจะมีเยื่อชั้นแอลิวโรนหนากว่าข้าวเมล็ดยาว เป็นต้น เซลล์แอลิวโรนจะไม่เชื่อมติดกับคัพภะในส่วนของใบเลี้ยงด้านท้องของเมล็ดลงมาถึงจุดเชื่อมระหว่างใบเลี้ยงกับเยื่อหุ้มรากอ่อน ซึ่งอยู่ข้างในของเมล็ด จึงบ่งลักษณะของเซลล์แอลิวโรนเป็น 2 ลักษณะ คือ เซลล์ส่วนที่ห่อหุ้มรอบเนื้อของเมล็ดจะมีรูปร่างเป็นลูกบาศก์ และมีไซโทพลาซึม (cytoplasm) อยู่หนาแน่น ในเซลล์ยังมีกลุ่มโปรตีนที่มีรูปร่าง (protein bodies) กลุ่มไขมัน (lipid bodies) และสารอื่น ๆ เช่น นิวเคลียส, ไมโครบอดี, ไมโทคอนเดรีย, เอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัม, เวสิเคิล และพลาสทิด เป็นต้น ส่วนเซลล์แอลิวโรนที่ห่อหุ้มคัพภะจะบาง จะมีไซโทพลาสซึมน้อย รูปร่างยาว มีกลุ่มไขมัน และกลุ่มโปรตีนน้อย มีเวสิเคิลมาก เป็นต้น ส่วนผนังเซลล์จะมีโปรตีน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลสประกอบอยู่

1) คัพภะ หรือเชื้อชีวิต จะอยู่ที่โคนเมล็ดด้านเปลือกใหญ่ ส่วนท้องของเมล็ดมีส่วนประกอบเป็นรากอ่อน, ต้นอ่อน, เยื่อหุ้มรากอ่อน, เยื่อหุ้มต้นอ่อน, ท่อน้ำท่ออาหาร และใบเลี้ยง ซึ่งเป็นใบเลี้ยงเดี่ยว คัพภะเป็นแหล่งสะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของต้นอ่อน จึงอุดมไปด้วยโปรตีน และไขมันในส่วนต่าง ๆ

2) เนื้อเมล็ด หรือเนื้อข้าว (endosperm) มีมากที่สุดในเมล็ดข้าว (ประมาณ 80 % ของน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด) แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนชั้นซับแอลิวโรน (subaleurone layer) เป็นเซลล์ 2 ชั้น อยู่ถัดจากชั้นแอลิวโรน และส่วนที่เป็นสตาร์ชในเนื้อของเมล็ด (starchy endosperm) ในชั้นซับแอลิวโรนจะมีกลุ่มโปรตีนอยู่ใน 3 ลักษณะ คือ ลักษณะกลมใหญ่ (ขนาด 1-2 ไมครอน) กลมเล็ก (ขนาด 0.5-0.75 ไมครอน) และเป็นผลึกติดกันขนาด 2-3.5 ไมครอน แต่ในส่วนเนื้อของเมล็ดจะมีกลุ่มโปรตีนในลักษณะกลมใหญ่เท่านั้น แทรกอยู่ระหว่างเม็ดสตาร์ช อยู่ภายในเซลล์พาเรนไคมา ที่มีผนังเซลล์บาง มีรูปร่างรี หรือสี่เหลี่ยม เข้าสู่ใจกลางเมล็ด โดยด้านนอกของเมล็ดจะรี และยาวมากกว่าด้านในของเมล็ด (อรอนงค์, 2547 : 42-45) ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างของเมล็ดข้าว



ภาพที่ 1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ที่มา : อรนงค์ (2547 : 45)

2.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของข้าว

อรอนงค์ (2547: 155) อธิบายว่า องค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากปัจจัยหลายอย่าง เช่นสายพันธุ์ สภาวะการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องและข้าวสาร ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของข้าวความชื้นร้อยละ 14

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเปลือกและข้าวที่ผ่านการขัดสี

องค์ประกอบ	ข้าวเปลือก (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	ข้าวที่ผ่านการขัดสี (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)
โปรตีน (N x 25)	8.75	7.92
ไขมัน	1.8	0.60
คาร์โบไฮเดรต	84. 80	87.60
เถ้า	1.3	0.60

ที่มา : Muzafarov and Mazhidov (1997)

1) คาร์โบไฮเดรต สตาร์ช (starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบมากที่สุด มีอยู่ประมาณร้อยละ 90 ของน้ำหนักแห้ง เม็ดสตาร์ชมีขนาดประมาณ 3-5 ไมครอน ซึ่งถือว่าเล็กที่สุดในกลุ่มธัญชาติ โดยเม็ดสตาร์ชประมาณ 20–60 เม็ดอัดรวมกันอยู่ในอมิโลพลาสและล้อมรอบด้วยโปรตีน โมเลกุลของสตาร์ชประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ลักษณะ ได้แก่ อมิโลเปคติน (amylopectin) และอมิโลส (amylose) โดยอมิโลเปคติน เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส มีโครงสร้างโมเลกุลเหมือนกิ่งไม้ โดยมีพันธะ α 1-4 D เชื่อมน้ำตาลกลูโคสเป็นเส้นยาว และพันธะ α 1-6 D เชื่อมน้ำตาลกลูโคสที่แตกแยกออกจากเส้นตรง คุณสมบัติของอมิโลเปคตินเมื่อทำปฏิกิริยากับสารไอโอดีนจะได้สีม่วงหรือน้ำตาลแดง ดูดซับไอโอดีนและเซลลูโลส ย่อยสลายด้วยเอ็นไซม์ β-amylase ได้ต่ำ ส่วนอมิโลส เป็นแป้งพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสเช่นกัน มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นแบบเส้นตรงมีพันธะ α 1-4 D เชื่อมน้ำตาลกลูโคสเป็นเส้นยาว คุณสมบัติของอมิโลส คือ ทำปฏิกิริยากับสารไอโอดีนได้สีน้ำเงินเข้ม ดูดซับไอโอดีนและเซลลูโลสได้มาก และย่อยสลายด้วยเอ็นไซม์ β-amylaseได้

2) โปรตีน เมล็ดข้าวมีส่วนประกอบของโปรตีนอยู่ประมาณ ร้อยละ 4.3 – 18.2 หรือเฉลี่ยร้อยละ 9.5 เป็นอันดับสองรองจากแป้ง ปริมาณโปรตีนที่พบในเมล็ดข้าวมีความแปรปรวน ขึ้นอยู่กับสถานที่ปลูกและสภาพแวดล้อม โปรตีนในเมล็ดข้าวสามารถแบ่งเป็น 4 ชนิดตามคุณสมบัติในการละลายได้แก่ อัลบูมิน (alblumin) มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำ (water soluble protein) โกลบูลิน (globulin) มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำเกลือ (salt soluble protein) โปรลามิน (prolamin) มี

คุณสมบัติละลายได้ในแอลกอฮอล์ (alcohol soluble protein) และ กลูเตลลิน (glutelin) มีคุณสมบัติละลายได้ในกรดหรือด่าง (acid or alkali soluble protein)

ในข้าวกล้องมีโปรตีนชนิดที่ละลายน้ำ (alblumin) และละลายได้ในเกลือ (globulin) มากกว่าในข้าวสาร ซึ่งโปรตีนทั้งสองชนิดนี้ส่วนใหญ่อยู่ในเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ด และคัพภะส่วนโปรตีนที่ละลายได้ทั้งในกรดและด่าง (glutelin) เป็นโปรตีนหลักที่พบทั้งในเมล็ดข้าวกล้องและข้าวสารและในรำข้าวก็มีความแตกต่างกันของชนิดของโปรตีนเช่นกัน

3) ไขมัน ที่อยู่ในเมล็ดข้าวมักจะอยู่ในสภาพเป็นหยดไขมันเล็ก ๆ ขนาดเล็กกว่า 1.5 ไมครอนอยู่บริเวณเยื่อหุ้มผิวเมล็ด (รำหยาบและรำละเอียด) และจมูกข้าว (คัพภะ) เมล็ดข้าวมีไขมันร้อยละ 1.6 – 2.8 ส่วนใหญ่อยู่ในรำข้าว ไขมันที่ได้จากข้าวเป็นไขมันชนิดที่มีคุณภาพดี โดยมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (linoleic acid, oleic acid และ palmitic acid) มีสารแกมม่าออไรซานอล (gamma oryzanol) ช่วยในการควบคุมระดับโคเลสเตอรอลในเส้นเลือด และช่วยในการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ เด็กแรกเกิด และเด็กเล็ก มีสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) เป็นสารที่มีคุณสมบัติช่วยในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งทำให้เนื้อเยื่อเสื่อมสภาพเกี่ยวข้องกับกลไกการสร้างภูมิต้านทานโรค เป็นสารประกอบที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวและมีมากกว่าร้อยชนิด สารต้านอนุมูลอิสระมีหลายประเภท ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ หรือเอ็นไซม์ มีประโยชน์ช่วยป้องกันร่างกายจากอนุมูลอิสระ (free radicals) ซึ่งเชื่อว่าเป็นสารก่อให้เกิดโรคมะเร็ง สารต้านอนุมูลอิสระสำคัญที่อยู่ในเมล็ดข้าว ได้แก่ แกมมา-ออไรซานอล (gamma oryzanol) โทโคฟีรอล (tocopherol)และโทโคไตรอีนอล (tocotrienol)

4) ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุของข้าว เมื่อวิเคราะห์ปริมาณวิตามิน ได้แก่ ไทอะมิน, ไรโบเฟลวิน, ไนอะซิน และ แอลฟา-ทอโคเฟอรอล ส่วนเกลือแร่ ได้แก่ แคลเซียม, ฟอสฟอรัส, ไฟทินฟอสเฟต, เหล็ก และสังกะสี ซึ่งแสดงไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณวิตามินและเกลือแร่ของข้างเปลือก และส่วนที่ได้จากการขัดสี (ใน 100 กรัม)

ส่วนของข้าว	ไทอะมิน (มิลลิกรัม)	ไรโบเฟลวิน (มิลลิกรัม)	ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	แอลฟา-ทอโคเฟอ รอล (มิลลิกรัม)	แคลเซียม (มิลลิกรัม)	ฟอสฟอรัส (กรัม)	ไฟทิน ฟอสเฟส (กรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม)	สังกะสี (มิลลิกรัม)
ข้าวเปลือก	0.26-0.33	0.06-0.11	2.9-5.6	0.90-2.00	10-80	0.17-0.39	0.18-0.21	1.4-6.0	1.7-3.1
ข้าวกล้อง	0.29-0.61	0.04-0.14	3.5-5.3	0.90-2.50	10-50	0.17-0.43	0.13-0.27	0.2-5.2	0.6-2.8
ข้าวสาร	0.02-0.11	0.02-0.06	1.3-2.4	0.075-0.30	10-30	0.08-0.15	0.02-0.07	0.2-2.8	0.6-2.3
รำข้าว	1.20-2.40	0.18-0.43	26.7-49.9	2.60-13.3	30-120	1.1-2.5	0.9-2.2	8.6-43.0	4.3-25.8
แกลบ	0.09-0.21	0.005-0.07	1.6-4.2	0	60-130	0.03-0.07	0	3.9-9.5	0.9-4.0

ที่มา: อรอนงค์ (2547: 49)

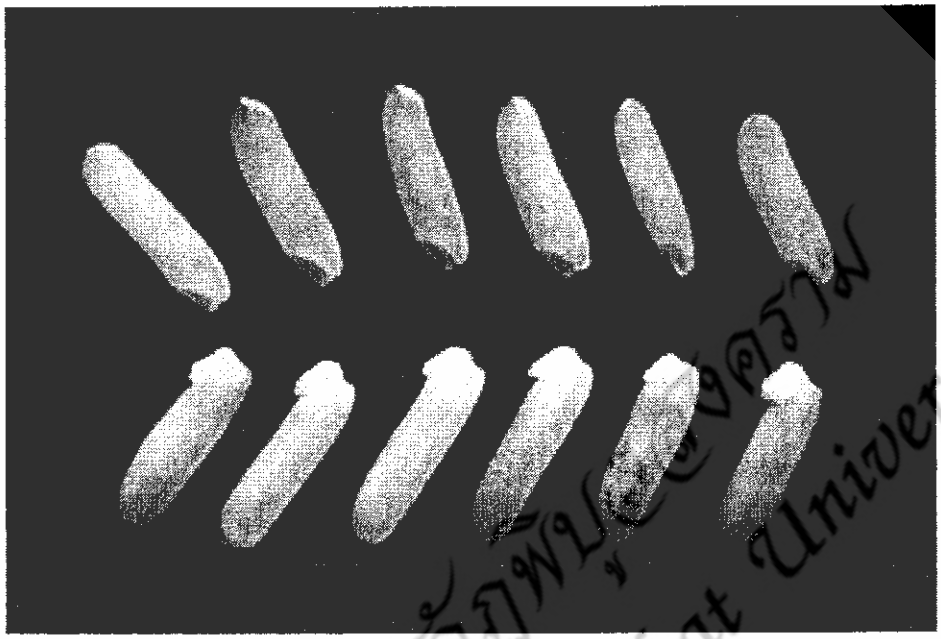
จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ข้าวเปลือกมีวิตามินในกลุ่มวิตามินบี คือ ไนอะซิน มากที่สุด รองลงมาคือ แอลฟา-ทอโคเฟอรอล มีไทอะมินและไรโบเฟลวินน้อยที่สุด เมื่อกะเทาะเปลือกข้าวออก ได้ข้าวกล้องซึ่งมีไนอะซินมากที่สุดและมากกว่าข้าวเปลือก รองลงมาคือ แอลฟา-ทอโคเฟอรอล ไทอะมิน และไรโบเฟลวิน ตามลำดับ โดยมีปริมาณมากกว่าข้าวเปลือก เมื่อขัดขาวและขัดมันข้าวกล้องได้เป็นข้าวสาร พบว่าในข้าวสารมีวิตามินทุกตัวลดลง โดยเฉพาะแอลฟา-ทอโคเฟอรอล รองลงมาคือไนอะซิน ไทอะมิน และไรโบเฟลวิน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้อง แสดงว่าวิตามินมีอยู่ในส่วนเยื่อหุ้มผล เยื้อหุ้มเมล็ด ชั้นแอลิวโรน และคัพภะซึ่งเป็นแหล่งของวิตามินอีและไนอะซิน ดังนั้นรำข้าวที่ได้จากการขัดขาว และขัดมัน จึงมีไนอะซิน วิตามินอี ไทอะมิน และไรโบเฟลวิน มากกว่าข้าวสาร ส่วนแกลบจะมีวิตามินน้อย และไม่พบวิตามินอีเลย

สำหรับเกลือแร่พบว่าในข้าวกล้องมีแคลเซียม เหล็ก และสังกะสีลดลง แต่ปริมาณฟอสฟอรัส และฟอสฟอรัสในไฟทินใกล้เคียงกับข้าวเปลือก สำหรับในข้าวสารมีแร่ธาตุทุกตัวลดลง แสดงว่าแร่ธาตุจะมีอยู่ในส่วนเปลือก เยื่อหุ้มผล เยื้อหุ้มเมล็ด ชั้นแอลิวโรน และคัพภะ ทำให้รำข้าวมีปริมาณแคลเซียมมาก และมีฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสในไฟทิน เหล็ก และสังกะสีมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสาร ข้าวกล้อง และข้าวเปลือก แต่ในแกลบจะมีแคลเซียมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับรำ ข้าวสาร ข้าวกล้อง และข้าวเปลือกมีฟอสฟอรัสน้อยมาก และไม่มีฟอสฟอรัสในไฟทินเลย มีเหล็กและสังกะสีน้อยกว่าในรำ แต่มากกว่าในข้าวสาร ข้าวกล้อง และข้าวเปลือก ดังนั้นแสดงให้เห็นว่า รำจะเป็นแหล่งของวิตามินและเกลือแร่ที่ดีที่สุด รองลงมาคือ ข้าวกล้อง และข้าวสาร ตามลำดับ จึงควรนำรำมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารมนุษย์แทนการนำไปเป็นอาหารสัตว์ และควรบริโภคข้าวกล้อง ซึ่งให้คุณค่าทางอาหารมากกว่าข้าวสาร

2.2 ข้าวกล้องงอก (germinated brown rice)

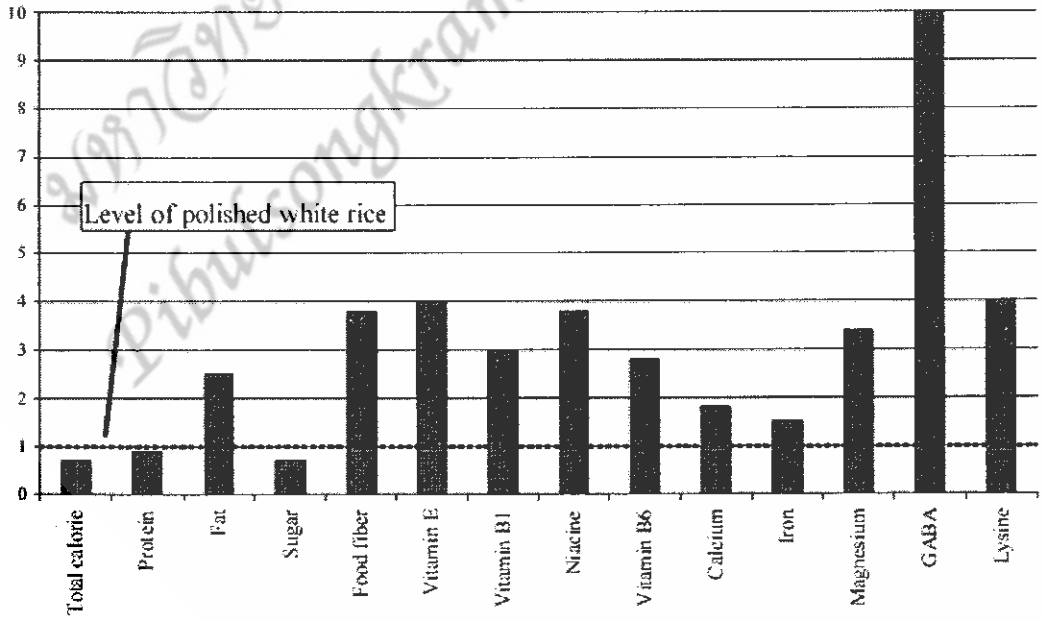
ข้าวกล้องงอก (ภาพที่ 2) ถือเป็นนวัตกรรมหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก โดยเป็นการนำข้าวกล้องมาผ่านกระบวนการทำให้งอก ระหว่างกระบวนการงอก สารอาหารที่ถูกเก็บไว้ในเมล็ดข้าวจะมีการย่อยสลายไปตามกระบวนการชีวเคมี ให้ได้เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กลง (oligosaccharide) และน้ำตาลรีดิวซ์ จากการกระตุ้นเมตาบอลิซึมของแป้งและน้ำตาล มีเอนไซม์จำพวกย่อยแป้ง เช่น amylase และ invertase เป็นต้น นอกจากนั้นโปรตีนก็ถูกย่อยให้เป็นกรดอะมิโน และเปปไทด์ และยังมีการสะสมสารต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ เช่น แกมมาออริซานอล (gamma-orazynol) โทโคฟีรอล (tocopherol) โทโค ไตรอีนอล (tocotrienol) และโดยเฉพาะ สารแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิด (gamma-aminobutyric acid) หรือที่รู้จักกันว่า "สารกาบา" (GABA) เมื่อต้นข้าวเจริญเติบโตต่อไปในระยะที่มีการแทงยอดอ่อน จะมีสร้างสารที่เรียกว่าสารทุติยภูมิ (secondary

metabolite) ได้แก่ คลอโรฟิลล์, oryzadione, 7-oxostigmasterol, ergosterol peroxide เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของต้นข้าว



ภาพที่ 2 ภาพแสดงข้าวกล้อง (แถวบน) และข้าวกล้องงอก (แถวล่าง)

Kayahara and Tsukahara (2000) รายงานว่าข้าวกล้องงอกมีสารต่าง ๆ มากกว่าข้าวขัดขาว โดยเฉพาะกาบามีปริมาณมากกว่าประมาณ 10 เท่า



ภาพที่ 3 สัดส่วนสารอาหารที่สำคัญระหว่างข้าวกล้องงอกและข้าวขัดขาว

ที่มา : Kayahara and Tsukahara (2000)

สารกาบาเป็นกรดอะมิโนที่ผลิตจากกระบวนการ decarboxylation ของกรดกลูตามิก (glutamic acid) โดยกาบามีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ในระบบประสาทส่วนกลาง นอกจากนั้นกาบายังถือเป็นสารสื่อประสาทประเภทสารยับยั้ง (inhibitor) โดยจะทำหน้าที่รักษาสมดุลในสมองที่ได้รับการกระตุ้น ซึ่งช่วยทำให้สมองเกิดการผ่อนคลายและนอนหลับสบาย อีกทั้งยังทำหน้าที่ช่วยกระตุ้นต่อมไร้ท่อ (anterior pituitary) ซึ่งทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต (HGH) ทำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อ ทำให้ กล้ามเนื้อเกิดความกระชับ และเกิดสาร lipotropic ซึ่งเป็นสารป้องกันการสะสมไขมัน

จากการศึกษาในหนู พบว่า การบริโภคข้าวกล้องงอกที่มีสารกาบามากกว่าข้าวกล้องปกติ 15 เท่า จะสามารถป้องกันการทำลายสมอง เนื่องจาก สารเบต้าอไมลอยด์เปปไทด์ (beta-amyloid peptide) ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคสูญเสียความทรงจำ (อัลไซด์เมอร์) ดังนั้น จึงได้มีการนำสารกาบามาใช้ในวงการแพทย์เพื่อการรักษาโรคเกี่ยวกับระบบประสาทต่างๆ หลายโรค เช่น โรควิตกกังวล โรคนอนไม่หลับ โรคลมชัก เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีผลการวิจัยด้านสุขภาพกล่าวว่า ข้าวกล้องงอกที่ประกอบด้วยกาบา มีผลช่วยลดความดันโลหิต ลด LDL (Low densitylipoprotein) ลดอาการอัลไซเมอร์ ลดน้ำหนัก ทำให้ผิวพรรณดี ตลอดจนใช้บำบัดโรคเกี่ยวกับระบบประสาทส่วนกลางได้ (Kayahara and Tsukahara, 2000; Komatsuzaki et al. 2007)

Varanyanond et al. (2005) รายงานว่าปริมาณกาบาที่มีอยู่คัพภะข้าวเจ้าแต่ละชนิดนั้นมีปริมาณที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณสารกาบาในคัพภะข้าวเจ้า 6 สายพันธุ์

Variety	Percentage weight of germ in brown rice (a)	GABA content (mg/kg of germ) (b)
Khao Dawk Mali 105	3.61	186.2
Pathum Thani 1	2.95	154.6
Chai Nat 1	3.75	144.5
Suphan Buri 1	4.08	107.5
Leuang Pratew 123	3.95	113.4
Plai Ngahm	5.01	116.9

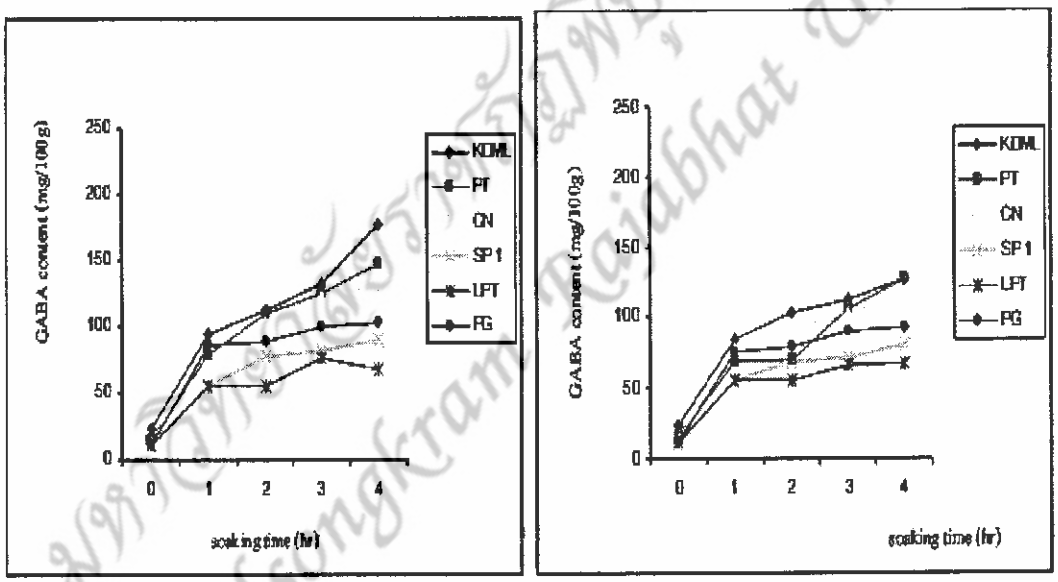
(a) Each value was determined from 100 mature rice grains.
(b) Average are based on three measurements of each sample.

ที่มา : Varanyanond et al. (2005)

จากตารางที่ 3 จะพบว่า ข้าวหอมมะลิ 105 มีปริมาณกาบาในคัพภะมากที่สุด 186.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของคัพภะ รองลงมา คือข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีปริมาณกาบาในคัพภะ 154.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของคัพภะ ข้าวพันธุ์ชัยนาทมีปริมาณกาบาในคัพภะ 144.5 มิลลิกรัมต่อ

กิโลกรัมของคัพภะ ข้าวพันธุ์พลายงามมีปริมาณกาบาในคัพภะ116.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของคัพภะ พันธุ์เหลืองประทิว 123 มีปริมาณกาบาในคัพภะ 113.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของคัพภะ และพันธุ์สุพรรณบุรีมีปริมาณกาบาในคัพภะ 107.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของคัพภะ

ในปัจจุบันมีกระแสความสนใจในสารกาบาจากผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก พัชรี และคณะ (2549) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มปริมาณกาบาในคัพภะข้าวเจ้าโดยการแช่น้ำที่ 40 และ 50 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิที่ใช้แช่ข้าวให้งอก มีผลต่อการเพิ่มปริมาณกาบาในคัพภะข้าวเจ้า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นทำให้ปริมาณลดต่ำลง นอกจากนี้จากการศึกษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่าข้าวดอกมะลิ 105 มีการเพิ่มปริมาณกาบาสูงสุด รองลงมา ประทุมธานี 1 ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 เหลืองประทิว 1 และ พลายงาม ตามลำดับ ส่วนการศึกษาอุณหภูมิการแช่ที่ 50 องศาเซลเซียสพบว่าข้าวดอกมะลิ 105 มีปริมาณกาบาเพิ่มสูงสุด รองลงมา ประทุมธานี 1 ชัยนาท 1 พลายงาม สุพรรณบุรี 1 สุดท้าย คือ เหลืองประทิว 1 (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การเพิ่มปริมาณกาบาในคัพภะข้าวเจ้าโดยการแช่น้ำที่ 40 และ 50 องศาเซลเซียส
ที่มา : พัชรี และคณะ (2549)

ข้าวกล้องงอกถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความสนใจในตลาดญี่ปุ่น บริษัท FANCL เป็นบริษัทผู้ผลิตข้าวกล้องงอกและผลิตภัณฑ์อาหารเสริมรายใหญ่ของประเทศญี่ปุ่น โดยก่อตั้งมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ปัจจุบันมีโรงงานผลิตข้าวกล้องงอก 2 แห่ง คือ ที่จังหวัดนากาโน (Nagano) และจังหวัดนาวากานา (Nawagana) บริษัทนี้มีขั้นตอนการผลิตข้าวกล้องงอกที่ควบคุมคุณภาพเป็นอย่างดี โดยหลังจากรับข้าวกล้องเข้าสู่โรงงานแล้วจะทำการตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นด้วยตาเปล่าก่อนแล้วพักไว้ 2 วัน เพื่อให้เมล็ดข้าวมีความคงตัว จึงเข้าสู่กระบวนการทำให้งอก เริ่มจากคัดแยก

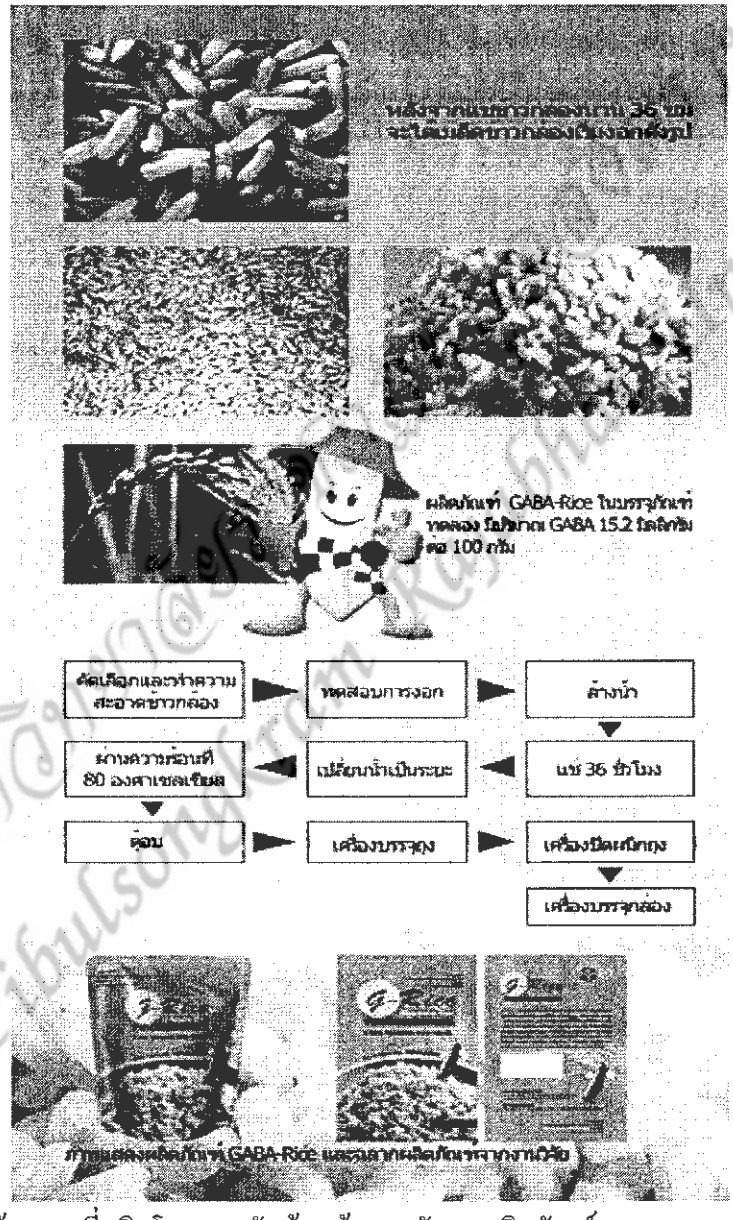
วัตถุดิบเอาสิ่งปลอมปนจำพวกกรวด หิน ดิน ทราย และเมล็ดแตกหักออกด้วยเครื่อง CCD sensor ซึ่งเป็นกล้องที่ใช้ตรวจจับความผิดปกติของเมล็ดข้าวที่มีลักษณะพิการไม่สมประกอบ สุดท้ายก็เป็นการคัดแยกสีด้วยเครื่อง color sorter เพื่อแยกเอาเมล็ดที่มีสีผิดปกติออก ข้าวจะถูกทำให้งอกโดยเพาะในถังทรงกระบอกความสูงประมาณ 15 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 เมตร จำนวน 6 ถัง ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำให้เหมาะสมต่อการงอกอยู่ตลอดเวลา หลังจากทิ้งให้งอกประมาณหนึ่งคืน ข้าวงอกที่ได้จะถูกทำให้แห้ง ขั้นตอนนี้มีการตรวจสอบการงอกของข้าวโดยการวัดกิจกรรมของเอนไซม์ในเมล็ดข้าว รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดข้าวงอกเพื่อคัดเมล็ดที่แตกหักเสียหายด้วยตะแกรงร่อน คัดแยกเมล็ดที่งอกไม่สมบูรณ์และเมล็ดที่มีสีผิดปกติออก จากนั้นจึงเข้าสู่การบรรจุลงถุงพลาสติกปิดผนึกด้วยเครื่องจักร ในห้องปลอดเชื้อ

ภาพที่ 5 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกในต่างประเทศ

ที่มา : Domer Inc. Tokyo Japan

ในส่วนของประเทศไทยเอง ปัจจุบันผู้ประกอบการภาคเอกชนกำลังให้ความสนใจกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากข้าว ส่วนใหญ่มีความเห็นว่าแนวทางการผลิตและจำหน่ายข้าวในปัจจุบัน จะต้องมีการปรับตัวเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับข้าวและใช้ประโยชน์จากข้าวอย่างคุ้มค่าด้วยการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (สนช.) จึงได้ริเริ่มในการพัฒนาโครงการข้าวกล้องงอกเพื่อสุขภาพ โดยร่วมมือกับสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและกลุ่มธุรกิจข้าวรายใหญ่ของประเทศจำนวน 3 บริษัท ได้แก่ บริษัท ปทุมไรซ์มิลล์ แอนด์ แกรนารี

จำกัด บริษัท เจียเม้ง จำกัด และ บริษัท ธวัทชัย อินเตอร์ไรซ์ จำกัด ในการพัฒนาสายการผลิตต้นแบบสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับอุตสาหกรรมข้าวของประเทศไทย และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับต่างประเทศ รวมทั้งสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับข้าวไทย ซึ่งโครงการนี้ มุ่งเน้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมข้าวกล้องงอกสำหรับรับประทาน ที่มีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่ม รับประทานง่าย และผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกแปรรูปเพื่อสุขภาพต่าง ๆ เช่น อาหารว่าง ซุป และเครื่องดื่ม ผ่านการพัฒนาเป็นแป้งข้าวกล้องงอก



ภาพที่ 6 ข้าวกล้องงอกที่ผลิตโดยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มก. ร่วมกับ สนช.

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้

วัตถุดิบหลักที่ใช้คือข้าวกล้อง โดยข้าวกล้องที่ใช้เป็นข้าวกล้องพันธุ์ พิษณุโลก 2 ปลูกในพื้นที่ตำบลดอนทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2550 – มกราคม 2551 เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วประมาณ 2 สัปดาห์ จึงนำมาสีโดยสีเป็นข้าวกล้องในโรงสีชุมชนบ้านสะอัก ตำบลดอนทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก (โรงสีชุมชนของนายฝ้าย ฝ้ายอิ่ม ซึ่งเป็นผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้)

ในส่วนของการพัฒนากระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก ดำเนินการ ณ อาคารแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองดังนี้

1) ถังพลาสติกสำหรับแช่ข้าว
2) ถาดเหล็ก
3) ผ้าขาวบาง
4) ตู้อบลมร้อน

3.2 วิธีการดำเนินงาน

โครงการนี้เป็นโครงการที่ได้รับการสนับสนุนจาก สกว. และมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ผ่านโครงการ EnPUS โดยมีกรอบการดำเนินงานตามที่ได้รับการอนุมัติดังนี้

3.2.1 ทำสำรวจตลาดข้าวกล้องงอก โดยเก็บข้อมูลจากผู้บริโภคจำนวน 500 คน ในเขตอำเภอเมือง พิษณุโลก โดยใช้แบบสอบถาม (รายละเอียดแบบสอบถามแสดงไว้ในภาคผนวก) จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้วิธีการหาจำนวนร้อยละของผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถามในแต่ละหัวข้อ

3.2.2 ทำการศึกษาปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อปริมาณกาบาในข้าวกล้องงอกที่ผลิตจากโรงสีที่เข้าร่วมโครงการ ได้แก่ อุณหภูมิและเวลาในการแช่ข้าว โดยใช้อุณหภูมิในการแช่ข้าวที่อุณหภูมิห้อง 40 องศาเซลเซียส และ 50 องศาเซลเซียส และเวลาในการแช่คือ 12 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และ 36 ชั่วโมง ผังแสดงวิธีการศึกษาปัจจัยการผลิตข้าวกล้องงอกซึ่งแสดงไว้ดังภาพที่ 7

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ข้าวกล้องงอก

แช่น้ำ 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

บ่มโดยการคลุมด้วยผ้าเปียกที่อุณหภูมิห้อง, 40 และ 50 องศาเซลเซียส
ระยะเวลาที่ใช้ 12, 24 และ 36 ชั่วโมง

สังเกตด้วยตาเปล่า ดูการงอกของเมล็ดข้าว ตรวจสอบหาปริมาณกาบา โดยส่งตัวอย่างตรวจสอบที่
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกผล

ภาพที่ 7 ผังแสดงวิธีการศึกษาปัจจัยการผลิตข้าวกล้องงอก

3.2.3 ทำการวิเคราะห์ผลจากข้อ 3.3.2 ร่วมกับผู้ประกอบการ โดยพิจารณาผลของปริมาณกาบาที่ได้จากการกระบวนการผลิตที่สภาวะต่าง ๆ จากนั้นพิจารณาสภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินการผลิตจริง โดยอาศัยองค์ประกอบอื่น ๆ เพิ่มเติมเช่น ความยากง่ายในการการผลิต

3.2.4 ถ่ายทอดความรู้ให้กับโรงสีที่เข้าร่วมโครงการ และทำการประชาสัมพันธ์ข้าวกล้องงอกที่ผลิตได้ตามสถานที่ต่าง ๆ

3.3 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

โครงการนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงาน 6 เดือน รายละเอียดแผนการดำเนินงานแสดงได้ดังตารางที่ 4

ลิขสิทธิ์ราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4 กิจกรรมและระยะเวลาในการดำเนินงานในแต่ละกิจกรรม

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินงาน (เดือน)						ผู้รับผิดชอบ/ผู้ปฏิบัติ
	1	2	3	4	5	6	
1. การสำรวจตลาดข้าวกล้องงอก โดยใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 500 ราย ในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก	↔						น.ส. กัญญาณี สอนทอง น.ส. เอื้องฟ้า ทองชาวนา ดร. คงศักดิ์ ศรีแก้ว
2. ศึกษาปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อปริมาณกาบา ได้แก่ อุณหภูมิ และระยะเวลาในการแช่ข้าว		↔	↔				น.ส. กัญญาณี สอนทอง น.ส. เอื้องฟ้า ทองชาวนา โรงสีที่เข้าร่วมโครงการ ดร. คงศักดิ์ ศรีแก้ว
3. สังเคราะห์ผลจากกิจกรรมที่ผ่านมาพิจารณาหาสภาวะที่เหมาะสมในดำเนินการผลิตจริงร่วมกันระหว่างทีมวิจัยและผู้ประกอบการ				↔			น.ส. กัญญาณี สอนทอง น.ส. เอื้องฟ้า ทองชาวนา โรงสีที่เข้าร่วมโครงการฯ ดร. คงศักดิ์ ศรีแก้ว
4. เผยแพร่ความรู้ให้กับโรงสีชุมชนที่เข้าร่วมโครงการ และทำการประชาสัมพันธ์เปิดตัวข้าวกล้องงอกตามสถานที่ต่าง ๆ					↔		น.ส. กัญญาณี สอนทอง น.ส. เอื้องฟ้า ทองชาวนา ดร. คงศักดิ์ ศรีแก้ว

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

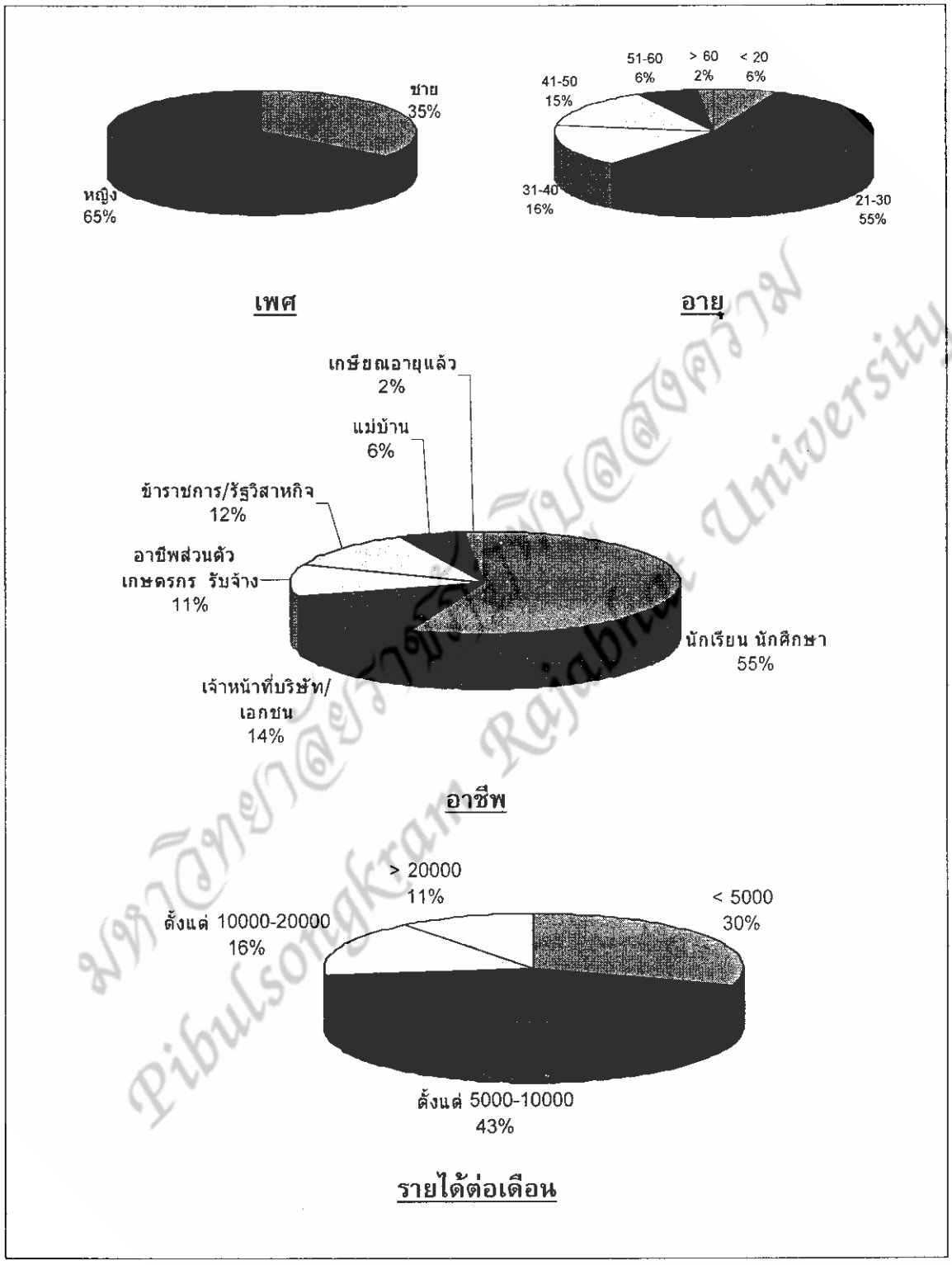
บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ผลการสำรวจตลาด

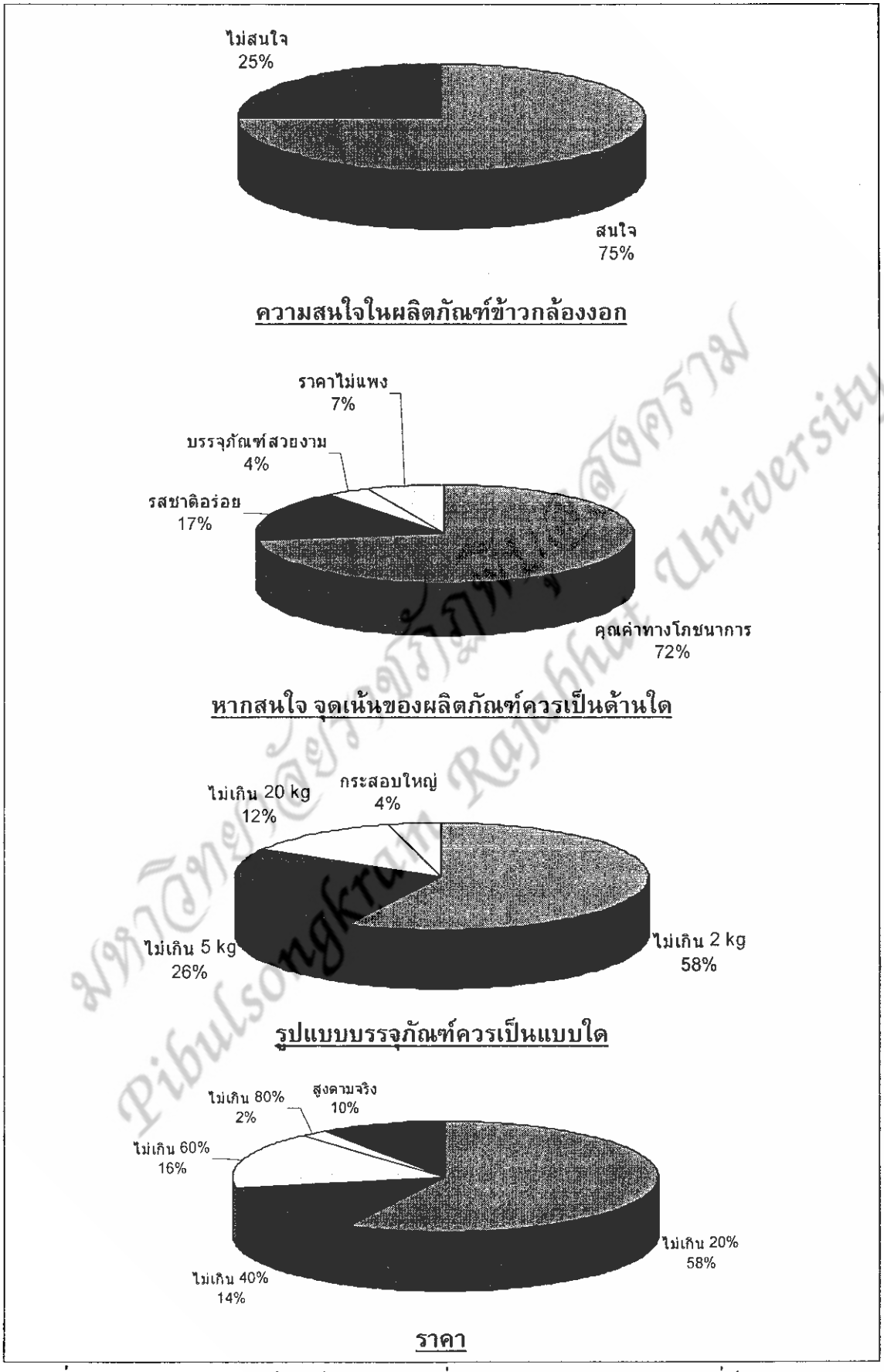
จากการวิเคราะห์ผลการสำรวจตลาดข้าวกล้องงอก ทำการสอบถามผู้บริโภคจำนวน 500 คน ในเขต อ.เมือง พิษณุโลก โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนที่ 2 ความสนใจและคุณลักษณะของข้าวกล้องงอกที่ผู้บริโภคต้องการ

จากการสำรวจตลาดข้าวกล้องงอก (ส่วนที่ 1) พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 65) เป็นเพศชายเพียงร้อยละ 35 โดยมีช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ใน ช่วง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมามีอายุอยู่ในช่วง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 16 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ที่ตอบแบบสอบถามเป็นนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมาคือเจ้าหน้าที่บริษัท องค์กรเอกชน คิดเป็นร้อยละ 14 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ที่ตอบแบบสอบถามมีรายได้อยู่ในช่วง ตั้งแต่ 5,000-10,000บาท คิดเป็นร้อยละ 43 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด สรุปผลการสำรวจส่วนที่ 1 แสดงเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 8

ในส่วนที่ 2 ของแบบสอบถามซึ่งเป็นเรื่องของการรู้จักผลิตภัณฑ์และความสนใจ รวมถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่รู้จักข้าวกล้องงอก (ร้อยละ 78) ส่วนผู้ที่รู้จักข้าวกล้องงอก คิดเป็นร้อยละ 22 และได้ทำการสำรวจต่อว่าหากมีผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกจำหน่าย จะสนใจหรือไม่ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความสนใจคิดเป็นร้อยละ 75 และไม่สนใจคิดเป็นร้อยละ 25 ในส่วนของคุณลักษณะของข้าวกล้องงอกที่ต้องการ ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นว่าควรสร้างจุดเน้นของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ 72) รองลงมาคือ รสชาติอร่อย (ร้อยละ 17) ราคาไม่แพงจนเกินไป (ร้อยละ 7) และรูปแบบบรรจุภัณฑ์สวยงาม (ร้อยละ 4) โดยส่วนใหญ่เห็นว่าผลิตภัณฑ์ควรบรรจุในถุงพลาสติกขนาดไม่เกิน 2 กิโลกรัม (ร้อยละ 58) และราคาไม่ควรสูงกว่าข้าวขัดขาวทั่วไปเกินกว่าร้อยละ 20 สรุปผลการสำรวจส่วนที่ 2 แสดงเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 9



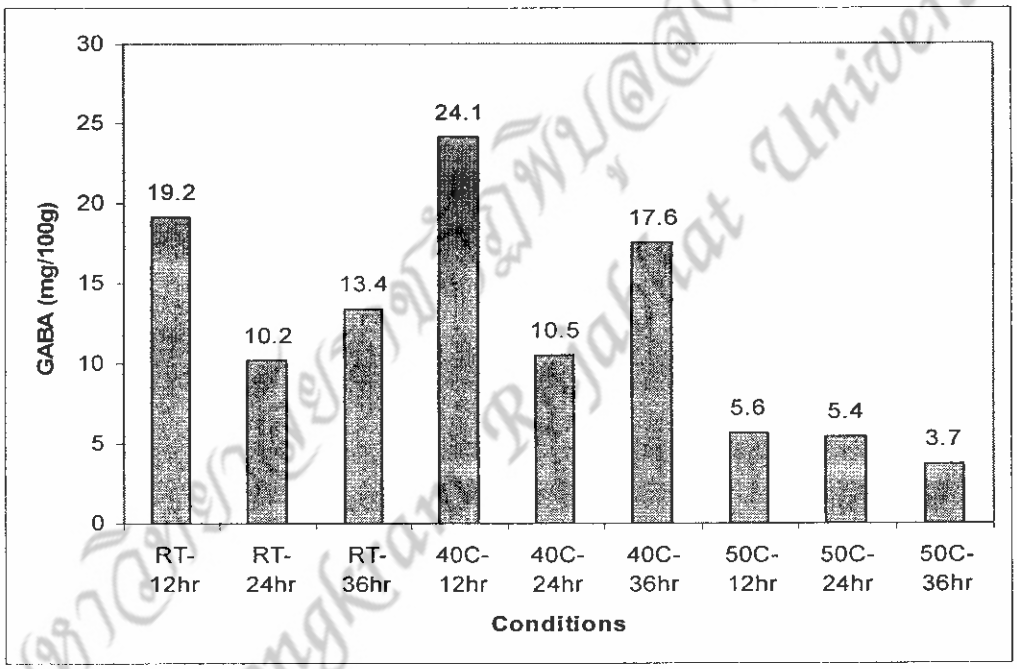
ภาพที่ 8 ผลการสำรวจตลาดข้าวกล้องงอก (ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม)



ภาพที่ 9 ผลการสำรวจตลาดข้าวกล้องงอก (ส่วนที่ 2 ความสนใจและคุณลักษณะที่ต้องการ)

4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณกาบาในข้าวกล้องงอก

เมื่อทำการทดลองผลิตข้าวกล้องงอกโดยใช้พันธุ์ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และใช้วิธีการตามเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้ทบทวน ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้วิธีการแช่ในน้ำเป็นเวลาตั้งแต่ 24-48 ชั่วโมง พบว่ามีปัญหาหลายประการ โดยเฉพาะการเกิดการหมักทำให้กลิ่นรสของข้าวเปลี่ยนไป จึงได้ทำการปรับกระบวนการผลิตให้เป็นการแช่น้ำเพียง 12 ชั่วโมงจากนั้นทำการบ่มให้งอก ซึ่งให้ผลการงอกเมื่อดูด้วยสายตา ดีกว่าการแช่น้ำ (วิธีการและสภาวะต่าง ๆ ที่ศึกษาแสดงไว้ในบทที่ 3 ก่อนหน้านี้) ทำการส่งตัวอย่างข้าวกล้องงอกที่ผลิตได้จากสภาวะต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบหาปริมาณกาบาที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ผลดังภาพที่ 10



RT = อุณหภูมิห้อง 40C = 40 องศาเซลเซียส 50C = 50 องศาเซลเซียส

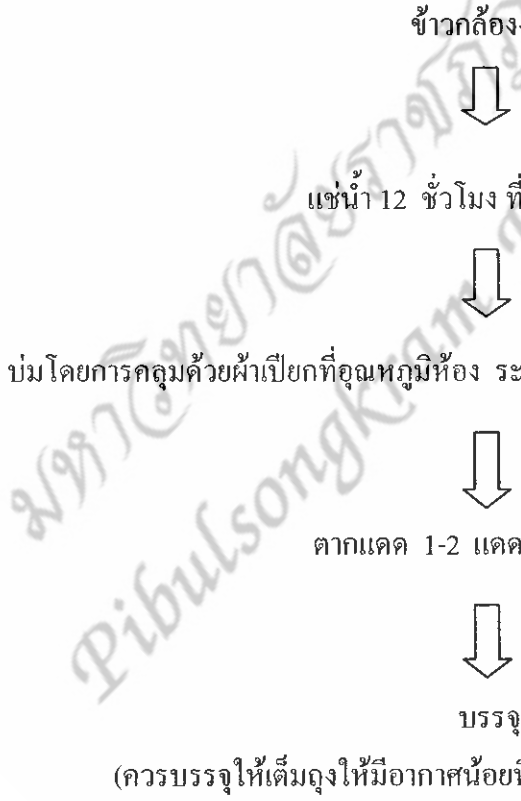
ภาพที่ 10 ปริมาณกาบาในตัวอย่างข้าวกล้องงอก ที่ผลิตได้จากสภาวะต่าง ๆ

จากภาพที่ 10 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณกาบาในตัวอย่างข้าวกล้องงอกที่ผลิตได้ พบว่าเมื่อบ่มข้าวที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้ได้ปริมาณกาบา มากที่สุดคือ 24.1 mg/100g รองลงมา คือบ่มข้าวที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ได้ปริมาณกาบา เท่ากับ 19.2 mg/100g ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการบ่มข้าวกล้องที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการงอกและให้ปริมาณกาบามากที่สุด แต่อย่างไรก็ดีการควบคุมอุณหภูมิในการบ่มข้าวอาจจะไม่สามารถดำเนินการได้ในโรงสีชุมชนขนาดเล็ก จึงได้มีการแนะนำให้กับโรงสีชุมชนที่เข้าร่วมโครงการ ให้ทำการผลิตข้าวกล้องงอกโดยการแช่ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมงแทน เพราะสามารถทำการ

ผลิตได้ง่าย และไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ยุ่งยาก นอกจากนั้นปริมาณกาบาที่ได้ ก็มีปริมาณใกล้เคียงกับการรายงานไว้โดยพัชรี (2550) ซึ่งมีปริมาณกาบา เท่ากับ 15.2-19.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งสูงกว่าข้าวกล้องปกติทั่วไป

4.3 กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกอย่างง่ายสำหรับโรงสีชุมชน

จากผลการทดลองการหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการผลิตข้าวกล้องงอกพบว่าสภาวะที่ดีที่สุด คือ การบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 ชั่วโมงมีปริมาณกาบามากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามหากจะนำไปใช้สำหรับการผลิตในชุมชนอาจจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการผลิต เนื่องจากโรงสีชุมชนโดยทั่วไปมักจะไม่มีตู้อบสำหรับปรับอุณหภูมิ ดังนั้นวิธีการที่แนะนำสำหรับนำไปใช้ในชุมชนคือการบ่มในอุณหภูมิห้อง ซึ่งก็จะทำให้ได้ข้าวกล้องงอกที่มีปริมาณกาบาอยู่ในระดับที่มากกว่าข้าวกล้องปกติ กระบวนการผลิตที่แนะนำสำหรับชุมชนดังแสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกที่แนะนำสำหรับโรงสีชุมชน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความสนใจในผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกคิดเป็นร้อยละ 75 หลังจากนั้นจึงทำการทดลองผลิตข้าวกล้องงอก พบว่าในระหว่างการแช่ข้าวกล้องได้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น เกิดการหมักของน้ำที่ใช้แช่ข้าวกล้องทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำบ่อย เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าไม่เห็นส่วนที่งอก ดังนั้นจึงได้ทำการปรึกษากับโรงสีชุมชนขนาดเล็กเพื่อปรับเปลี่ยนวิธีในการผลิตข้าวกล้องงอก เป็นการแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการบ่มโดยการคลุมด้วยผ้าเปียกที่อุณหภูมิห้อง 40 องศาเซลเซียส และ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ 12 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และ 36 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่าที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ 12 ชั่วโมง ให้ปริมาณกาบา มากที่สุด คือ 24.1 mg/100g ส่วนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณกาบาน้อยที่สุด ดังนั้นการผลิตข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสจึงเหมาะแก่การผลิตข้าวกล้องงอกมากที่สุด แต่ในการผลิตที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสนั้นมีความยุ่งยากต่อการผลิตของโรงสีชุมชนขนาดเล็ก ดังนั้นจึงต้องวิธีการที่เหมาะสมซึ่งง่ายต่อการผลิตและใช้เครื่องมือไม่ซับซ้อน โดยเลือกทำการผลิตที่การแช่น้ำสะอาดอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการบ่มโดยการคลุมด้วยผ้าเปียกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการบรรจุถุงสุญญากาศขนาด 0.5 กิโลกรัม และ 1 กิโลกรัม และได้ทำการทดลองจำหน่ายจังหวัดพิษณุโลก พบว่าผู้บริโภคให้ความสนใจเป็นอย่างดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

การผลิตข้าวกล้องงอก ถือเป็นการสร้างมูลค่าให้กับข้าวอย่างหนึ่งที่มีศักยภาพ เกษตรกรหรือโรงสีขนาดเล็กทั่วไป รวมถึงผู้สนใจสามารถดำเนินการผลิตได้เองโดยง่าย อย่างไรก็ตามหากจะดำเนินการให้อยู่ในรูปแบบการค้าแบบเต็มรูปแบบ จำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพ และตรวจสอบหาปริมาณสารต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ที่ได้จากกระบวนการทำให้งอก โดยเฉพาะสารกาบา ซึ่งการตรวจสอบจำเป็นต้องใช้เครื่องมือขั้นสูง เกษตรกร หรือโรงสีขนาดเล็กส่วนใหญ่ไม่สามารถดำเนินการได้ จำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือจากหน่วยงานภาครัฐ หรือสถาบันการศึกษาในท้องถิ่น นอกจากนั้นแล้วหากจะส่งเสริมให้ชุมชนผลิตอย่างจริงจัง ควรดำเนินการให้ครบวงจร โดยเฉพาะประเด็นด้านการตลาด

เอกสารอ้างอิง

พัชรี ตั้งตระกูล. 2550. ข้าวกล้องเพื่อสุขภาพพัฒนาผลผลิตชาวนา. หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์ ฉบับวันที่ 3 กรกฎาคม 2550.

พัชรี ตั้งตระกูล วารุณี วารัญญานนท์ วา สุโรจนเมธากุล และลัดดา วัฒนศิริธรรม. 2549. การเพิ่มกรดปริมาณกรดแกรมมา-แอมิโนบิวทีริกในคัพภะข้าวเจ้าและข้าวเหนียวโดยการแช่น้ำ. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 32. 10-12 ตุลาคม 2549. กรุงเทพฯ.

ละมุน วิเศษ. 2541. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงไขมัน คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวกล้องพันธ์ขาวหอมมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 366 หน้า.

Kayahara, H. and Tsukahara, K. 2000. Flavor, health and nutritional quality of pre-germinated brown rice. Presented at 2000 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies in Hawaii, December 2000.

Komatsuzaki, N., Tsukahara, K., Toyoshima, H., Suzuki, T., Shimizu, N. and Kimura, T. 2007. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. Journal of Food Engineering. 78: 556–560.

Muzafarov, D.C. and Mazhidov, K.K. 1997. Chemical composition of husked and polished rice. Chemistry of Natural Compounds. 33 : 601-602.

Varanyanond W., Tungtrakul P. and Surojanametakul V. 2005. Effects of water soaking on gamma-aminobutyric acid (GABA) in germ of different Thai rice varieties. Kasetsart Journal (Natural Science). 39 : 411 - 415

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก

ส่วนที่ 1 (ข้อมูลทั่วไป)

1. ชื่อ-สกุล.....

2. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

3. อายุ ☐ น้อยกว่า 20 ☐ 21-30 ☐ 31-40
☐ 41-50 ☐ 51-60 ☐ มากกว่า 60

4. ลักษณะงานที่ท่านทำอยู่

☐ นักเรียน นักศึกษา
☐ เจ้าหน้าที่บริษัท องค์กรเอกชน
☐ ประกอบอาชีพส่วนตัว เกษตรกร รับจ้าง ฯลฯ
☐ ข้าราชการ พนักงานของรัฐ ลูกจ้างในหน่วยงานรัฐ และรัฐวิสาหกิจ
☐ แม่บ้าน
☐ เกษียณอายุแล้ว
☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

5. รายได้ต่อเดือน/เงินเดือน

☐ น้อยกว่า 5,000 บาท ☐ ตั้งแต่ 5,000-10,000 บาท
☐ ตั้งแต่ 10,000-20,000 บาท ☐ ตั้งแต่ 20,000 บาทขึ้นไป

ส่วนที่ 2 (ข้อมูลเกี่ยวกับข้าวกล้องงอก)

6. ท่านรู้จักผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก หรือ ข้าวกาบา (GABA) หรือไม่

☐ รู้จัก ☐ ไม่รู้จัก (หากตอบไม่รู้จักให้อธิบายคร่าว ๆ จากนั้นถามคำถามต่อไป)

7. ท่านคิดว่า หากมีผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกจำหน่าย ท่านจะสนใจหรือไม่

☐ สนใน ☐ ไม่สนใจ (หากตอบไม่สนใจ จบคำถาม กล่าวขอบคุณ)

8.หากมีผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกจำหน่าย ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ควรจะเน้นอะไรมากที่สุด

☐ คุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณกาบาในข้าว
☐ รสชาติอร่อย หุงขึ้นหม้อ ข้าวเมล็ดสวย
☐ รูปแบบบรรจุภัณฑ์สวยงาม ทันสมัย
☐ ราคาไม่พงจนเกินไป
☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

9. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกควรมีบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบไหน จึงจะเหมาะสม

☐ บรรจุในถุงพลาสติกขนาดไม่เกิน 2 กิโลกรัม
☐ บรรจุในถุงพลาสติก/กระสอบขนาดไม่เกิน 5 กิโลกรัม
☐ บรรจุในถุงพลาสติก/กระสอบขนาดไม่เกิน 20 กิโลกรัม
☐ บรรจุในถุงพลาสติก/กระสอบขนาดใหญ่
☐ รูปแบบบรรจุภัณฑ์อย่างอื่น (ระบุ).....

10. เนื่องจากข้าวกล้องงอกมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าข้าวขัดสีธรรมดา ท่านคิดว่าราคาควรจะ

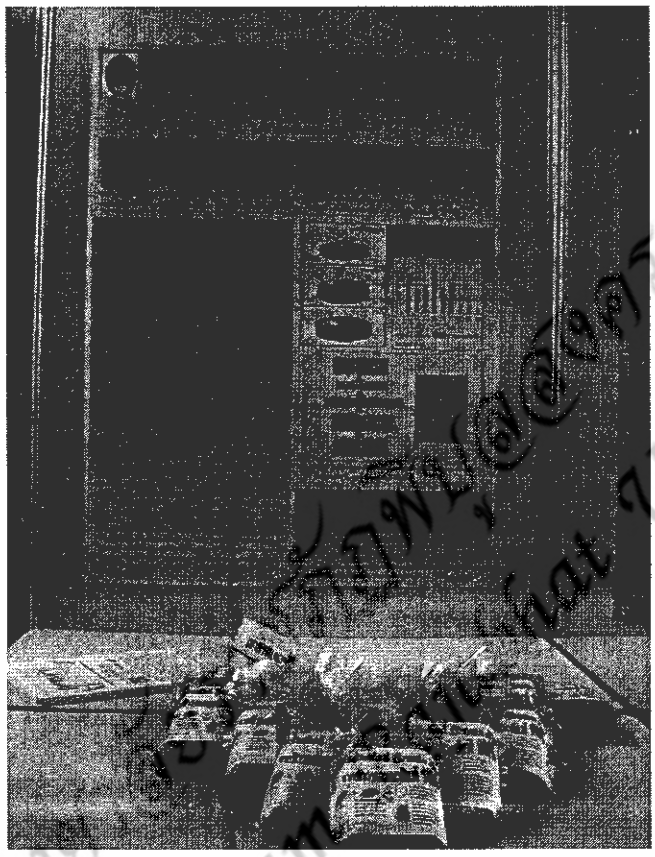
☐ ราคาสูงกว่าได้ไม่เกิน 20 %
☐ ราคาสูงกว่าได้ไม่เกิน 40 %
☐ ราคาสูงกว่าได้ไม่เกิน 60 %ราคาสูงกว่าได้ไม่เกิน 80 %
☐ ราคาสูงกว่าได้ตามความเป็นจริงของต้นทุน
☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

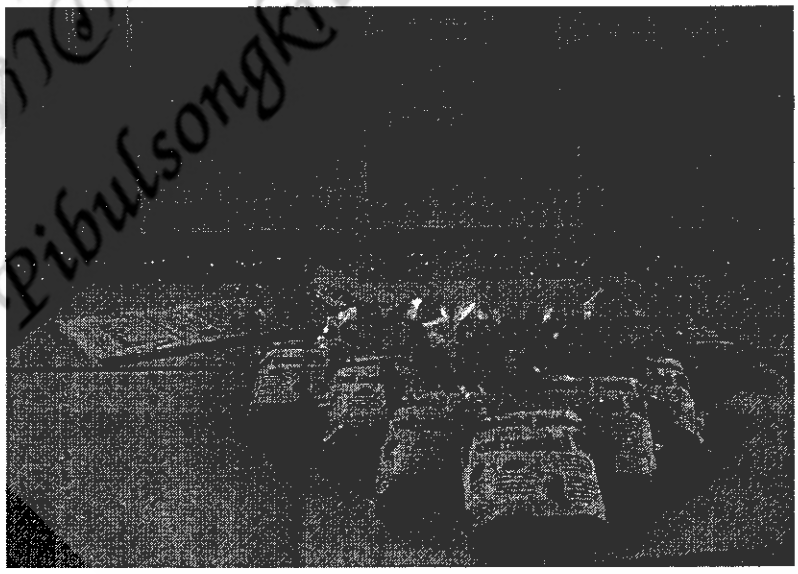
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา Suan Sunandha Rajabhat University

ภาคผนวก ข – ภาพกิจกรรม

ภาพแสดงผลงานในนิทรรศการ "ตามรอยเบื้องพระยุคลบาท"

วันที่ 27-30 มีนาคม 2551 ณ สยามพารากอน





Pibulsongkram Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก ค – บทความเผยแพร่สำหรับโครงการ EnPUS

รายงานบทความเผยแพร่สำหรับโครงการ EnPUS (4 หน้า)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกสำหรับโรงสีขนาดเล็ก

The development of germinated brown rice for small scale rice mill

กัญญาณี สอนทอง เอื้องฟ้า ทองชาวนา และ คงศักดิ์ ศรีแก้ว*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก E-mail : khongsak@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกร่วมกับกลุ่มโรงสีชุมชนบ้านสะอัก อำเภอเมืองพิษณุโลก โดยทำการศึกษาครบวงจรตั้งแต่การสำรวจตลาด ศึกษาปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม จนถึงแนะนำเปิดตัวผลิตภัณฑ์ โดยได้ทำการสำรวจกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 500 คน (ชายร้อยละ 35 และหญิงร้อยละ 65) พบว่า ร้อยละ 75 ให้ความสนใจผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก โดยให้ความเห็นว่าควรสร้างจุดเน้นผลิตภัณฑ์ในด้านของคุณค่าทางโภชนาการ และบรรจุในภาชนะขนาดไม่เกิน 2 กิโลกรัม โดยผลิตภัณฑ์ควรมีราคาไม่เกินร้อยละ 20 ของราคาข้าวสารทั่วไป นอกจากนั้นยังได้ทำการทดลองผลิตข้าวกล้องงอก เพื่อหาสภาวะการผลิตที่เหมาะสม ที่ทำให้ข้าวเกิดการงอก พบว่ากระบวนการที่เหมาะสม และง่ายต่อการนำไปใช้ในชุมชนคือ การแช่ข้าวกล้องที่สีใหม่ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นคลุมด้วยผ้าเปียกอีก 12 ชั่วโมง นำไปตากแดดให้แห้งจนเหลือความชื้นประมาณร้อยละ 13 จะได้ข้าวกล้องงอกพร้อมบรรจุจำหน่าย และเมื่อนำไปทดลองจำหน่ายพบว่าผู้บริโภคให้ความสนใจดี

Abstract

This research aimed to develop germinated brown rice products together with Ban Sa-uk community rice mill in Phitsanulok province. The research steps involved market survey, process optimization and product launch. The market survey was conducted on 500 people (35% male and 65% female). It was found that 75% were interested in germinated brown rice. The survey suggested that the products should be focused on their nutritional values and packed in 2 kg-bag or less with the price for not exceeding 20% of normal white rice. The optimized process condition suitable for community production included soaking freshly milled brown rice in potable water for 12 hrs and then covered by moist cloth for another 12 hrs and, finally, sun drying until product moisture content reached about 13%. From the product launch, it was also found that consumers accepted the products well.

คำสำคัญ : Brown rice, Germinated brown rice, Rice mill, GABA

1. บทนำ

เป็นที่ทราบกันมานานแล้วว่าการบริโภคข้าวกล้องนั้น ให้สารอาหารมากกว่าการบริโภคข้าวข้าวขัดขาว โดยในคัพภะข้าว (rice germ) มีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายจำนวนมาก เช่น ใยอาหาร วิตามินบี วิตามินอี กรดไฟติก และ GABA (γ-aminobutyric acid) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ได้จากกระบวนการ decarboxylation ของ L-glutamic acid [1] ปัจจุบันมีรายงานการวิจัยที่ยืนยันว่า GABA มีประโยชน์ในการรักษาโรคเกี่ยวกับระบบประสาทหลายโรค การบริโภคข้าวกล้องให้เกิดประโยชน์สูงสุด จะต้องนำเข้ากล้องมาแช่น้ำทำให้งอกเสียก่อน ซึ่งข้าวกล้องงอกจะมีสารอาหารเพิ่มขึ้นจำนวนมาก โดยเฉพาะ GABA [2, 3]

พัชรี [4] กล่าวว่าผู้บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก มักนิยมรับประทานข้าวหุงสุกจากข้าวขัดขาว โดยมีผู้ที่รับประทานข้าวกล้องเป็นประจำค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เนื่องจากข้าวกล้องมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง อย่างไรก็ดีหากปรับเปลี่ยนพฤติกรรม หันมาบริโภคข้าวกล้องแทนข้าวขาวได้ ก็จะทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่เป็นประโยชน์มากขึ้น ซึ่งการนำข้าวกล้องมาแช่ให้งอก นอกจากจะได้ประโยชน์จากปริมาณ GABA ที่สูงขึ้นแล้ว ยังทำให้ข้าวกล้องมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มรับประทานได้ง่าย สำหรับข้าวกล้องที่สามารถนำมาแช่น้ำให้เกิดการงอกได้นั้น จะต้องเป็นข้าวกล้องที่ผ่านการกะเทาะเปลือกมาไม่นานเกิน 2 สัปดาห์ โดยควบคุมอุณหภูมิให้พอเหมาะ ใช้เวลาประมาณ 36-72 ชั่วโมง จากนั้นใช้น้ำร้อนเพื่อหยุดขั้นตอนการงอก แล้วจึงมาทำให้แห้งโดยใช้อุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส เพื่อลดความชื้นลงให้เหลือประมาณร้อยละ 12-13

ข้าวกล้องงอกจึงถือเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าอย่างหนึ่งจากข้าวที่มีศักยภาพ ทั้งนี้เนื่องจากมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ยาก และโรงสีขนาดเล็กในชุมชนโดยทั่วไปมีอุปกรณ์พร้อมที่จะผลิตได้ โดยข้าวกล้องงอก หรือที่เรียกกันว่า GABA rice ถือเป็น functional food ชนิดหนึ่งที่มีกระแสความสนใจจากตลาดในปัจจุบัน งานวิจัยนี้จึงได้ร่วมกับโรงสีชุมชนขนาดเล็กในจังหวัดพิษณุโลก เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก โดยทำการศึกษาครบวงจรตั้งแต่การสำรวจตลาด ศึกษาปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม จนถึงแนะนำเปิดตัวผลิตภัณฑ์

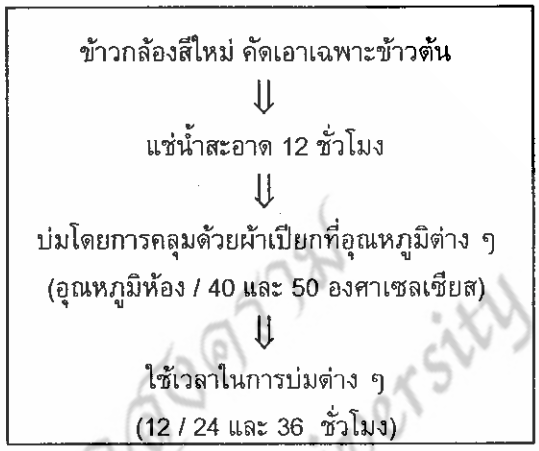
2. วัตถุประสงค์

เพื่อให้โรงสีชุมชนขนาดเล็กที่เข้าร่วมโครงการสามารถดำเนินการผลิตข้าวกล้องงอกที่มีคุณภาพ และนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ท้องตลาดได้

3. วิธีการทดลอง

1) ทำการสำรวจตลาดข้าวกล้องงอกหรือข้าว GABA โดยเก็บข้อมูลจากผู้บริโภคทั่วไปในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก จำนวน 500 คน โดยใช้แบบสอบถาม

2) ศึกษาปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อปริมาณ GABA ได้แก่ อุณหภูมิและเวลาในการทำให้ข้าวกล้องงอก โดยปรับปรุงวิธีการผลิตจาก [1] โดยงานวิจัยนี้ทำการทดสอบกับข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 วิธีการดังแสดงได้ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนผังแสดงปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำการศึกษา

3) วิเคราะห์ปริมาณ GABA ในข้าวกล้องงอกที่ได้จากการผลิตที่สภาวะต่าง ๆ โดยใช้ HPLC (ส่งตัวอย่างตรวจที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

4) วิเคราะห์ผลร่วมกับกลุ่มโรงสีชุมชน พิจารณาหาวิธีการผลิตที่เหมาะสม ที่สามารถนำไปใช้ได้ในชุมชน ซึ่งต้องเป็นกระบวนการที่ไม่ยุ่งยาก

5) ทำการประชาสัมพันธ์เปิดตัวข้าวกล้องงอกตามสถานที่ต่าง ๆ

4. ผลการทดลอง

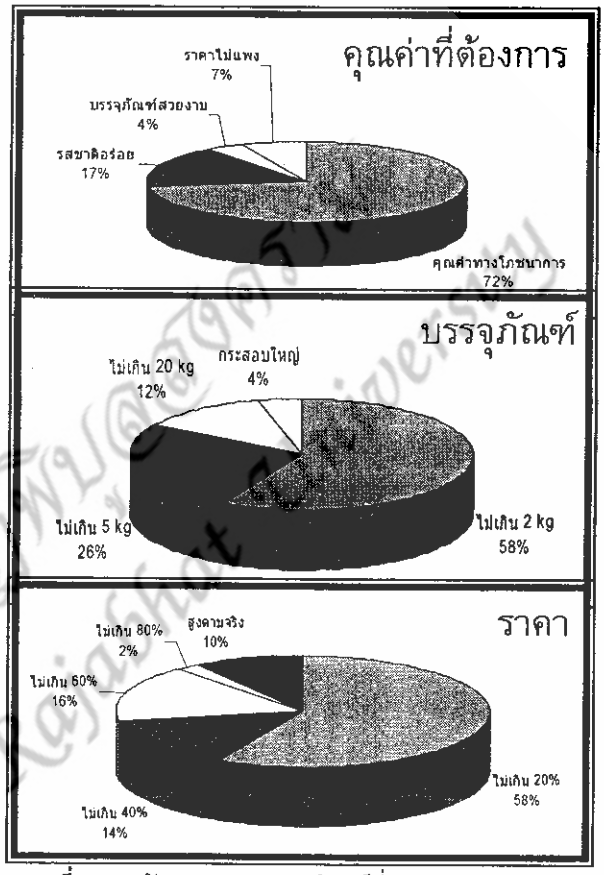
จากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 500 คน โดยแบ่งข้อมูลการสำรวจออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก สรุปได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 (ข้อมูลทั่วไป) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 65 และเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 35 โดยมีอายุน้อยกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 6 รองลงมามีอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 55 อายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 16 อายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 15 อายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 6 และอายุมากกว่า 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 2 ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นนักเรียน

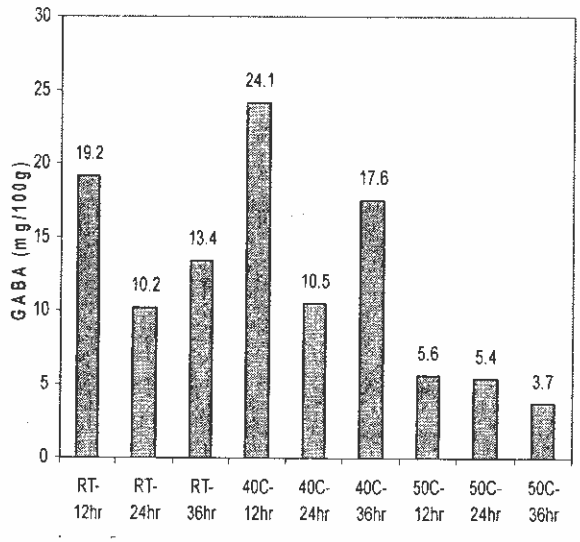
นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมาเป็นเจ้าหน้าที่บริษัท องค์กรเอกชน คิดเป็นร้อยละ 14 ข้าราชการ พนักงานของรัฐ ลูกจ้างในหน่วยงานรัฐ และรัฐวิสาหกิจคิดเป็นร้อยละ 12 ประกอบอาชีพส่วนตัว เกษตรกร รับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 11 แม่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 6 และเกษียณอายุแล้ว คิดเป็นร้อยละ 2 ส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ในช่วงตั้งแต่ 5,000-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 42 รองลงมารายได้มากกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30 มีรายได้ตั้งแต่ 10,000-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 16 และรายได้มากกว่า 20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 11

ส่วนที่ 2 (ข้อมูลเกี่ยวกับข้าวกล้องงอก) ผลการสำรวจพบว่า มีผู้บริโภคเพียงร้อยละ 22 เท่านั้นที่รู้จักผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก ส่วนอีกร้อยละ 78 ไม่รู้จัก อย่างไรก็ตามผู้บริโภคร้อยละ 75 สนใจผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก ไม่สนใจร้อยละ 25 โดยผู้บริโภคที่สนใจให้ความเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกที่เป็นที่ต้องการ สรุปได้ดังภาพที่ 2 ในส่วนผลจากปัจจัยการผลิตได้แก่ อุณหภูมิและเวลาในการทำให้ข้าวกล้องงอกต่อปริมาณ GABA แสดง ได้ดังภาพที่ 3 เมื่อพิจารณาปริมาณ GABA ที่พบจากสภาวะการผลิตต่าง ๆ แล้ว จะเห็นว่าแม้การบ่มข้าวที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะได้ปริมาณ GABA มากกว่าที่อุณหภูมิอื่น ๆ (24.1 mg/100g) ที่ทำการทดลอง แต่การผลิตที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสนั้น มีความยากในการนำไปปฏิบัติจริงสำหรับโรงสีขนาดเล็ก เพราะโรงสีไม่มีตู้บ่มที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงเลือกที่จะทำการบ่มที่อุณหภูมิห้องแทนการบ่มที่ 40 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มที่เหมาะสมคือ 12 ชั่วโมง ดังนั้นกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกที่แนะนำสำหรับโรงสีชุมชนขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการผลิต จะ แสดงได้ดังภาพที่ 4

ในส่วนของการประชาสัมพันธ์เปิดตัวผลิตภัณฑ์ ได้ทำการบรรจุถุงพลาสติกใสแบบสุญญากาศ 2 ขนาด ได้แก่ 0.5 กิโลกรัม และ 1 กิโลกรัม นำไปทดลองจำหน่ายตามสถานที่ต่าง ๆ ในจังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ร้านขายอาหารผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ รวมถึงตลาดสด ในราคา 25 บาท (ถุง 0.5 กิโลกรัม) และ 40 บาท (ถุง 1 กิโลกรัม) พบว่า ผู้บริโภคให้ความสนใจต่อผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกเป็นอย่างมาก และสามารถจำหน่ายได้เป็นอย่างดี โดยราคาจำหน่ายดังกล่าวเป็นราคาที่สูงกว่าข้าวกล้องทั่วไปถึง 2 เท่า

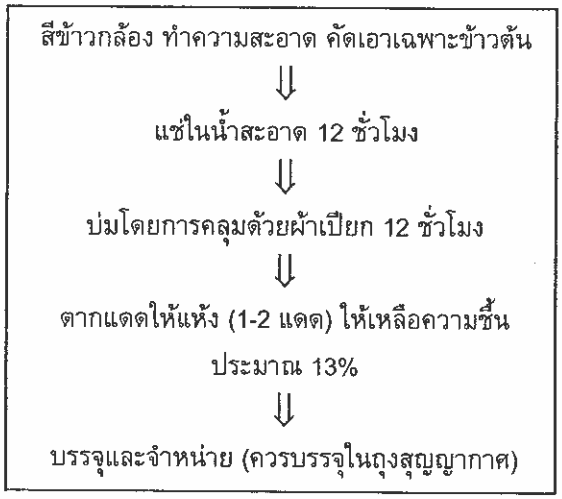


ภาพที่ 2 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ



RT = อุณหภูมิห้อง

ภาพที่ 3 ปริมาณ GABA จากการผลิตที่สภาวะต่าง ๆ



ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกที่แนะนำสำหรับโรงสีชุมชนขนาดเล็ก

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าข้าวที่มีศักยภาพ เนื่องจากมีงานวิจัยรองรับว่ากระบวนการทำให้ข้าวกล้องงอก ทำให้เกิดสารอาหารที่มีประโยชน์หลายอย่าง โดยเฉพาะ GABA ซึ่งช่วยรักษาโรคเกี่ยวกับระบบประสาทหลายโรค ประกอบกับในปัจจุบัน ผู้บริโภคให้ความสนใจเรื่องของสุขภาพค่อนข้างมาก การพัฒนาส่งเสริมให้ผู้ประกอบการโรงสีชุมชนขนาดเล็ก ที่กระจายอยู่ทั่วไปทำการผลิตข้าวกล้องงอกเป็นผลิตภัณฑ์เสริม จึงน่าจะเป็นประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน

โครงการวิจัยนี้ได้ร่วมกับโรงสีชุมชนบ้านสะอัก จังหวัดพิษณุโลก ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก โดยครอบคลุมตั้งแต่การสำรวจตลาด จนถึงการพัฒนากระบวนการผลิตที่ง่าย สามารถดำเนินการได้โดยโรงสีขนาดเล็กทั่วไป ซึ่งผลพบว่าผู้บริโภคที่ทำการสำรวจ ให้ความสนใจผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกเป็นอย่างดี และกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกที่แนะนำสำหรับโรงสีชุมชนขนาดเล็ก คือการนำข้าวกล้องที่สีใหม่ มาคัดเอาเฉพาะข้าวต้น จากนั้นนำมาแช่น้ำไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง นำขึ้นมาบ่มโดยคลุมด้วยผ้าเปียกไว้อีก 12 ชั่วโมง จากนั้นนำมาตากแดดให้แห้ง ซึ่งผู้ประกอบการสามารถดำเนินการได้ง่าย ๆ โดยทำการแช่น้ำไว้ตอนกลางวัน ก่อนที่จะนำมาบ่มไว้ในตอนกลางคืน จากนั้นจึงนำมาตากแดดไว้ในวันรุ่งขึ้น ใช้เวลาเพียง 1 วัน สำหรับในช่วงฤดูร้อน

ในส่วนของการตลาดผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอก จะเป็นตลาดเฉพาะ สำหรับกลุ่มคนที่รักสุขภาพ ซึ่งผู้ประกอบการสามารถเข้าร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ ของภาครัฐในพื้นที่ เช่น พัฒนาชุมชน เทศบาล ฯลฯ เพื่อขอความช่วยเหลือเรื่องช่องทางการจำหน่าย โดยในส่วนของจังหวัดพิษณุโลก สามารถขอความช่วยเหลือจากเทศบาล เพื่อวางจำหน่ายในร้านค้าอาหารปลอดสารพิษของเทศบาลได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (โครงการ EnPUS) ที่สนับสนุนทุนสำหรับโครงการนี้ และขอขอบคุณ โรงสีชุมชน บ้านสะอัก ตำบลดอนทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Mayer, R., Cherry, J. and D. Rhodes. 1990. Effects of heat shock on amino acid metabolism of cowpea cells. Plant Physiology. 94: 796–810.

[2] พัชรี ตั้งตระกูล วารุณี วารัญญานนท์ วิภา สุโรจนเมธากุล และลัดดา วัฒนศิริธรรม. 2549. การเพิ่มปริมาณกรด แกมมา-แอมิโนบิวทีริกในคัพภะข้าวเจ้าและข้าวเหนียวโดยการแช่น้ำ. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง ประเทศไทยครั้งที่ 32 (ต.ค.49), กรุงเทพฯ.

[3] Shoichi, I. 2004. Marketing of value-added rice products in Japan: germinated brown rice and rice bread. FAO Rice Conference (Feb 04), Rome.

[4] พัชรี ตั้งตระกูล. 2550. ข้าวกล้องเพื่อสุขภาพ พัฒนาผลผลิตชาวนา. ไทยโพสต์ ฉบับวันที่ 3 กรกฎาคม 2550.