การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง

DEVELOPMENT OF GERMINATED BROWN RICE DRINK PRODUCT FROM KHAOHOM MAE PHAYA TONGDAM RICE WITH SOY MILK

วิทยานิพนธ์

ของ

แสงมณี เกิดพงษ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตุลาคม 2565

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง

DEVELOPMENT OF GERMINATED BROWN RICE DRINK PRODUCT FROM KHAOHOM MAE PHAYA TONGDAM RICE WITH SOY MILK

วิทยานิพนธ์

ของ

แสงมณี เกิดพงษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตุลาคม 2565

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง

Development of Germinated Brown Rice Drink Product from

Khaohom Mae Phaya Tongdam Rice with Soy Milk

แสงมณี เกิดพงษ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา สายธิ)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หยาดรุ้ง สุวรรณ์รัตน์)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ถาวร ฉิมเลี้ยง)

..... กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สราวุธ แสงสว่างโชติ)

ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศชัย จิตร์อารี)

วันที่ 31 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แสงมณี เกิดพงษ์. (2565). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการเกษตร). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์ ประธานกรรมการ
ปร.ด. (เทคโนโลยีชีวภาพ)

รองศาสตราจารย์ ดร.ถาวร ฉิมเลี้ยง กรรมการ
Ph.D. (Animal Science)

บทคัดย่อ

ข้าวหอมแม่พญาทองดำเป็นข้าวพื้นเมืองของคนชอง ซึ่งเป็นคนพื้นถิ่นของจังหวัดจันทบุรี เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีม่วงอมดำ อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการและมีสารแอนโทไซยานินที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ แต่ข้าวพันธุ์นี้เสี่ยงจะสูญพันธุ์ เนื่องจากผู้บริโภคไม่นิยมบริโภคและไม่ได้รับความสนใจที่จะนำไปแปรรูป ด้วยเหตุผลดังกล่าว การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบพร้อมดื่มและรูปแบบผง และทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ เพื่อเป็นแนวทางในการแปรรูป การทดลอง ประกอบด้วย 1) การศึกษาอัตราส่วนและปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบพร้อมดื่ม และ 2) การศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมในการทำแห้งผลิตภัณฑ์ข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบผง โดยผลิตภัณฑ์จากแต่ละการทดลองมีการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส คุณภาพทางเคมีและกายภาพ เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด

ผลการทดลอง พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบพร้อมดื่ม คือ การผสมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำกับน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วน 60 : 40 และเติมน้ำตาลที่ร้อยละ 6 นำสูตรที่เหมาะสมที่สุดมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบผง โดยแปรปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินที่ระดับต่าง ๆ และทำแห้งด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย ผลการทดลอง พบว่าปริมาณมอลมอลโตเด็กซ์ทรินที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 10 ผลิตภัณฑ์รูปแบบผงที่ได้มีปริมาณความชื้นต่ำและสามารถละลายได้ดี ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบผง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ระดับชอบปานกลาง งานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลและแนวทางในการแปรรูปข้าวหอมแม่พญาทองดำ ซึ่งหน่วยงานราชการสามารถนำข้อมูลไปส่งเสริมเกษตรกรให้มีการแปรรูปด้วยตนเอง และผู้ประกอบการให้ผลิตเชิงการค้าได้

คำสำคัญ : ข้าวหอมแม่พญาทองดำ, น้ำข้าวกล้องงอก, น้ำนมถั่วเหลือง, แอนโทไซยานิน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Sangmanee Keartpong. (2022). **Development of Germinated Brown Rice Drink Product from Khaohom Mae Phaya Tongdam Rice with Soy Milk.** Thesis M.S. (Agricultural Technology). Chanthaburi: Rambhai Barni Rajabhat University.

Thesis Advisors

Assistant Professor Dr.Yardrung Suwannarat — Chairman
Ph.D. (Biotechnology)

Associate Professor Dr.Thaworn Chimliang — Member
Ph.D. (Animal Science)

Abstract

Khao Hom Mae Phaya Tongdam is a local rice of the Chong people who are the indigenous people of Chanthaburi Province. The rice seed coat color is dark purple that is rich in nutrients and contains the anthocyanin which has antioxidant activity. Unfortunately, Khao Hom Mae Phaya Tongdam is at risk of being extinct because it is not popular for consuming and processing. With these reasons, this research aimed to develop the germinated brown rice drink product from Khao Hom Mae Phaya Tongdam rice with soy milk in both ready-to-drink and powder products. The products from each experiment were evaluated for their sensory, chemical and physical qualities to select the best formula.

The results showed that the optimal ratio for producing the ready-to-drink germinated brown rice drink with soy milk was 60:40 with sugar 6% sugar added. The best formula of the ready-to-drink product was further developed to be powder product by varying the maltodextrin content and the mixture was dried by using the spray drying technique. The results showed that the optimal amount of the maltodextrin was 10%. The obtained powder product had a low moisture content and dissolved easily. The panelists accepted the germinated brown rice with soy milk powder product for its sensory attributes such as appearance, color, odor, taste, texture, and overall acceptance was at the level of moderate like. This research could be used as information and a guideline for processing the Khao Hom Mae Phaya Tongdam. In addition, the government

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

agency could apply the information to promote the farmers to process Khao Hom Mae Phaya Tongdam by themselves and to the entrepreneurs to commercialize the production.

Keywords: Khao Hom Mae Phaya Tong Dam Rice, Germinated Brown Rice Drink, Soy Milk and Anthocyanin

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา สายธิ ที่ได้ให้เกียรติเป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรากฏชื่อในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือให้คำแนะนำเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ถาวร ฉิมเลี้ยง กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และด้วยความร่วมมือของอาสาสมัครกลุ่มตัวอย่างที่เสียสละเวลาในการทดสอบผลิตภัณฑ์ ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องไว้ ณ โอกาสนี้

แสงมณี เกิดพงษ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ

หน้า

สารบัญ ..... (1)

สารบัญตาราง ..... (3)

สารบัญภาพ ..... (4)

สารบัญภาพภาคผนวก ..... (5)

บทนำ 1

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

ข้าว 3

ประวัติข้าวโลก 3

ประวัติข้าวไทย 4

ข้าวสีม่วงหรือดำ 12

คุณค่าทางโภชนาการในข้าวสีม่วงหรือดำงอก 13

ข้าวหอมแม่พญาทองดำ 14

แอนโทไซยานิน 14

ถั่วเหลือง 16

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 17

ประโยชน์ของถั่วเหลือง 18

เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ 20

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

อุปกรณ์และวิธีการ 24

วัตถุดิบ 24

วิธีการทดลอง 25

ผลและการวิจารณ์ 29

สรุปผลและข้อเสนอแนะ 46

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 47

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	52
ประวัติย่อผู้วิจัย	61

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาการของข้าวดิบชนิดต่าง ๆ	11
2	คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง ต่อ 100 กรัม	19
3	คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนต่าง ๆ	30
4	คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนต่าง ๆ	33
5	คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่ปริมาณน้ำตาลระดับต่าง ๆ	36
6	คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่ระดับน้ำตาลต่าง ๆ	39
7	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ผงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง	41
8	คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบผงที่มีการใช้ปริมาณปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับต่าง ๆ	43
9	คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบผง	45

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 รูปแสดงการเจริญเติบโตทางลำต้นข้าว..... 8
2 รูปแสดงการสร้างดอกอ่อนเป็นรวงอ่อน..... 9
3 รูปแสดงส่วนประกอบของดอกข้าว (Spikelet)..... 10
4 รูปแสดงส่วนประกอบของข้าวเปลือก (Whole Grain Rice)..... 10
5 ผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง ที่อัตราส่วนต่าง ๆ (ก) 100 : 0 (ข) 80 : 20 (ค) 60 : 40 (ง) 50 : 50 (จ) 40 : 60 (ฉ) 20 : 80 และ (ช) 0 : 100..... 29

RAMBHAI BARNI RAJABHAT UNIVERSITY
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวก		หน้า
1	ขั้นตอนการเตรียมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำ.....	54
2	ขั้นตอนการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง.....	55
3	การเตรียมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำ (ก) ชั่งน้ำหนักข้าว (ข) แช่ข้าว (ค) บ่มที่อุณหภูมิห้อง (ง) ปั่นข้าว (จ)กรองด้วยผ้าขาวบาง (ช) น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำ.....	56
4	การเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง (ก) แช่เมล็ดถั่วเหลือง (ข) ปั่นละเอียด (ค) น้ำนมถั่วเหลือง.....	57
5	การเตรียมผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง (ก) น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำและน้ำนมถั่วเหลือง (ข) ผสมอัตราส่วน (ค) ให้ความร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส (ง) ผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองพร้อมดื่ม.....	58
6	ทดสอบทางประสาทสัมผัส (ก) ชี้แจงรายละเอียดก่อนทดสอบ (ข) - (ง) การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point Hedonic Scal.....	59
7	แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส.....	60

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

การดำเนินชีวิตของคนยุคใหม่ล้วนเต็มไปด้วยความเร่งรีบ และมีการแข่งขันสูง การบริโภคอาหารสำเร็จรูปจึงถือเป็นเรื่องปกติในสถานการณ์ปัจจุบัน ประกอบกับการรับเอาวัฒนธรรมการบริโภคจากต่างชาติ จึงทำให้พฤติกรรมการบริโภคของคนเปลี่ยนไป ยิ่งในชุมชนเมืองที่มีเวลาเป็นตัวกำหนดกิจวัตรประจำวันทำให้ผู้คนส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการบริโภคอาหารจากในอดีตอย่างสิ้นเชิง ดังนั้นการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมกับการดำเนินชีวิตของคนในยุคปัจจุบัน เครื่องดื่มจากข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน เช่น น้ำข้าวกล้องหอมนิล น้ำธัญพืชที่มีส่วนผสมของข้าวไรเบอร์รี มีข้าวอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ คือ ข้าวหอมแม่พญาทองดำเป็นข้าวพื้นเมืองของจังหวัดจันทบุรี ที่มีลักษณะเด่นคือ เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีดำ มีคุณสมบัติเป็นยาระบาย คนโบราณจึงใช้ข้าวพันธุ์นี้ในตำรับยา (เฉลิมชล ช่างถม. 2557 : 28 - 31) การปลูกข้าวหอมแม่พญาทองดำเพื่อบริโภคและการค้ายังไม่ได้รับการส่งเสริมในปัจจุบัน เนื่องจากข้าวชนิดนี้มีคุณสมบัติในการหุงต้มส่วนใหญ่ไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค และการแปรรูปยังไม่ได้รับความสนใจของกลุ่มเกษตรกรหรือผู้ประกอบการ ความน่าจะเป็นในอนาคตข้าวพันธุ์นี้จึงเสี่ยงที่จะสูญพันธุ์ แม้ปัจจุบันจะมีกลุ่มผู้รักสุขภาพให้ความสนใจหันมาบริโภคข้าวสีม่วงกันมากขึ้น เพราะข้าวสีม่วงอุดมไปด้วย วิตามิน บี 1 บี 2 วิตามินซี วิตามินอี ลูทีน แทนนิน สังกะสี โอเมก้า 3 ธาตุเหล็ก โพลีฟีนอล และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย มีใยอาหารที่ช่วยซึมซับของเสียออกจากร่างกาย (กระทรวงสาธารณสุข. 2535 : 3 - 6) นอกจากนี้ยังมีสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นสารสำคัญมีฤทธิ์ในการต้านสารอนุมูลอิสระช่วยให้เซลล์ในร่างกายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ป้องกันโรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน หัวใจ มะเร็ง ลดการอักเสบของแผล ลดริ้วรอยบนผิวหนัง ผมดกดำเงา รวมทั้งทำให้เซลล์ประสาทในสมองทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ความจำจึงดีขึ้น (Lazze and et al. 2004 : 1427 - 1433) จากคุณประโยชน์ของข้าวหอมแม่พญาทองดำดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำข้าวหอมแม่พญาทองดำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่สามารถพร้อมบริโภคได้ทุกช่วงวัย รวมทั้งเพื่อต้องการให้ผู้ที่มีความสนใจสามารถนำผลงานไปต่อยอดเชิงการค้าและมีการส่งเสริมให้ปลูกข้าวสายพันธุ์นี้เชิงอนุรักษ์ในพื้นที่ท้องถิ่นและขยายออกไปยังภูมิภาคต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบพร้อมดื่มและรูปแบบผง

2. เพื่อทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบพร้อมดื่ม และรูปแบบผงที่ผลิตได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้าว

ประวัติข้าวโลก

ข้าว (Rice) เป็นธัญญาหารหลักของชาวโลก จัดเป็นพืชสายพันธุ์เดียวกับหญ้า ซึ่งนับได้ว่าเป็นหญ้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก และมีความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถปลูกขึ้นได้ง่าย มีความทนทานต่อทุกสภาพภูมิประเทศในโลก ไม่ว่าจะเป็นถิ่นแห้งแล้งแบบทะเลทราย พื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง หรือแม้กระทั่งบนเทือกเขาที่หนาวเย็น ข้าวก็ยังสามารถงอกงามขึ้นมาได้อย่างทรหดอดทน ข้าวป่าเป็นข้าวชนิดแรกที่มนุษย์นำมากิน โดยมีหลักฐานที่ทำให้สันนิษฐานได้ว่าเมื่อประมาณ 16,000 - 13,000 ปีที่แล้ว ก่อนยุคน้ำแข็งสิ้นสุดลง สัตว์ใหญ่ ๆ ได้เริ่มสูญพันธุ์ มนุษย์มีการปรับเปลี่ยนการล่าสัตว์เพื่อยังชีพหันมาหาเมล็ดพืช เช่น ข้าวป่า สะสมเป็นอาหาร ในปี 2536 Richard S. Macheish นักโบราณคดีชาวอเมริกัน ทำการศึกษาสถานที่ทางประวัติศาสตร์ของจีนแผ่นดินใหญ่ และพบหลักฐานที่ยืนยันได้ว่า ประเทศจีน คือ แหล่งกำเนิดของการปลูกข้าว จากการขุดพบหลักฐานข้าวไหม้ที่ติดอยู่กับเศษภาชนะ รวมทั้งเศษต้นข้าวสมัยโบราณที่ขุดได้จากถ้ำ 2 แห่งในเมืองหลวงของมณฑลเจียงสี (Jianxi) หุบเขาเมืองหนานชาง (Nanchang) ซึ่งอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของจีน ซึ่งร่องรอยของข้าวป่าที่พบมีอายุถึง 16,000 ปี และข้าวที่ปลูกอายุกว่า 9,000 ปี จึงกล่าวได้ว่าจุดเริ่มต้นของการเพาะปลูกข้าวของมนุษย์เริ่มจากวัฒนธรรมลุงชานของประเทศจีน และวัฒนธรรมฮัวบิเนียนของประเทศเวียดนาม บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำตอนเหนือของอินเดียตอนล่าง ด้านตะวันออกของเชิงเขาหิมาลัย การเพาะปลูกช่วงแรกเป็นการในไร่เป็นแบบไร่เลื่อนลอย ต่อมาวิวัฒนาการปลูกข้าวก็พัฒนาจากการทำไร่เลื่อนลอย มาเป็นการทำนาหว่านประมาณ 9,000 ปีก่อนพัฒนามาสู่การทำนาแบบปักดำอ้างอิงหลักฐานที่ค้นพบในวัฒนธรรมบ้านเชียงของไทยราว 5,000 ปี มนุษย์มีการพัฒนาคิดค้น ทดลอง การปลูกข้าวมาอย่างต่อเนื่องจนถึงยุคปัจจุบันที่ได้ข้าวที่มีความแตกต่างทางสายพันธุ์ ผลผลิตเพิ่มขึ้น คุณภาพการหุงต้มเป็นที่ยอมรับของคนทั่วโลก

สายพันธุ์ของพืชตระกูลข้าว ที่มีอยู่บนโลกนี้มีมากถึง 120,000 สายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่รู้จักและนำมาปลูกสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ *Oryza glaberrina* นิยมเพาะปลูกในทวีปแอฟริกา และ *Oryza savita* ที่นิยมเพาะปลูกในทวีปเอเชีย โดยในปัจจุบันนี้ข้าวที่ปลูกและซื้อขายกันในตลาดโลกเกือบทั้งหมดเป็นข้าวจากทวีปเอเชีย โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามลักษณะและพื้นที่ปลูกได้ดังนี้

1. ข้าวอินดิกา (Indica) หรือข้าวเจ้า เป็นข้าวที่มีลักษณะเม็ดเรียวยาวรี ลำต้นสูง ตั้งชื่อมาจากแหล่งที่ค้นพบครั้งแรกในประเทศอินเดีย เป็นข้าวที่นิยมเพาะปลูกในทวีปเอเชียเขตมรสุม ตั้งแต่จีน เวียดนาม ฟิลิปปินส์ ไทย อินโดนีเซีย ไปจนถึงอินเดียและศรีลังกา และแพร่กระจายไปทั่วเขตอุษาอาคเนย์ ตั้งแต่หลัง พ.ศ. 1000 ทั้งเขตลุ่มน้ำอิระวดี และต่อมาแพร่ขยายเพาะปลูกในทวีปอเมริกา เฉพาะในเมืองไทย ข้าวอินดิกานิยมเพาะปลูก ในบริเวณที่ราบลุ่มตอนใต้ของแม่น้ำเจ้าพระยา เพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วแทนข้าวเหนียวที่เคยปลูก ซึ่งคนไทยสมัยนั้นเรียกข้าวอินดิกาที่มาจากต่างประเทศ ว่า “ข้าวของเจ้า” แล้วเรียกกันสั้นลงเหลือเพียง “ข้าวเจ้า” มาถึงทุกวันนี้

2. ข้าวจาปอนิกา (Japonica) เป็นข้าวเหนียวเมล็ดป้อม กลมรี มีแหล่งกำเนิดจากทางภาคเหนือ แล้วผ่านมาทางลุ่มแม่น้ำโขง ในสมัยก่อนพุทธศตวรรษที่ 20 หลังจากนั้นลดจำนวนลงไปแพร่หลาย ในเขตอบอุ่นที่ ญี่ปุ่น เกาหลี รัสเซีย ยุโรป และอเมริกา

3. ข้าวจาวานิกา (Javanica) เป็นข้าวลักษณะเมล็ดป้อมใหญ่สันนิษฐานว่า เป็นข้าวพันธุ์ผสมระหว่างข้าวอินดิกาและจาปอนิกา นิยมเพาะปลูกใน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน หมู่เกาะริวกิว และญี่ปุ่น แต่ไม่ค่อยได้รับความนิยมนักเพราะให้ผลผลิตต่ำ ประเทศต่าง ๆ ในโลกต่างก็มีการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวใหม่ เพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกข้าวและวิธีการปลูกข้าวให้ได้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น

ประวัติข้าวไทย

ข้าวของไทยเป็นพืชอาหารประจำชาติที่มีตำนานประวัติศาสตร์มายาวนาน ปรากฏเป็นร่องรอยพร้อมกับอารยธรรมไทยมาไม่น้อยกว่า 5,500 ปี ซึ่งมีหลักฐานจากแกลบข้าวที่เป็นส่วนผสมของดินใช้เครื่องปั้นดินเผาที่บ้านเชียง อำเภอโนนนกทา ตำบลบ้านโคก อำเภอภูเวียง ซึ่งสันนิษฐานได้ว่าเป็นเมล็ดข้าวที่เก่าแก่ที่สุดของไทย รวมทั้งยังพบหลักฐานเมล็ดข้าวที่ขุดพบที่ถ้ำปุงสุง จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยแกลบข้าวที่พบนี้มีลักษณะของข้าวเหนียวเมล็ดใหญ่ที่เจริญงอกงามในที่สูง นอกจากนี้ยังมีการค้นพบเมล็ดข้าว เถ้าถ่านในดินและรอยแกลบข้าวบนเครื่องปั้นดินเผาที่โคกพนมดี อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี แสดงให้เห็นถึงชุมชนปลูกข้าวสมัยก่อนประวัติศาสตร์ในแถบชายฝั่งทะเล รวมทั้งยังหลักฐานคล้ายดอกข้าวป่าที่ถ้ำเขาทะลุ จังหวัดกาญจนบุรี อายุประมาณ 2,800 ปี ซึ่งอยู่ในช่วงรอยต่อของยุคหินใหม่ตอนปลายกับยุคโลหะตอนต้น ภาพเขียนบนผนังถ้ำหรือผนังหินอายุประมาณ 6,000 ปี ที่ผาหมอนน้อย บ้านตากุ่ม ตำบลห้วยไผ่ อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี มีลักษณะคล้ายบันทึกการปลูกธัญพืชอย่างหนึ่งที่มีลักษณะเหมือนข้าว ภาพควาย แปลงพืชคล้ายข้าว แสดงให้เห็นว่า มนุษย์ได้รู้จักการเพาะปลูกข้าวเป็นอย่างดี นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น 3 คน คือ Tayada Natabe, Tomoya Akihama และ Osamu Kinosgita แห่งมหาวิทยาลัย Tottri และ กระทรวงเกษตรและกรมป่าไม้ (กรมการข้าว. ออนไลน์. 2565)

ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องข้าวไทย ดูแกลบจากแผ่นอิฐโบราณจากโบราณสถาน 108 แห่งใน 39 จังหวัด ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ทำให้สันนิษฐานได้ว่า การปลูกข้าวในไทยมีมานานนับตั้งแต่พุทธศตวรรษที่ 6 โดยข้าวที่ปลูกจะเป็นข้าวเหนียวนาสวนเมล็ดป้อม และข้าวเหนียวไร่เมล็ดใหญ่ ต่อมาการปลูกข้าวเหนียวไร่น้อยลง แล้วเริ่มมีการปลูกข้าวนาสวนเมล็ดเรียวเพิ่มขึ้น การศึกษาวิจัยนี้ทำให้ทราบว่า ในช่วงพุทธศตวรรษที่ 11 - 20 มีข้าวชนิดต่าง ๆ จำนวน 3 ขนาด คือ ข้าวเมล็ดใหญ่ ได้แก่ ข้าวเหนียวที่งอกงามในที่สูง ข้าวเมล็ดป้อม ได้แก่ ข้าวเหนียวที่งอกงามในที่ลุ่ม (ทั้งสองชนิดมีการเพาะปลูกก่อนสมัยทวาราวดี (พุทธศตวรรษที่ 11 - 16) และเมล็ดข้าวเรียว ได้แก่ ข้าวเจ้า พบในสมัยศรีวิชัย (พุทธศตวรรษที่ 13 - 18) ซึ่งข้าวแต่ละชนิดพบมากหรือน้อยแตกต่างกันไปตามระยะเวลา ประมาณ พ.ศ. 540 - 570 ไทยได้รับอิทธิพลด้านกสิกรรมและการค้าจากจีน ซึ่งคาดว่ามาตามลำน้ำโขงสู่ดินแดนอีสานตอนล่าง ที่นิยมปลูกข้าวเหนียวเมล็ดป้อม และเมล็ดใหญ่กันอย่างแพร่หลาย เช่นเดียวกับภาคกลางในยุคทวาราวดี ในช่วงเวลานั้นเริ่มมีการเพาะปลูกข้าวเจ้าเมล็ดยาวเรียวขึ้นแล้ว สันนิษฐานว่านำมาจากอาณาจักรขอม ซึ่งในยุคนั้นถือว่า เป็นชนชั้นปกครอง การหุงต้มข้าวเมล็ดยาวนี้แตกต่างจากข้าวของชาวพื้นเมือง จึงเชื่อว่าเป็นสาเหตุให้ข้าวชนิดนี้ถูกเรียกว่า “ข้าวเจ้า” และเรียกข้าวเหนียวว่า “ข้าวไพร่” บ้างก็เรียกว่า “ข้าวบ่าว” หรือ “ข้าวนึ่ง” ซึ่งข้าวในสมัยนั้นเรียกกันเป็นสิ่งบ่งบอกชนชั้นได้อีกด้วย ในสมัยกรุงสุโขทัย (พ.ศ. 1740 - 2040) ข้าวที่ปลูกในสมัยนี้ยังเป็นข้าวเหนียวเมล็ดป้อมและเมล็ดยาวเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็เริ่มปลูกข้าวเจ้าเมล็ดยาวเรียวเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ในยุคนี้พระมหากษัตริย์ทรงทำนุบำรุงการกสิกรรม ได้ผลผลิตอุดมสมบูรณ์ ดังปรากฏในศิลาจารึกว่า “ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว” มีการหักล้างถางพงและถือครองเป็นที่ทำกิน และที่ดินนั้นจะสืบทอดเป็นมรดกตกทอดแก่ลูกหลาน การสร้างหลักปักฐานเพื่อประกอบอาชีพกสิกรรมเช่นนี้ ก่อให้เกิดระบบการปกครอง เศรษฐกิจและสังคมขึ้น ดังนั้นระบบศักดินาซึ่งเป็นการแบ่งระดับชนชั้นตามจำนวนของพื้นที่นาจึงน่าจะเริ่มในยุคนี้ ต่อมาเข้าสู่สมัยกรุงศรีอยุธยาตอนต้น บ้านเมืองมีความมั่งคั่งเป็นอู่ข้าวอู่น้ำที่สำคัญ อีกทั้งหัวเมืองในอาณาจักรจำนวนมาก เริ่มระบบการปกครองแบบจตุสดมภ์มี “กรมนา” ดูแลและส่งเสริมและสนับสนุนการทำนาอย่างจริงจัง เพราะข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรและเป็นเสบียงสำรองในยามเกิดศึกสงคราม โดยข้าวที่ปลูกส่วนใหญ่ยังคงเป็นข้าวเหนียวเมล็ดป้อม และเมล็ดยาว แต่การปลูกข้าวเจ้าเมล็ดยาวเรียวมากขึ้น สมัยกรุงศรีอยุธยาตอนปลายกรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้นในต้นรัชสมัยรัชกาลที่ 3 ได้มีการเก็บอากรข้าวในภาคกลาง ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ข้าวที่ทางราชการแนะนำ หรือพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณภาพ ส่วนภาคเหนือตอนบนนิยมปลูกข้าวเหนียว แต่ในภาคเหนือตอนล่างและภาคใต้เน้นปลูกข้าวเจ้าเป็นหลัก ในช่วงนี้ประเทศตะวันตกได้ออกล่าอาณานิคม และเมืองไทยเป็นหนึ่งในเป้าหมาย แต่ด้วยพระปรีชาญาณ และวิเทโศบายอันชาญฉลาดของพระมหากษัตริย์

ทุกพระองค์ ไทยจึงรอดพ้นเงื้อมมือของต่างชาติ และดำรงเอกราชอยู่ได้ ซึ่งส่วนหนึ่งคือ การเปิดเสรีการค้ากับต่างประเทศมากขึ้น ส่งผลให้ข้าวกลายเป็นสินค้าออกที่สำคัญของไทย รัฐบาลต้องขยายพื้นที่เพาะปลูก เพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวในเขตพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด ปัจจุบันการปลูกข้าวในประเทศไทย คงมีเพียงข้าวเมล็ดป้อมที่พบมากในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขณะที่ข้าวเมล็ดยาว พบมากในภาคกลางและภาคใต้ ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าว คิดเป็นร้อยละ 45 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งประเทศ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวคุณภาพดีที่สุดของโลก ข้าวที่ปลูกในพื้นที่แถบนี้จึงมักปลูกไว้เพื่อขาย รองลงมาคือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ที่พื้นที่เพาะปลูกเท่ากันประมาณร้อยละ 25

ปัจจุบันไทยเป็นแหล่งปลูกข้าวที่ผลิตออกสู่ตลาดโลกมากที่สุด และเป็นศูนย์กลางของการศึกษาวิจัยพันธุ์ข้าว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงบทบาทของผู้สร้างตำนานแห่งอารยธรรมธัญญาหารของมนุษยชาติ

1. ชนิดของข้าว

ชนิดของข้าวแบ่งได้ตามพื้นที่การปลูก การตอบสนองต่อช่วงแสง และปริมาณอะมิโลสที่อยู่ในเมล็ดข้าว

1.1 แบ่งได้ตามพื้นที่การปลูกแบ่งได้ ดังนี้

1.1.1 ข้าวไร่ เป็นการปลูกข้าวแบบพืชไร่ ปลูกในพื้นที่สูง ไหล่เขา หรือที่ดอนไม่มีน้ำขัง ไม่มีการทำคันนา อาศัยน้ำฝนตั้งแต่ปลูกจนเก็บเกี่ยว

1.1.2 ข้าวนาสวนน้ำฝน เป็นการปลูกข้าวในพื้นที่ ๆ มีน้ำขังมีคันนา กั้นน้ำอาศัยน้ำฝนสำหรับการเจริญเติบโต ทำนา 1 ปีต่อครั้ง โดยระดับน้ำขังในนาสูงไม่เกิน 50 เซนติเมตร

1.1.3 ข้าวนาสวนน้ำชลประทาน เป็นนาที่ปลูกข้าวในสภาพน้ำขัง มีคันนาสามารถควบคุมระดับน้ำได้โดยอาศัยน้ำจากชลประทาน สามารถทำนาได้หลายครั้งในรอบ 1 ปี และระดับน้ำขังในนาสูงกว่า 50 เซนติเมตร

1.1.4 ข้าวน้ำลึกหรือข้าวขึ้นน้ำ ข้าวปลูกในระดับน้ำสูง 50 เซนติเมตร ถึง 100 เซนติเมตร เป็นเวลามากกว่า 1 เดือน เรียกข้าวน้ำลึก ส่วนข้าวปลูกในระดับน้ำลึกมาก 100 เซนติเมตรขึ้นไป ต้นข้าวสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามระดับน้ำเรียก ข้าวขึ้นน้ำ

1.2 การตอบสนองต่อช่วงแสง แบ่งได้ 2 ช่วง ดังนี้

1.2.1 ข้าวไวต่อช่วงแสง เป็นข้าวที่ต้องการช่วงแสงหรือระยะเวลากลางวันที่สั้นกว่า 12 ชั่วโมง เพื่อกระตุ้นการกำเนิดช่อดอก ได้แก่ ข้าวเบา เป็นข้าวต้องการช่วงแสงสั้นกว่า

สงวนลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

12 ชั่วโมง ข้าวกลาง ต้องการช่วงแสงสั้นกว่าข้าวเบาออกดอกช่วงปลายเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน และข้าวหนักคือข้าวที่ต้องการช่วงแสงสั้นมาก ๆ มักออกดอกช่วงเดือนธันวาคม - มกราคม

1.2.2 ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง เป็นข้าวที่ช่วงแสงไม่มีอิทธิพลต่อการออกดอก ข้าวเหล่านี้จะออกดอกตามอายุของข้าวแต่ละพันธุ์ค่อนข้างแน่นอนไม่ว่าจะปลูกในช่วงวันสั้นหรือวันยาวเกษตรกรภาคกลางนิยมปลูกเนื่องจากเป็นการทำนาหลายครั้งในรอบ 1 ปี

1.3 ปริมาณอะมิโลส เกิดจากการรวมตัวของกลูโคส โดยมีโครงสร้างเชื่อมต่อกันเป็นแนวยาว ดังนี้

1.3.1 ข้าวเหนียว มีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 0 - 9 เมื่อหุงสุกจะเหนียวมาก

1.3.2 ข้าวอมิโลสต่ำ มีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 10 - 19 เมื่อหุงสุกจะเหนียวนุ่ม (แฉะง่าย)

1.3.3 ข้าวอะมิโลสปานกลาง มีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 20 - 25 เมื่อหุงสุกค่อนข้างอ่อน

1.3.4 ข้าวอะมิโลสสูง มีปริมาณอะมิโลสมากกว่าร้อยละ 25 เมื่อหุงสุกข้าวจะร่วนแข็ง

2. พันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวที่ปลูกในแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันตามวิวัฒนาการอันยาวนาน และการเลือกใช้พันธุ์ข้าวของเกษตรกรจะเป็นไปตามสภาพภูมิศาสตร์ วัฒนธรรม เศรษฐกิจ และสังคม โดยพันธุ์ข้าวที่มีอยู่ทั่วประเทศนี้สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ดังนี้

2.1 พันธุ์ข้าวโบราณ (Primitive Type) ข้าวพันธุ์เหล่านี้จะมีลักษณะดั้งเดิมอยู่ เช่น มีหาง ร่วงง่าย ระยะพักตัวยาว มีรากที่ข้อ มีลักษณะที่น่าสนใจ เช่นต้านทานต่อโรคและแมลง ทนแล้ง ทนน้ำท่วม มีความสามารถดูดธาตุอาหารได้สูง เช่นพันธุ์ข้าวปีก พันธุ์เบี้ยวเตี้ย

2.2 พันธุ์ข้าวลักษณะพิเศษ (Specialty Type) เป็นกลุ่มที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น ต้านทานโรค ต้านทานแมลง ทนต่ออากาศหนาว ดินมีปัญหา เช่น ขี้ช้าง หางยี ประดู่แดง

2.3 พันธุ์ข้าวที่เลิกปลูกไปแล้ว (Obsolete Type) เคยนิยมและเลิกปลูกไปแล้ว อาจสูญพันธุ์ไปแล้ว เช่น นอนทุ่ง ขาวจำปี

2.4 พันธุ์ข้าวที่ปลูกเฉพาะถิ่น (Minor Variteties) เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์แต่นิยมปลูกมากในบางท้องที่ พันธุ์ข้าวเหล่านี้มีความผันแปรมาก ซึ่งเกษตรกรปลูกไว้ตามความต้องการของตน เช่นก่ำดำ มันวัว ข้าวนก ข้าวหอมแม่พญาทองดำ

2.5 พันธุ์ข้าวการค้า (Commercial Varieties) ส่วนใหญ่จะเป็นข้าวพันธุ์ดีที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์แล้วปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี คุณภาพเมล็ดดี เหมาะกับความต้องการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

บริโภคทั้งภายในและภายนอกประเทศจึงมีการปลูกกันอย่างแพร่หลาย เช่นน ขาวดอกมะลิ 105 เหลืองประทิง 123 นางมล เอส 4

2.6 พันธุ์ข้าวให้ผลผลิตสูง (High-yielding Varieties) พันธุ์ข้าวกลุ่มนี้เป็นผลจากการปรับปรุงพันธุ์ได้พันธุกรรมต้นเตี้ยหรือสูงปานกลาง ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้ เช่น กข1 กข21 กข23 สุพรรณบุรี 60 เป็นต้น

3. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ข้าว *Oryza sativa* L. เป็นพืชปีเดียว ความสูง 80-130 เซนติเมตร อาจมีความสูงได้ถึง 5 เมตร ในพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ ซึ่งสามารถเจริญเติบโตในสภาพน้ำท่วม (ภาพประกอบ 1)

ภาพประกอบ 1 รูปแสดงการเจริญเติบโตทางลำต้นข้าว
ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2565

1.1 ราก : ระบบรากเป็นแบบรากฝอย มีรากพิเศษเจริญออกมาจากส่วนโคนของลำต้นแล้วหยั่งลงไปในดิน มีการเจริญของลำต้นแบบแตกเป็นกอ

1.2 ลำต้น : ลำต้นแต่ละลำมีข้อและปล้องชัดเจน จำนวนข้อของลำต้นขึ้นกับพันธุ์และฤดูกาลในการเติบโต แต่ละข้อมีใบหนึ่งใบอาจมีกิ่งสั้นๆ หรือรากพิเศษเจริญออกมาจากข้อของลำต้น ปล้องที่บริเวณโคนลำต้นมักเป็นปล้องสั้นๆ และค่อย ๆ ยืดยาวมากขึ้นเมื่อเจริญไปทางส่วนปลายลำต้น (ภาพประกอบ 2)

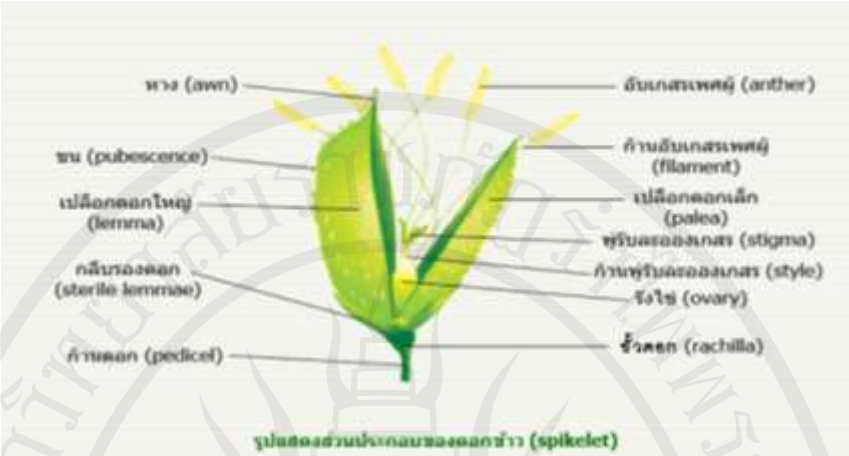
สถาบันรองวิทยาลัยราชภัฏรามภัฏรามัญ

ภาพประกอบ 2 รูปแสดงการสร้างดอกอ่อนเป็นรวงอ่อน
ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2565

1.3 ใบ : การเรียงใบแบบสลับ โดยเรียงเป็นสองแถวทางด้านข้างของลำต้น มีกาบใบหุ้มลำต้นซ้อนขึ้นไปเรื่อย ๆ จนปกคลุมส่วนปล้องของลำต้นไว้มิดชิด ลิ้นใบมีลักษณะเป็นแผ่นรูปสามเหลี่ยม ยาว 1 - 1.5 เซนติเมตร มักแยกออกจากกัน พบเขี้ยวใบมีลักษณะเป็นเส้นหรือฟันเลื่อยยาว ๆ เกิดขึ้นที่โคนของแผ่นใบ แผ่นใบยาว 24 - 60 เซนติเมตร กว้าง 0.6 - 2.2 เซนติเมตร แผ่นใบเรียบจนถึงมีขนกระจายทั่วแผ่นใบ มักมีขนเล็ก ๆ คล้ายหนามที่ขอบของแผ่นใบ

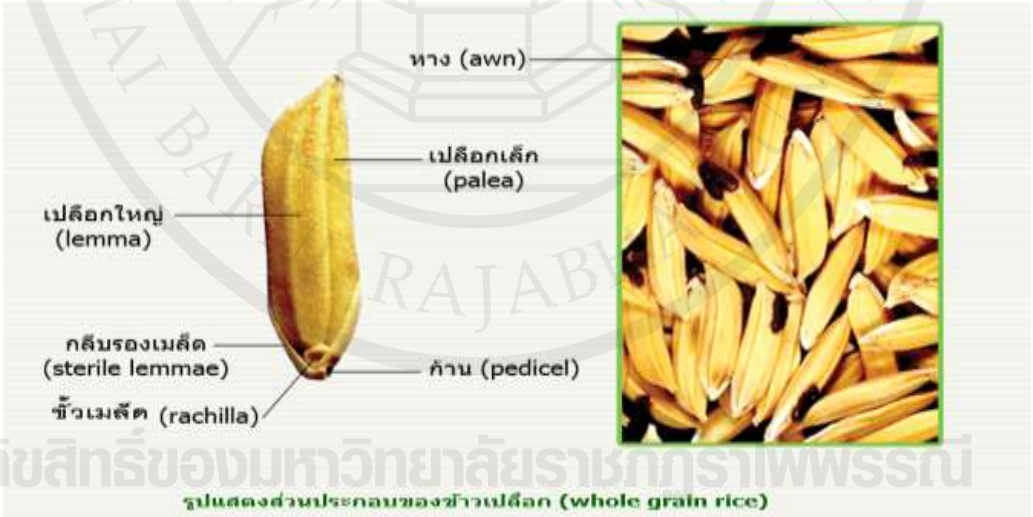
1.4 ช่อดอก : ช่อดอกเป็นแบบช่อแยกแขนง ยาว 9 - 40 เซนติเมตร ประกอบด้วยช่อดอกย่อย 50 - 500 ช่อ ขึ้นกับพันธุ์ แต่ละช่อดอกย่อยที่อยู่ส่วนปลายสุดของช่อดอก ประกอบด้วยดอกย่อยเพียง 1 ดอก มีกาบช่อย่อยขนาดเล็ก 2 กาบยาว 6 - 10 เซนติเมตร ห่อหุ้มทางด้านล่างของช่อดอกย่อย ในแต่ละดอกย่อยประกอบด้วย กาบล่าง (Lemma) รูปเรือซึ่งอาจมีหาง (Awn) ยาวถึง 15 เซนติเมตร และกาบบน (Palea) ซึ่งมีหางสั้น มีเกสรเพศผู้ 6 อัน มีรังไข่ 1 อัน ส่วนปลายของเกสรเพศเมียแยกออกเป็น 2 แฉก และมีขนเป็นพู่ ดอกบานจากปลายช่อดอกสู่โคน (ภาพประกอบ 3) ช่อดอกที่นิยมเรียกว่า รวง ในเวลาเช้า เป็นพืชผสมตัวเอง (ภาพประกอบ 3)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 3 รูปแสดงส่วนประกอบของดอกข้าว (Spikelet)
ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2565

1.5 เมล็ด : ผลแบบธัญพืช (Caryopsis หรือ Grain) มีขนาด รูปร่าง และสีสันแตกต่างกันตามสายพันธุ์ ผลยาว 5 - 7.5 มิลลิเมตร กว้าง 2 - 3.5 มิลลิเมตร รูปร่างส่วนใหญ่มักเป็นรูปทรงคล้ายรูปไข่ รูปรี หรือทรงกระบอก สีของกาบบนและกาบล่างหรือที่เรียกว่าแกลบซึ่งห่อหุ้มผลนั้นพบว่ามีตั้งแต่สีเหลืองปนขาว จนถึงน้ำตาลและน้ำตาลดำ (ชาญ มงคล. 2536 : 149; Vergara and De Datta. 1996 : 106 - 115) (ภาพประกอบ 4)



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

ภาพประกอบ 4 รูปแสดงส่วนประกอบของข้าวเปลือก (Whole Grain Rice)
ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2565

4. คุณค่าทางโภชนาการของข้าว

4.1 คาร์โบไฮเดรต ข้าวทุกชนิดมีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบร้อยละ 70 - 80 ซึ่งเป็นแป้งเกือบทั้งหมด มีน้ำตาลซูโครส (Sucrose) และน้ำตาลเดกซ์ทริน (Dextrin) เล็กน้อย

4.2 โปรตีน มีโปรตีนไม่มาก อยู่ระหว่างร้อยละ 7 - 8 ในข้าวเจ้า และร้อยละ 11 - 12 ในข้าวสาลี

4.3 ไขมัน ในข้าวกล้องมีปริมาณไขมันสูงกว่าข้าวชนิดอื่น ๆ เพราะข้าวกล้องยังมีส่วนของรำข้าวอยู่ แต่เมื่อเทียบกับอาหารชนิดอื่น ๆ แล้ว ข้าวไม่ใช่แหล่งที่อุดมด้วยสารอาหารจำพวกไขมัน

4.4 ใยอาหาร ข้าวกล้องและให้ใยอาหารสูงกว่าข้าวขาว โดยทั่วไปข้าวกล้องจะมีสีน้ำตาลอ่อน คนไทยสมัยก่อนใช้วิธีซ้อมหรือตำด้วยมือ จึงเรียกว่า “ข้าวซ้อมมือ” เป็นข้าวกล้องอย่างหนึ่ง มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง มีใยอาหาร ไขมันและวิตามินบี 1 มากกว่าข้าวชนิดอื่น

4.5 วิตามินและแร่ธาตุ ในข้าวกล้องจะมีวิตามินและแร่ธาตุสูงกว่าข้าวขาว ที่เห็นได้ชัดคือ ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุแมกนีเซียม ไนอาซิน และวิตามินบี 1

คุณค่าทางโภชนาการของข้าวดิบชนิดต่าง ๆ (ตาราง 1)

ตาราง 1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวดิบชนิดต่าง ๆ

สารอาหาร	ปริมาณสารอาหารต่อข้าวดิบ 100 กรัม			
	ข้าวขาว	ข้าวกล้อง	ข้าวเหนียว	ข้าวมันปู
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	351	347	535	347
โปรตีน (กรัม)	6.7	7.1	6.3	5.8
ไขมัน (กรัม)	0.8	2.0	0.6	2.9
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	79.4	75.1	080.4	72.5
ใยอาหาร (กรัม)	0.7	2.1	0.8	4.0
วิตามิน				
วิตามินบี 1 (มก.)	0.07	0.26	0.09	0.44
ไนอาซิน (มก.)	1.79	5.40	1.82	2.14
วิตามินบี 2 (มก.)	0.02	0.04	0.03	0.1

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 1 (ต่อ)

สารอาหาร	ปริมาณสารอาหารต่อข้าวดิบ 100 กรัม (ต่อ)			
	ข้าวขาว	ข้าวกล้อง	ข้าวเหนียว	ข้าวมันปู
เกลือแร่				
โซเดียม (มก.)	79	84	-	-
โพแทสเซียม (มก.)	121	144	-	-
แคลเซียม (มก.)	6	9	7	16
ฟอสฟอรัส (มก.)	195	267	61	120
แมกนีเซียม (มก.)	27	60	-	-
เหล็ก (มก.)	1.2	1.3	-	-
สังกะสี (มก.)	0.48	0.49	-	-
ทองแดง (มก.)	0.14	0.11	-	-

ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2565

ข้าวสีม่วงหรือดำ

เป็นข้าวพื้นเมืองที่มีส่วนหุ้มเมล็ดมีสีดำ ซึ่งเยื่อหุ้มที่มีรงควัตถุอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นสารที่อยู่ในกลุ่มโพลีฟีนอล แกมมาโอไรซานอล (Gamma Oryzanol) วิตามินอี รวมถึงสารแอนโทไซยานิน โดยสารนี้นอกจากจะพบในข้าวสีแล้วยังพบมากในผักและผลไม้ เช่น องุ่น ผลไม้จำพวกเบอร์รี่ต่าง ๆ (Escribano - Bailon and Santos - Buelga. 2003 : 1 - 16) สารกลุ่มโพพลีฟีนอลมีคุณสมบัติเฉพาะมีฤทธิ์ต้านไวรัส ต้านแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ ภูมิแพ้ สลายลิ่มเลือด ลดความดันโลหิต เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (โอภา วัชระคุปต์. 2550 : 1 - 162) ที่เป็นสารตั้งต้นการเกิดมะเร็งของมนุษย์และสัตว์ ช่วยชะลอการเสื่อมของเซลล์ จากการวิเคราะห์สารอาหารของข้าวกลุ่มสีม่วงหรือดำ พบว่า มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (High Nutrious Rice) กว่าข้าวทั่วไป นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่มโทโคฟีรอล ฟลาโวนอยด์ ฟีโนลิก ธาตุอาหารต่าง ๆ เช่น ธาตุเหล็ก ธาตุสังกะสี และวิตามิน บี 1 บี 2 บี 3 โอเมก้า 3 6 และ 9 และสาร ASGs (Acylated Steryl Glucosides) ซึ่งช่วยการทำงานของอินซูลิน และควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เป็นต้น

เมื่อทำการศึกษาข้อมูลสารอาหารในข้าวกลุ่มสีม่วงหรือดำ 100 กรัม ในข้าว 5 ชนิด ได้แก่ ข้าวเหนียวดำพันธุ์ลืมผัว ข้าวหอมนิล ข้าวไรซ์เบอรี่ ข้าวดำสุโขทัย และข้าวหอมแม่พญาทองดำ

พบว่า ข้าวเหนียวดำพันธุ์ลืมผัวประกอบด้วย โปรตีน เหล็ก สังกะสี แคลเซียม โอเมก้า 3 6 และ 9 เท่ากับ 10.63 0.84 0.23 1.69 33.94 1,160.08 และ 1,146.41 มิลลิกรัม ข้าวหอมนิล ประกอบด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เหล็ก สังกะสี แคลเซียม โพแทสเซียม และทองแดง เท่ากับ 12.56 70 3.26 2.9 4.2 339.4 และ 0.1 มิลลิกรัม (กรมการข้าว. 2555 : 27 - 31) ข้าวไรซ์เบอรี่ประกอบด้วย ธาตุเหล็ก ธาตุสังกะสี โอเมก้า 3 วิตามิน อี โฟเลต เบต้าแคโรทีน โพลีฟีนอล และแทนนิน เท่ากับ 0.13 - 0.18 0.31 25.5 1 678 ไมโครกรัม 48.1 ไมโครกรัม 63 ไมโครกรัม 113.5 และ 89.33 (สิรีรัตน์ อัครพรวินิจ. 2559) ข้าวดำสุโขทัยประกอบด้วย เส้นใยอาหาร เหล็ก แคลเซียม สังกะสี วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 6 วิตามินอีและโปรตีน เท่ากับ 6.41 0.09 1.14 0.20 0.39 0.10 0.07 1.22 และ 7.81 มิลลิกรัม (กรมวิชาการ. ออนไลน์. 2549) ข้าวหอมแม่พญาทองดำ ประกอบด้วย โปรตีน 10.70 กรัม คาร์โบไฮเดรต 73.74 กรัม ใยอาหาร 5.38 กรัม และโซเดียม วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินอี แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก เท่ากับ 2.02 0.78 0.03 0.10 12.46 246.51 และ 1.41 มิลลิกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อนำตัวอย่างข้าวสีม่วง / ดำ 5 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมนิล ข้าวไรซ์เบอรี ข้าวดำสุโขทัย ข้าวหอมนิลจักรพรรดิ์ และข้าวหอมแม่พญาทองดำ ไปทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารแอนโทไซยานิน พบว่ามีปริมาณสารแอนโทไซยานินอยู่ในช่วง 2 - 3.419 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยข้าวบางสายพันธุ์มีแอนโทไซยานินหลายชนิด และชนิดที่พบมากที่สุดคือ Cyanidin-3-glucoside และ Delphinidin-3-glucoside (นวลพรรณ นงค์เยาว์ และคณะ. 2557 : 649 - 658)

ประเทศไทยมีข้าวสีม่วงหรือดำหลายชนิด เช่น ข้าวหอมนิล (ข้าวเจ้า) ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ข้าวจ้าว) ข้าวหอมแม่พญาทองดำ (ข้าวเจ้า) ข้าวก่ำ (ข้าวเหนียว) ข้าวกัญญา (ข้าวเหนียว)

คุณค่าทางโภชนาการในข้าวสีม่วงหรือดำงอก

การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวสีม่วงหรือดำสามารถทำได้ โดยทำเป็นข้าวสีม่วงหรือดำงอก คือ การนำข้าวสีม่วงหรือดำที่ทำการกะเทาะเปลือกเป็นข้าวกล้องแล้ว นำไปแช่น้ำคล้ายกับวิธีการทำข้าวกล้องงอก เพื่อให้เมล็ดข้าวงอกเป็นตุ่มสีขาว กล่าวคือ เมื่อน้ำแทรกเข้าไปในเมล็ดข้าว น้ำจะไปกระตุ้นเอนไซม์ภายในเมล็ด และเร่งเซลล์ให้เกิดกระบวนการทำงาน สารภายในเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมี (Shoichi. 2004 : 317 - 326) เกิดการแบ่งเซลล์ให้เกิดกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญ เจริญเป็นรากอ่อน ลำต้นอ่อน ในภาวะที่ข้าวกำลังงอกนี้จะมีสารกาบา Gamma Amino Butyric Acid (GABA) เกิดขึ้นในส่วนของจมูกข้าว กาบามีบทบาทที่สำคัญต่อระบบประสาท ระบบเผาผลาญ และช่วยกระตุ้นฮอร์โมนที่สร้างการเจริญเติบโตของเซลล์ใหม่ให้กับร่างกาย (พิมพ์อร ศีตคุนรัตน์. 2552 : 154 - 155)

จากการทดลองของ Kayahara and Tsukahara (2000 : 546 - 551) พบว่า สารกาบา ช่วยป้องกันการเกิดโรคเกี่ยวกับสมอง เช่น โรคอัลไซเมอร์ พาร์กินสัน ป้องกันการปวดหัว ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคหัวใจ และมะเร็งบางชนิด ปัจจุบันมีการใช้สารกาบาในการผลิตยารักษาโรคที่เกี่ยวกับระบบประสาท เช่น โรควิตกกังวล โรคนอนไม่หลับ และโรคลมชัก นอกจากสารกาบายังมีสารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มฟีโนลิค (Phenolic Compounds) ช่วยยับยั้งการเกิดฝ้า ชะลอความแก่ สารออริซานอล (Orizanal) ลดอาการผิดปกติของวัยทอง และวิตามินอี (Vitamin E) ลดการเหี่ยวย่นของผิว

ข้าวหอมแม่พญาทองดำ

ข้าวหอมแม่พญาทองดำ หรือข้าวญา เป็นข้าวเจ้าพื้นเมืองไวแสงของกลุ่มชาติพันธุ์ชอง ปลูกในพื้นที่ ตำบลวังแซ้ม อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี มีสรรพคุณทางยา ใช้เป็นยาระบาย นายสมเจตน์ แก้วแกมกาญจน์ เกษตรกรชาวตำบลวังแซ้ม ทำการการเก็บรักษาพันธุ์ และปลูกขยายเพื่อเป็นสินค้าท้องถิ่น (เฉลิมชล ช่างถม. 2557 : 28 - 31)

1. ลักษณะของพฤกษศาสตร์ข้าวหอมแม่พญาทองดำ มีลำต้นสูง 130 - 150 เซนติเมตร ทรงกอตั้งตรง ลำต้นแข็งแรง สีลำต้นม่วงอมดำ ข้อสีเขียว ปล้องสีม่วง ใบมีสีเขียวเข้มขอบม่วง ใบธง 45 องศา ลิ้นสีม่วงดำ ข้อต่อใบสีม่วงดำ มีขนเล็กน้อย สีของกาบใบสีเขียวขอบม่วง ปลายใบห้อยลง ลิ้นใบสีม่วงดำ 2 แฉก สีหูใบสีม่วงดำ ดอกของข้าวชนิดนี้ยอดเกสรเพศเมีย (Stigma) มีสีขาว ปลายยอดดอกสีม่วง สีกลีบรองดอกสีเขียวขอบม่วง ปลายดอกสีม่วงเข้ม ส่วนเมล็ดข้าวเปลือกมีสีฟางปลายเมล็ดข้าวเปลือกมีจุดสีดำ ไม่มีหาง เยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงอมดำ มีระยะพักตัวของเมล็ด 8 สัปดาห์

2. คุณค่าทางโภชนาการของข้าวหอมแม่พญาทองดำ 100 กรัม ให้พลังงาน 369.71 กิโลแคลอรี ประกอบด้วย โปรตีน 10.70 กรัม คาร์โบไฮเดรต 73.74 กรัม ใยอาหาร 5.38 กรัม และโซเดียม วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินอี แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก เท่ากับ 2.02 0.78 0.03 0.10 12.46 246.51 และ 1.41 มิลลิกรัม ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร. ออนไลน์. 2554)

แอนโทไซยานิน

มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก 2 คำ คือ Anthos หมายถึง ดอกไม้ และ Kyanos หมายถึง สีน้ำเงิน สารนี้จัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบฟีนอล (Phenolic Compounds) กลุ่มพอลิฟีนอล (Polyphenol) เป็นรงควัตถุที่พบในพืชที่ ให้สีแดง น้ำเงิน หรือม่วง เป็นสารที่ละลายในน้ำได้สีมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าความเป็นกรด - ด่าง สารแอนโทไซยานินประกอบด้วยส่วนของอะไกลโคน (Aglycone) และหมู่เอซิล (Acyl group) (Anderson and Markham. 2006 : 472 - 478) ปัจจุบันมีการค้นพบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แอนโทไซยานินทั่วโลกมีมากกว่า 300 ชนิด จากสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่พบได้กว่า 7,000 ชนิด ทุกชนิดมีโครงสร้างหลักเป็นสารชนิดเดียวกันที่เรียกว่าแอนโทไซยานิดิน (Anthocyanidins) ที่มีคาร์บอน 15 อะตอมอยู่ภายในโมเลกุล (สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2546 : 53 - 56) มีโครงสร้างแบบ C6-C3-C6 แอนโทไซยานิดินสามารถเกิดได้หลายชนิดแต่มี 6 ชนิดที่พบได้บ่อยในพืช คือ Pelargonnidin (Pg) ร้อยละ 18 Cyaniding (Cy) ร้อยละ 30 Delphinidin (Dp) ร้อยละ 22 Peonidin (Pn) Petunidin (Pt) และ Malvidin (Mv) คิดเป็นร้อยละ 20 (Anderson and Markham. 2006 : 472 - 478) การแตกต่างกันของแอนโทไซยานินแต่ละชนิดขึ้นกับจำนวนหมู่ไฮดรอกซี ระดับการเกิดเมทิลเลชั่น (Degree of Methylation) ของหมู่ไฮดรอกซี ธรรมชาติจำนวนและตำแหน่งของการเกิดไกลโคซิเลชัน (Glycosylation) ธรรมชาติและจำนวนของอะโรเมติก (Aromatic) หรือ Aliphatic Acids ที่อยู่ใกล้กับ Glycosyl Residue การแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซี (OH) และหมู่เมทอกซี (OCH3) ของ Flavylium Ring จะทำให้เกิดสีของแอนโทไซยานินดังนี้ การเพิ่มจำนวนหมู่ไฮดรอกซีจะทำให้เกิดสีฟ้า (Bluish Shade) ส่ววนการเพิ่มจำนวนของหมู่เมทอกซีจะทำให้เกิดสีแดง (Redness) ในพืชนอกจากสารแอนโทไซยานินจะทำให้พืชมีสีสันสวยงามแล้ว ยังช่วยให้พืชบางชนิดไม่ถูกโรคและแมลงทำลาย เนื่องจากสารแอนโทไซยานินมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) แมสซา (Mazza. 2007 : 369 - 374) ได้รายงานว่า การเพิ่มจำนวนของหมู่ไฮดรอกซีจะทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของลิโปโปรตีน และการตกตะกอนของเกล็ดเลือด (สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553 : 1 - 16) ทำให้แอนโทไซยานินมีบทบาทในการป้องการการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน และโรคมะเร็ง (Lazze and et al. 2004 : 1427 - 1433) นอกจากนี้ยังช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogen) อีโคไล (Escherichia Coli) ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคท้องร่วงและอาหารเป็นพิษ ปัจจุบันมีการนำสารชนิดนี้มาใช้เป็นสีย้อมอาหาร (Food Dye) เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษสามารถอยู่ในรูปผงหรือของเหลวจึงมีความเหมาะสมในการใช้ในผลิตภัณฑ์ สามารถผสมในไข่ขาวเป็นสารคงตัวแทนการใช้แป้ง เพิ่มความคงตัวให้กับผลิตภัณฑ์ที่มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity) ต่ำแต่ไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดสูง เช่น น้ำมะนาว ครีมเปรี้ยว เป็นต้น (นารีรัตน์ อนรรฆเมธี. ออนไลน์. 2553) ใช้ผสมในแชมพูช่วยกระตุ้นให้เซลล์รากผมสร้างผมได้มากขึ้น 3 เท่า เป็นส่วนผสมในครีมกันแดดช่วยให้ผิวหนังอ่อนเยาว์ ชะลอการเสื่อมสภาพของผิวหนังช่วยยับยั้งความเสียหายของเซลล์ผิวจากกระบวนการออกซิเดชันที่เกิดจากสารอัลตราไวโอเลต ช่วยผสมเกสรจากการที่แมลงแต่ละชนิดชื่นชอบสีที่แตกต่าง เช่น ผึ้งชอบสีน้ำเงิน เหลือง นกชอบชอบสีแดง ส้ม ผีเสื้อชอบสีแดง ชมพู ค้างคาวชอบสีดอกไม่สดใส เป็นต้น ช่วยดูดซับรังสีไวโอเลตซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้น พลังงานสูงเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

ด้วยการขัดขวางการจำลองแบบดีเอ็นเอ (DNA) ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของยีนทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2546 : 53 - 56)

ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* ถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสำหรับปลูกสลับกับการปลูกข้าว ได้มีรายงานการปลูกถั่วเหลืองในประเทศจีนเมื่อเกือบ 5,000 ปีมาแล้ว แต่ก็ยังไม่แน่ชัดว่าส่วนใดของประเทศจีนที่เป็นต้นกำเนิด แต่ที่สันนิษฐานและยอมรับกันโดยทั่วไป คือ บริเวณเส้นรุ้ง ที่ 35 องศาเหนือ ซึ่งเป็นที่ตั้งหุบเขาแม่น้ำเหลืองต้นกำเนิดอารยธรรมของจีน และประกอบกับมีการค้นพบหลักฐานที่จารึกไว้ครั้งแรกเกี่ยวกับถั่วเหลือง เมื่อ 2295 ปีก่อนพุทธกาลที่นี่ จากนั้นถั่วเหลืองได้แพร่กระจายสู่ประเทศเกาหลีและญี่ปุ่น เมื่อ 200 ปีก่อนคริสตกาล เข้าสู่ยุโรปในช่วงหลัง พ.ศ. 2143 และไปสู่สหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2347 จากนั้นกว่า 100 ปี เดิมชาวอเมริกันได้ปลูกถั่วเหลืองเพื่อใช้เลี้ยงวัวเพียงอย่างเดียว ต่อมา ปี พ.ศ. 2473 สหรัฐอเมริกานำพันธุ์ถั่วเหลืองจากจีนเข้าประเทศกว่า 1,000 สายพันธุ์ เพื่อทำการคัดเลือกสายพันธุ์และผสมพันธุ์ทำให้ได้พันธุ์ใหม่ ๆ ตรงต่อความต้องการ ให้ผลผลิตต่อไร่สูง เมล็ดโต ต้นแข็งแรง ต้านทานโรคและแมลง เหมาะแก่การเพาะปลูกในพื้นที่ (กรมวิชาการเกษตร. 2563 : 1 - 20) สำหรับถั่วเหลืองของประไทยส่วนใหญ่ปลูกแถบภาคเหนือ และภาคกลางตอนบน มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามภูมิภาค เช่น ถั่วเหลือง ถั่วแระ ถั่วพระเหลือง ถั่วแม่ตาย (ภาคกลาง) มะถั่วเน่า (ภาคเหนือ) เป็นต้น

สำหรับการปลูกถั่วเหลืองในประเทศไทยไม่มีหลักฐานยืนยันแน่ชัดว่าเริ่มปลูกถั่วเหลืองครั้งแรกเมื่อใด สัญนิฐานว่าชาวจีนที่อพยพมาได้นำถั่วเหลืองเข้ามาราว 200 ปีก่อน และได้มีการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอย่างจริงจังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 ทำให้ปัจจุบันมีถั่วเหลืองพันธุ์ดีเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันการผลิตถั่วเหลืองในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ และทำให้ต้องมีการนำเข้าถั่วเหลืองจากต่างประเทศ การปลูกถั่วเหลืองปัจจุบันมีอยู่ประมาณ 10 พันธุ์ ปรับปรุงโดยกรมวิชาการเกษตร คือ สจ.4 สจ.5 สุโขทัย 1 สุโขทัย 2 สุโขทัย 3 นครสวรรค์ 1 เชียงใหม่ 60 เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 3 เชียงใหม่ 4 ทั้งนี้ถั่วเหลืองพันธุ์ศรีสำโรง 1 เป็นพันธุ์ที่สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร ได้ดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงขึ้นมาใหม่ให้ผลผลิตสูง อายุการเก็บเกี่ยวสั้น ต้านทานโรคราน้ำค้างได้ดี ส่วนพันธุ์ เชียงใหม่ 60 สจ.4 และ สจ.5 เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุด ประเทศไทยสามารถปลูกถั่วเหลืองได้ทุกฤดู โดยสามารถปลูกได้ถึง 3 ครั้งต่อปี ก่อนการปลูกเกษตรกรต้องปรับสภาพดินให้เหมาะสม ปรับค่า pH ดินให้อยู่ระหว่าง 5.5 - 6.5 และคลุกเมล็ดด้วยเชื้อไรโซเบียม ทั้งนี่เชื้อไรโซเบียมต้องเป็นเชื้อที่เจาะจงกับถั่วเหลืองเท่านั้น ถั่วเหลืองต้องการน้ำประมาณ 300 - 400 มิลลิลิตรตลอดฤดูปลูก ช่วงการงอกและช่วงออกดอก

เป็นช่วงอ่อนไหวที่มีผลกระทบต่อผลผลิตดังนั้นช่วงนี้จึงระวังไม่ให้พืชขาดน้ำ อายุการเก็บเกี่ยวของถั่วเหลืองอยู่ในช่วง ประมาณ 60 - 110 วัน ขึ้นกับสายพันธุ์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1. ต้นถั่วเหลือง ลำต้นตั้งตรงลักษณะเป็นพุ่ม แตกแขนงค่อนข้างมาก มีความสูงประมาณ 30 - 150 เซนติเมตร โดยความสูงจะขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของดินความชื้นและฤดูที่เพาะปลูก ลำต้นมีขนปกคุลมอยู่ทั่วไป ยกเว้น ในส่วนของใบเลี้ยงและกลีบดอก และต้นถั่วเหลืองยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ชนิดทอดยอดและชนิดไม่ทอดยอด เมื่อเมล็ดแก่ฝักจะแห้งและต้นจะตายตามไปด้วย จึงเป็นที่มาของชื่อ “ถั่วแม่ตาย”

2. รากถั่วเหลือง มีระบบเป็นรากแก้ว หากเป็นดินร่วนอาจหยั่งรากลึกถึง 0.5 - 1 เมตร แต่โดยทั่วไปแล้วระบบราก จะอยู่ในความลึกประมาณ 30 - 45 เซนติเมตร ซึ่งประกอบไปด้วยรากแก้วที่เจริญมาจากรากแรกของต้น และมีรากแขนงที่เจริญมาจากรากแก้ว ส่วนบริเวณปมรากนั้นเกิดจากแบคทีเรียไรโซเบียมที่เข้าไปอาศัยอยู่

3. ใบถั่วเหลือง ระยะต้นอ่อนจะมีใบเลี้ยง ใบจริงคู่แรกเป็นใบเดี่ยว โดยใบจริงที่เกิดขึ้นต่อมาจะเป็นใบประกอบ แบบ 3 ใบย่อย คือ มีใบย่อยด้านปลาย 1 ใบ และมีใบย่อยด้านข้างอีก 2 ใบ ลักษณะของมีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปไข่จนถึงเรียวยาว ส่วนที่โคนของก้านใบประกอบจะมีหูใบอยู่ 2 อัน และส่วนที่โคนของก้านใบย่อย มีหูใบย่อยอยู่ 1 อัน ที่ใบมีขนสีน้ าตาลหรือเทาปกคลุมอยู่ทั่วไป

4. ดอกถั่วเหลือง ออกดอกเป็นช่อ มีช่อดอกเป็นแบบกระจะ ดอกมีสีขาวหรือสีม่วง โดยสีขาวเป็นลักษณะด้อย เมื่อดอกบานเต็มที่จะมีขนาดประมาณ 3 - 8 เซนติเมตร โดยดอกจะเกิดตามมุมของก้านใบหรือตามยอดของลำต้น ในหนึ่งช่อดอกจะมีดอกตั้งแต่ 3 - 15 ดอก โดยช่อดอกที่เกิดบนยอดของลำต้น มักจะมีจำนวนดอกในช่อมากกว่า ช่อดอกที่เกิดตามมุมใบ และในส่วนของดอกประกอบไปด้วย ก้านช่อดอกและก้านดอกย่อย กลีบเลี้ยงที่อยู่นอก สุดมีสีเขียว สั้น มีอยู่ 2 กลีบ และมีขนปกคุลม ถัดมาคือกลีบรองดอกที่อยู่ในชั้นถัดจากกลีบเลี้ยง ฐานติดกันมีแฉก 5 แฉก ถัดมาคือ ส่วนของกลีบดอกมีกลีบ 5 กลีบ คือมีกลีบใหญ่ 1 กลีบ กลีบกลางด้านข้าง 2 กลีบ และกลีบเล็ก 2 กลีบ

5. ฝักถั่วเหลือง ออกฝักเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 2 - 10 ฝัก ที่ฝักมีขนสีเทาหรือสีน้ำตาลปกคลุมอยู่ทั่วฝัก ฝักมีความยาวประมาณ 2 - 7 เซนติเมตร ในแต่ละฝักจะมีเมล็ดอยู่ ประมาณ 1 - 5 เมล็ด แต่ส่วนใหญ่แล้วจะมีอยู่ 2 - 3 เมล็ด ฝักอ่อน มีสีเขียวเมื่อสุกแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และอาจทำให้ฝัก แตกออกทำให้เมล็ดร่วงออกมา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

6. เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดอาจมีสีเหลือง สีเขียว สีน้ำตาล หรือสีดำก็ได้ โดยเมล็ดจะมีขนาดและรูปร่างต่างกัน ลักษณะของเมล็ดมีตั้งแต่กลม รี จนถึงยาว หากเป็นเมล็ดขนาดเล็กจำนวน 100 เมล็ด จะมีน้ำหนัก ประมาณ 2 กรัม แต่ถ้าหากเป็นเมล็ดใหญ่อาจมีน้ำหนักมากว่า 40 กรัม แต่โดยทั่วไปแล้วจะมีน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 12 - 20 กรัม

ประโยชน์ของถั่วเหลือง

1. ถั่วเหลืองเป็นอาหารที่คุณค่าทางโภชนาการสูงและหลากหลาย เพราะอุดมไปด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน มีไขมันชนิดดีสูง มีเส้นใยอาหารสูง มีวิตามินและเกลือแร่สูง และยังเป็นอาหารหาได้ง่าย ราคาไม่แพง การเก็บรักษาก็ง่าย และผู้ผลิตยังเติมสารอาหารที่มีประโยชน์อื่น ๆ ลงไปอีกด้วย โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองสำเร็จรูป

2. การบริโภคนมถั่วเหลืองเป็นประจำยังมีประโยชน์ต่อรูปลักษณ์ภายนอกอีกด้วย เช่น ช่วยทำให้ผิวพรรณสดใส เปล่งปลั่ง ดูมีน้ำมีนวล เป็นต้น

3. การรับประทานถั่วเหลืองเป็นประจำ จะช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดแข็งตัว โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และโรคเบาหวาน

4. ช่วยบำรุงประสาทและสมอง ช่วยเพิ่มความจำ เนื่องจากถั่วเหลืองอุดมไปด้วยวิตามินบีหลายชนิด

5. โปรตีนในถั่วเหลือง ถือเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี มีโปรตีนสูงเทียบเท่ากับนมวัว (แต่มีแคลเซียมน้อยกว่าเพียง 1 ใน 5 ของนมวัวเท่านั้น) สามารถใช้ทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้ เพราะมีกรดอะมิโนจำเป็นอยู่หลายชนิดในปริมาณที่สมดุลมากกว่าถั่วชนิดอื่น

6. ถั่วเหลืองมีไขมันสูง โดยมีน้ำมันอยู่ร้อยละ 12 - 20 น้ำมันจากถั่วเหลือง มีส่วนประกอบของไขมันไม่อิ่มตัว อยู่หลายชนิด ที่เป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเด็กและทารก ช่วยเสริมสร้างความสมบูรณ์ให้แก่ผิวหนัง จึงเป็นน้ำมันที่ดีต่อสุขภาพ และยังมีวิตามินอี ซึ่งเป็นวิตามินที่ละลายในไขมันอีกด้วย

7. นมถั่วเหลืองสามารถใช้เป็นอาหารเสริมได้ดี ในเฉพาะอย่างยิ่งเด็กที่แพ้นมวัว และไม่สามารถดื่มนมมารดาได้ จึงสามารถดื่มนมถั่วเหลืองทดแทนได้

8. นมถั่วเหลือง มีสารไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) ที่มีคุณสมบัติบางอย่างคล้ายกับฮอร์โมนเอสโตรเจนในเพศหญิง ช่วยทำให้ระบบเลือดดีขึ้น แล้วยังช่วยทำให้สิวลดน้อยลงอีกด้วย

9. การดื่มนมถั่วเหลืองอุ่น ๆ ก่อนนอนจะช่วยทำให้นอนหลับสบายยิ่งขึ้น เพราะในถั่วเหลืองนั้นมีกรดอะมิโน “ทริปโตเฟน” ที่จะช่วยเปลี่ยนให้เป็นฮอร์โมนเซโรโทนิน ซึ่งช่วยควบคุมการนอนหลับ จึงทำให้นอนหลับได้ดีขึ้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

10. ถั่วเหลืองเป็นอาหารเสริมที่มีประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ป่วยมะเร็งที่บริโภคอาหารได้น้อย หรือมีอาการแพ้ นมวัว หรือคลื่นไส้อาเจียน หรือมีอาการเจ็บเวลากลืนอาหาร ซึ่งถั่วเหลืองให้พลังงาน 446 กิโลแคลอรี่ มีสารอาหารต่าง ๆ ดังตาราง 2

ตาราง 2 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง ต่อ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ	สารอาหาร	ปริมาณ
คาร์โบไฮเดรต	30.16 กรัม	กลูตามิก	7.874 กรัม
น้ำ	8.54 กรัม	ไกลซีน	1.880 กรัม
น้ำตาล	7.33 กรัม	โพรลีน	2.379 กรัม
เส้นใย	9.3 กรัม	ซีรีน	2.357 กรัม
ไขมัน	19.94 กรัม	วิตามินเอ	1 ไมโครกรัม
ไขมันอิ่มตัว	2.884 กรัม	วิตามินบี1	0.874 มิลลิกรัม
ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว	4.404 กรัม	วิตามินบี 2	0.87 มิลลิกรัม
ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน	11.255 กรัม	วิตามินบี 3	1.623 มิลลิกรัม
โปรตีน	36.49 กรัม	วิตามินบี 5	0.793 มิลลิกรัม
ทริปโตเฟน	0.591 กรัม	วิตามินบี 6	0.377 มิลลิกรัม
ทรีโอนีน	1.766 กรัม	วิตามินบี 9	375 ไมโครกรัม
ไอโซลิวซีน	1.971 กรัม	โคลีน 11	5.9 มิลลิกรัม
ลิวซีน	3.309 กรัม	วิตามินซี	6.0 มิลลิกรัม
ไลซีน	2.706 กรัม	วิตามินอี	0.85 มิลลิกรัม
เมทไธโอนีน	0.547 กรัม	วิตามินเค	47 ไมโครกรัม
ซิสทีน	0.655 กรัม	แคลเซียม	277 มิลลิกรัม
ฟีนิลอะลานีน	2.122 กรัม	เหล็ก	15.7 มิลลิกรัม
ไทโรซีน	1.539 กรัม	แมกนีเซียม	280 มิลลิกรัม
วาลีน	2.029 กรัม	แมงกานีส	2.517 มิลลิกรัม
อาร์จินีน	3.153 กรัม	ฟอสฟอรัส	704 มิลลิกรัม
ฮิสตามีน	1.097 กรัม	โพแทสเซียม	1,797 มิลลิกรัม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 2 (ต่อ)

สารอาหาร	ปริมาณ	สารอาหาร	ปริมาณ
อะลานีน	1.915 กรัม	โซเดียม	2 มิลลิกรัม
กรดแอสปาร์ติก	5.112 กรัม	สังกะสี	4.89 มิลลิกรัม

ที่มา : สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุโขทัย. 2560 : 16

เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เพราะช่วยแก้ความกระหาย หรือให้ความสดชื่น ดื่มได้สะดวกรวดเร็ว สามารถบริโภคได้ทุกเวลาและโอกาส มีรสชาติสีสันชวนดื่ม ในปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องดื่มให้มีความหลากหลายทั้งชนิด รูปแบบ และภาชนะบรรจุ บางชนิดได้มีการผลิตมาตั้งแต่อดีตเป็นระยะเวลานานและยังได้รับความนิยมอยู่ บางชนิดเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย ในประเทศญี่ปุ่นนิยมเพิ่มสารอาหารเสริมเข้าไปในเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เช่น วิตามิน กรดไขมันดีเอชเอ และใยอาหาร (มลศิริ วีโรทัย. 2545 : 75 - 80) โดยแบ่งเป็น

1. เครื่องดื่มสุขภาพรูปแบบบรรจุขวดพร้อมดื่ม เป็นวิธีการถนอมอาหารโดยการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ในระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม แบ่งเป็น วิธีพาสเจอร์ไรสามารถลดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้ ไม่ทำลายคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ แต่มีอายุการรักษาสั้นกว่าวิธีการสเตอริไลส์ที่ใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ทำลายจุลินทรีย์รวมทั้งสปอร์เชื้อราได้ทุกชนิด รวมถึงเอ็นไซม์ที่เป็นประโยชน์ในผลิตภัณฑ์

2. เครื่องดื่มสุขภาพแบบผง โดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย คือการเปลี่ยนแปลงของอาหารเหลวให้อยู่ในสถานะแห้งและเป็นของแข็งโดยการฉีดพ่นอาหารผ่านตัวกลางทำให้แห้งด้วยความร้อนซึ่งระเหยน้ำที่มีอยู่ในอาหารที่เป็นอะตอม ฟีดของเหลวจะกลายเป็นผงในที่สุด การเปลี่ยนอาหารเหลวให้เป็นผงแห้งช่วยให้อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์นานขึ้น ปริมาณและน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ลดลง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดวงกมล ลืมจันทร์ วิษฐิดา จันทราพรชัย และวิชัย หฤทัยธนาสันติ์ (2551 : 320 - 327) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากข้าวเหนียวดำ 4 ปัจจัย ได้แก่ การเขย่า เวลา อุณหภูมิ และอัตราส่วนข้าวเหนียวดำต่อน้ำ โดยแต่ละปัจจัยทำการศึกษาระดับต่ำกับระดับสูง

นำสารที่ผ่านปัจจัยแล้วมากรองสุญญากาศด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 นำมาวัดค่าสีหาปริมาณสารแอนโทไซยานิน และปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC. 2000 : 141 - 144) พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อสารแอนโทไซยานิน คือ การเขย่า 67 - 75 นาที ที่อุณหภูมิ 62 - 65 องศาเซลเซียส ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด คือเวลาที่ใช้ในการสกัด และอุณหภูมิ

สุนันทา วงศ์ปิยชน และวัชรี สุขวิวัฒน์ (2551 : 114 - 123) วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องเพื่อสุขภาพ โดยใช้ข้าวกล้องข้าว 2 สายพันธุ์ คือ หอมมะลิ 105 และปทุมธานี 1 บดหยาบต้มกับน้ำอัตราส่วน 1 : 20 นำส่วนรวงข้าวและใบธงระยะน้ำนมของข้าวทั้ง 2 ชนิด อัตราส่วน 30 กรัม ต่อปริมาณข้าวกล้องบดหยาบ 100 กรัม ผสมลงไปเพื่อเพิ่มคุณลักษณะด้านสีและกลิ่น นำไปต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที กรองกาก และปรุงแต่งรสชาติด้วยเกลือร้อยละ 0.16 น้ำเชื่อมร้อยละ (ความเข้มข้นร้อยละ 20) 15 ปรับปรุงคุณภาพด้วยคาราจีแนนร้อยละ 0.2 ปั่นผสมด้วยเครื่อง Homogenizer ต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาทีอีกครั้ง ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเขียวอ่อน กลิ่นหอม พร้อมดื่ม

สิริธร คุณสารสมบัติ และอิสรีย์ อัครวรพิทักษ์ (2553 : 11 - 30) ศึกษาหาปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวกล้องงอก เพื่อเทียบกับปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวกล้องก่อนทำให้งอกในช่วงเวลาต่าง ๆ โดยใช้ข้าว 2 สายพันธุ์ คือ ข้าวกล้องพันธุ์หอมแดงกับข้าวกล้องพันธุ์สีนิล สกัดสารโดยใช้ Ethanol : Hydrochloric Acid สัดส่วน 98 : 2 ทำการวัดหาปริมาณสารโดยใช้วิธี UV Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร เมื่อแช่ข้าวกล้องพันธุ์หอมแดงระยะเวลา 1 วัน 2 วัน และ 3 วัน ผลจากการศึกษาพบว่าการแช่ข้าวให้งอกทำให้ปริมาณสารแอนโทไซยานินลดลงตามระยะเวลา คือ ร้อยละ 0.54 0.45 และ 0.40 เช่นเดียวกับข้าวกล้องพันธุ์สีนิลงอกที่วัดปริมาณสารแอนโทไซยานินได้ร้อยละ 1.70 1.66 และ 1.44 จากผลข้างต้นทำให้ทราบว่าข้าวกล้องพันธุ์สีนิลมีปริมาณสารแอนโทไซยานินมากกว่าข้าวกล้องพันธุ์หอมแดง อีกทั้งพบว่าปริมาณสารสูงที่สุดเมื่อไม่ผ่านความร้อน และการแช่น้ำ

ผาณิต รุจิรพิสิฐ, วิชชุดา สังข์แก้ว และเสาวนีย์ เอี้ยวสกุลรัตน์ (2555 : 173 - 176) ศึกษาคุณค่าโภชนาการของข้าว 9 สายพันธุ์ ของจังหวัดอุบลราชธานี ได้แก่ ข้าวหอมอุบล ข้าวสินเหล็ก ข้าวเล้าแตก ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวหอมมะลิแดง ข้าวสังข์หยด ข้าวหอมกัญญา ข้าวเหนียวดำ และข้าวหอมนิล ที่ความชื้นร้อยละ 12.11 - 14.83 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ พลังงานใยอาหาร กากใย คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เถ้า และความชื้น ด้วยวิธี AOAC (2005 : 14 - 28) ปริมาณแร่ธาตุ ซึ่งได้แก่ ซีลีเนียม โดยวิธี Inductively Couple Plasma-Mass Spectroscopy (ICP - MS) ส่วนสังกะสี และเหล็ก ใช้วิธี Inductively Couple Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP - OES) และหาปริมาณของวิตามิน 5 ชนิด คือ ไนอะซีน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินอี และสาร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

เบต้าแคโรทีน ใช้ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) พบว่า ผลการทดลองข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์มีความชื้นใกล้เคียงกัน ไม่มีสารเบต้าแคโรทีน พบโปรตีนสูงสุด และไขมันต่ำสุดในข้าวเหนียวดำ สารไนอะซีน ซีลีเนียมและใยอาหารสูงสุดในข้าวหอมนิล ส่วนข้าวสังข์หยดธาตุสังกะสีมีมากสุด และให้พลังงานต่ำที่สุด ข้าวที่ให้กากใยกับพลังงานสูงสุด คือ ข้าวหอมมะลิแดง ข้าวสินเหล็กให้วิตามินบี 1 สูงสุด ข้าวหอมอุบลให้คาร์โบไฮเดรตสูงสุด ข้าวหอมมะลิ 105 ให้วิตามินอี ไนอะซีน และสังกะสีค่อนข้างสูง ขณะที่ข้าวเล้าแตกมีสารอาหารแต่ไม่มีสารชนิดใดโดดเด่น

ภคินี อัครเวสสะพงษ์ และคณะ (2556 : 171 - 183) ศึกษาความสัมพันธ์ของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับปริมาณวิตามิน อี และ Gamma Amino Butyric Acid ในข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกกับข้าว 11 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เหนียวดำหมอ กรามแรด เหนียวดำช่อไม่ไผ่ เหนียวดำชุมแพ กข 6 หอมกระดังงา สังข์หยด กข 31 ชัยนาท 1 หอมมะลิ 105 และปทุมธานี 1 ด้วยวิธี High Performance Liquid Chromatography (HPCL) พบว่า ในข้าวกล้องพบสารกาบา 0.9 - 4.0 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนข้าวกล้องงอกพบสารกาบา 8.9 - 50.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในส่วนของการศึกษาวิตามินอีในข้าวกล้องมี 0.77 - 4.6 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม และในข้าวกล้องงอกมี 0.93 - 5.74 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ใช้วิธี 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical Assay (DPPH Assay) ผลที่ได้คือ ข้าวกล้องมีฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ (IC50) 0.03 - 2.21 ข้าวกล้องงอกมีฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ (IC50) 0.05 - 1.32 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงการนำข้าวไปทำการเพาะงอกทำให้เกิดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มสูงขึ้น

ทัดดาว ภาษีผล และคณะ (2560 : 465 - 471) ศึกษาอัตราส่วนนมถั่วเหลืองต่อน้ำมะม่วงในสัดส่วน 84 : 16 88 : 12 92 : 8 และ 96 : 4 เติมสารแซนแทนกัมร้อยละ 0.01 0.02 และ 0.03 นำเครื่องดื่มมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ และประสาทสัมผัส พบว่าสัดส่วนนมถั่วเหลืองผสมน้ำมะม่วง 84 : 16 ได้รับการยอมรับสูงที่สุด และการเติมสารแซนแทนกัมร้อยละ 0.01 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด

พิชญานิน เพชรล้อมทอง และปุณฑริกา รัตนตรัยวงศ์ (2557 : 77 - 86) ศึกษาน้ำตาลและสารให้ความหวานกับแนวทางการบริโภคในยุคปัจจุบัน โดยแบ่งสารให้ความหวานออกเป็น 2 ประเภท คือ สารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ แอสพาร์แทม (Aspartame) นีโอแทม (Neotame) แซคคาริน (Saccharin) ซูคราโลส (Sucralose) สตีเวีย (Stevia) และอะซีซัลเฟมโพแทสเซียม (Acesulfame Patassium) โดยสารกลุ่มนี้ไม่ให้พลังงานแต่ให้ความหวานมาก เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก และผู้ป่วยโรคเบาหวาน ส่วนสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส ซึ่งมีรสหวานที่ผู้บริโภค

คุ้นชินและยอมรับ หากบริโภคมากเกินไป ทำให้ฟันผุ โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหัวใจ เป็นต้น สำหรับน้ำตาลแอลกอฮอล์ เช่น มอลทิทอล (Maltitol) ไซลิทอล (Xylitol) และแล็กทิทอล (Lactitol) ให้พลังงานแก่ร่างกายต่ำ ไม่ทำให้เกิดฟันผุ ไม่ใช้อินซูลินในการย่อย หากบริโภคไม่เกิน 20 - 40 กรัมต่อวัน ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

จุฑามาศ ถิระสาโรช และเฉลิมพล ถนอมวงค์ (2558 : 395 - 402) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำแป้งต่อน้ำ ในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวหอมนิล ที่อัตราน้ำแป้งต่อน้ำ 1 : 20 1 : 30 และ 1 : 40 โดยน้ำแป้งสกัดที่ 50 องศาเซลเซียส ใช้ Sucrose Syrup 60 องศาบริกซ์ ที่ความเข้มข้น 7 องศาบริกซ์ และ Banana Syrup 60 องศาบริกซ์ ที่ความเข้มข้น 9 องศาบริกซ์ ใช้เจลาตินเป็นสารคงตัว โดยอัตราน้ำแป้งต่อน้ำ 1 : 30 มีความหนืดเท่ากับ 14.73 เซนติพอยต์ ค่าความเป็นกรด - ด่าง ใยอาหาร ไขมัน โปรตีน ของแข็งที่ละลายได้ และปริมาณสารแอนโทไซยานิน ร้อยละ 6.71 0.83 0.05 0.23 1.1 และ 0.37 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และพบว่าการใช้ Sucrose Syrup 60 องศาบริกซ์ ที่ความเข้มข้น 7 องศาบริกซ์ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูงที่สุด ($p \leq 0.05$)

วันเพ็ญ สีหวงษ์ (2546 : 286 - 293) ศึกษาผลของมอลโตเด็กซ์ตรินต่อคุณภาพมะนาวผงผลิตโดยกระบวนการทำแห้งแบบระเหิด ที่ความเข้มข้น 6 ระดับ (ร้อยละ 15 20 25 30 35 และ 40) พบว่าสภาวะความเข้มข้นของมอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 35 ให้เนื้อสัมผัสของมะนาวผงไม่จับตัวเป็นก้อน ค่าการละลาย 10 วินาที ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสในตัวอย่างที่มีมะนาวผงเป็นส่วนผสมใน 3 ผลิตภัณฑ์ คือ ต้มยำไก่ น้ำยำลูกชิ้น และน้ำมะนาวพร้อมดื่ม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้าวหอมแม่พญาทองดำจากแปลงนาส่งเสริมของเกษตรกรพื้นที่หมู่ 4 ตำบลเทพนิมิต อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี
2. ถั่วเหลืองเต็มเมล็ดตราไร่ทิพย์
3. น้ำตาลทรายขาวตราวังขนาย
4. เกลือตราปรุงทิพย์
5. คาราจีแนนตราเคมีภัณฑ์
6. โซเดียมไบคาร์บอเนตตราแม็กกาเรต
7. มอลโตเด็กซ์ตรินทางการค้าเกรดอาหาร
8. ผ้าขาวบาง
9. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
10. อุปกรณ์เครื่องครัว
11. เทอร์โมมิเตอร์สแตนเลส 0-200 องศาเซลเซียส
12. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น CP32025 ยี่ห้อ Sartorius
13. เครื่องชั่งดิจิตอล รุ่น SF-400 ชั่งได้สูงสุด 10 กิโลกรัม ยี่ห้อ Electronic Kitchen Scale
14. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น TB-214 ยี่ห้อ DENVER INSTRUMENT
15. เครื่องปั่นน้ำผลไม้ ยี่ห้อ Philips รุ่น HR2011 โถแก้ว ขนาด 1.5 ลิตร
16. เครื่องปั่นผสมอาหาร รุ่น HA-3229 ยี่ห้อ MARA
17. เครื่องบดหยาบ Soy bean grinder ยี่ห้อ Lita brand รุ่น Type NSB - 5
18. เครื่องบดละเอียดยี่ห้อ Perten รุ่น Laboratory Mill 3100
19. เครื่อง (Spectrophotometer) รุ่น V-630 ยี่ห้อ Jasco
20. เครื่องวัดสี (Chromameter) รุ่น CR-400 Ver.1.01 ยี่ห้อ Konica minocta
21. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Hand refractometer) รุ่น MASTER-2M ยี่ห้อ Atago
22. เครื่องวัดความชื้นในผลิตภัณฑ์ รุ่น MOC 63u ยี่ห้อ Shimadzu
23. เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Aw) รุ่น LabStart-aw ยี่ห้อ Novasina
24. เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryer) รุ่น LPG-5/10 ยี่ห้อ MINHUA PM
25. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) รุ่น pH/Ion S220 ยี่ห้อ SevenCompact

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

26. ขวดพลาสติกบรรจุเครื่องดื่มขนาด 150 มิลลิลิตร

27. ถุงซิปล็อคฟอยด์ ด้านหน้าใส ด้านหลังทึบ ขนาดกว้างคูณยาว 12 x 20 เซนติเมตร

วิธีการทดลอง

การเตรียมวัตถุดิบ

เตรียมข้าวกล้องงอกดัดแปลงตามวิธีของสุนัน ปานสาคร และจตุรงค์ ลังกาพินธุ์ (2556 : 15 - 20) โดยนำข้าวหอมแม่พญาทองดำ ที่ผ่านการกระเทาะเปลือกจำนวน 1,000 กรัม ล้างน้ำให้สะอาด แช่ด้วยน้ำสะอาดโดยใช้อัตราข้าว 1 ส่วนต่อน้ำ 3 ส่วนเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เทน้ำทิ้ง นำข้าวใส่ภาชนะที่สะอาดคลุมด้วยผ้าขาวบางชุบน้ำหมาด บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 - 18 ชั่วโมง จมูกข้าวจะมีตุ่มเล็ก ๆ สีขาวงอกออกมา นำข้าวงอกที่ได้มาเตรียมน้ำข้าวกล้องงอก โดยนำข้าวหอมแม่พญาทองดำงอกที่เพาะไว้ไปล้างน้ำให้สะอาด กรองผ่านกระชอน ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ปั่นด้วยเครื่องปั่นโถแก้ว ขนาด 1.5 ลิตร อัตราส่วนข้าวกล้องต่อน้ำ 1 : 4 กรองผ่านผ้าขาวบาง 4 ชั้น ได้น้ำข้าวกล้องแม่พญาทองดำงอก

เตรียมน้ำนมถั่วเหลืองตามวิธีของทัดดาว ภายีผล และคณะ (2560 : 465 - 471) โดยแช่ถั่วเหลืองแห้งเต็มเมล็ดในน้ำสะอาดนาน 15 ชั่วโมง(อัตราส่วนถั่วต่อน้ำ 1 : 4) จากนั้นนำเมล็ดถั่วเหลืองมาแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.01 (โดยน้ำหนัก) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 30 นาที ด้วยอัตราส่วนถั่วเหลืองต่อสารละลาย 1 : 3 ล้างด้วยน้ำสะอาด 1 ครั้ง นำถั่วเหลืองไปปั่นด้วยเครื่องปั่นด้วยน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำเป็น 1 : 4 ด้วยความเร็วระดับสูงสุดนาน 3 นาที กรองแยกกากถั่วเหลืองออกด้วยผ้าขาวบาง 4 ชั้น

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง

เตรียมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง โดยใช้อัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง 7 อัตราส่วน ๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ 100 : 0 80 : 20 60 : 40 50 : 50 40 : 60 20 : 80 และ 0 : 100 เติมน้ำตาลปริมาณร้อยละ 8 เกลือร้อยละ 0.16 และคาราจีแนนร้อยละ 0.2 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที บรรจุขวดขณะร้อน ปิดฝา และทำให้เย็น เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน และ

นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ เลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุดไปศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง

การศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง

เตรียมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองในอัตราส่วนที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษาข้อ 2 และนำมาแปรปริมาณน้ำตาล 6 ระดับ ๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ร้อยละ 0 2 4 6 8 และ 10 เติมเกลือร้อยละ 0.16 และคาราจีแนนร้อยละ 0.2 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที บรรจุขวดขณะร้อน ปิดฝา และทำให้เย็น เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน และนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ เลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุดไปศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์รูปแบบผง

การศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบพ่นฝอยผลิตภัณฑ์ข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองผง

นำผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่มีอัตราส่วนและปริมาณน้ำตาลที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมาทำเป็นเครื่องดื่มแบบผง โดยเติมมอลโตเด็กซ์ตริน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 5 10 และ 15 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ปั่นผสมให้มอลโตเด็กซ์ตรินละลายจนหมด จากนั้นเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยควบคุมอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 180 องศาเซลเซียส ใช้เครื่องทำละอองแบบหัวฉีดแรงดัน (Pressure Nozzle) กำหนดอัตราการป้อนอาหารเหลวที่ 20 รอบต่อนาที กำลังของพัดลม (Blower) ที่ 50 เฮิร์ต (Hz) นำผลิตภัณฑ์ข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบผงไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน และนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

การทดสอบคุณภาพของน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบพร้อมดื่มและรูปแบบผง

1. การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ให้คะแนน 1 - 9 โดยคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

2. การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.1 ค่าความเป็นกรด - ด่าง โดย pH Meter

2.2 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้

2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

2.4 ปริมาณความชื้น

3. การทดสอบคุณภาพทางเคมี

3.1 วิเคราะห์หาปริมาณสารแอนโทไซยานินตามวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารแอนโทไซยานินโดยตามวิธีของยุพาพร ผลาขจรศักดิ์ (2547 : 32 - 52) ที่ดัดแปลงมาจากฟูลลีกิและฟรานซีส (Fuleki and Francis. 1968) ดังสมการที่ 1

$$T_{Acy} = OD \times DV \frac{100}{SV} \times \frac{TEV}{SW} \times \frac{1}{\frac{E\ 1\%}{1\ cm}}{10}$$

เมื่อ T_{acy} คือ ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อวัตถุดิบ 100 กรัม)

O.D. คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้

DV คือ ปริมาตรของสารละลายที่สกัดได้ที่มีการเจือจาง (มิลลิลิตร)

SV คือ ปริมาตรของสารละลายที่สกัดได้ที่เตรียมสำหรับเจือจาง (มิลลิลิตร)

TEV คือ ปริมาตรทั้งหมดของสารละลายที่สกัดได้ (มิลลิลิตร)

SW คือ ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร

$E\frac{1\%}{1CM}$ คือ ค่า Extinction Coefficient ซึ่งเป็นค่าที่จะได้จากค่าเฉลี่ยโดยน้ำหนักโมเลกุลของแอนโทไซยานินทุกตัวที่มีอยู่ในพืชตัวอย่างนั้น ๆ ในการทดลองนี้ใช้ค่าเท่ากับ 449.2 ซึ่งเป็นค่าของไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์

3.2 ค่าสี โดยใช้ระบบ L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี

4. ความสามารถในการละลายและกำลังการพองตัว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วิเคราะห์ปริมาณการละลาย (Solubility) และกำลังการพองตัว (Swelling Power) ตามวิธีการของสุนันทา ทองทา (ออนไลน์. 2554) ชั่งตัวอย่างจำนวน 0.3 กรัม (น้ำหนักแห้ง ใส่ลงในหลอดเซนทริฟิว และเติมน้ำกลั่นปริมาณ 15 มิลลิลิตร จากนั้นแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส พร้อมกับการเขย่าในระดับคงที่ (Ratex SWB20, Instruments PTY, LTD,

Australia) เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำตัวอย่างมาปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนทริฟิว (Centrifuge, Hetich, Universal 16 R, Germany) ที่ความเร็ว 2000xg เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นแยกส่วนใส ใส่ในภาชนะที่ทราบน้ำหนักและนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ จากนั้น นำมาชั่งน้ำหนักและคำนวณเป็นร้อยละการละลาย และนำตัวอย่างแป้งที่เหลือในหลอดเซนทริฟิว มาชั่งน้ำหนัก และคำนวณเป็นร้อยละกำลังการพองตัว

$$\text{ร้อยละการละลาย (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งส่วนที่ละลายน้ำ X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}$$

$$\text{กำลังการพองตัว} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง X (100 - ร้อยละการละลาย)}}$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี วางแผนการทดลองแบบ (Complete Randomized Design, CRD) ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) แต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผลและการวิจารณ์

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง

การผลิตผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง โดยใช้อัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องหอมแม่พญาทองดำงอกต่อน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนต่าง ๆ เติมน้ำตาล เกลือ และคาราจีแนน ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และบรรจุในขวด ได้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ดัง ภาพที่ 5 ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะสีม่วงอ่อนไล่ระดับกลิ่นหอม และเมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดัง ตารางที่ 3

(ก) (ข) (ค) (ง) (จ) (ฉ) (ช)

ภาพประกอบ 5 ผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนต่าง ๆ (ก) 100 : 0 (ข) 80 : 20 (ค) 60 : 40 (ง) 50 : 50 (จ) 40 : 60 (ฉ) 20 : 80 และ (ช) 0 : 100

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 3 คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วน (ร้อยละ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
100 : 0	6.67±1.47^{ab}	7.03±1.56^{a}	7.40±1.30^{a}	6.30±2.41^{bc}	5.40±2.51^{c}	7.00±1.49^{ab}
80 : 20	6.60±1.67^{ab}	6.67±1.63^{ab}	7.40±1.25^{a}	6.37±2.13^{bc}	5.63±2.25^{c}	6.77±1.30^{abc}
60 : 40	7.17±1.23^{a}	7.20±1.49^{a}	7.50±1.07^{a}	7.23±1.74^{a}	6.97±1.63^{a}	7.37±1.22^{a}
50 : 50	6.93±1.48^{a}	7.00±1.41^{a}	7.10±1.21^{ab}	6.83±1.44^{ab}	7.03±1.16^{a}	7.30±1.37^{a}
40 : 60	6.60±1.43^{ab}	6.63±1.33^{ab}	6.67±1.52^{b}	6.60±1.63^{abc}	6.63±1.38^{ab}	6.87±1.50^{abc}
20 : 80	6.53±1.53^{ab}	6.40±1.85^{ab}	6.03±1.69^{c}	6.07±1.95^{bc}	6.17±2.23^{bc}	6.50±1.76^{bc}
0 : 100	6.20±2.36^{b}	6.00±2.69^{b}	5.87±2.39^{c}	5.97±2.34^{c}	5.60±2.50^{c}	6.27±2.00^{c}

หมายเหตุ : อักษร abc ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากผลการทดลองในตาราง 3 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกที่เตรียมจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วน 60 : 40 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม สูงกว่าที่เตรียมได้จากอัตราส่วนอื่น ยกเว้นอัตราส่วน 50 : 50 โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้านลักษณะปรากฏ และสีของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกที่เตรียมจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วน 60 : 40 สูงที่สุดและแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนอื่น ๆ ($p>0.05$) ยกเว้น ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเพียงชนิดเดียว ซึ่งมีคะแนนการยอมรับต่ำที่สุด ส่วนกลิ่นของผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วน 60 : 40 สูงที่สุดและแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับอัตราส่วน 100 : 0 80 : 20 และ 50 : 50 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับผลิตภัณฑ์ที่ใช้อัตราส่วน 20 : 80 และ 0 : 100 ทางด้านรสชาติ พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วน 60 : 40 สูงกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ เช่นกัน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) กับตัวควบคุมที่เตรียมโดยใช้น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำ และน้ำนมถั่วเหลืองล้วน ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกที่ใช้อัตราส่วน 60 : 40 ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วน 50 : 50 แต่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกที่ใช้อัตราส่วน 60 : 40 มากกว่าที่ใช้น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำ และน้ำนมถั่วเหลืองล้วน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เมื่อพิจารณาความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกที่ใช้อัตราส่วน 60 : 40 สูงกว่าที่อัตราส่วนอื่น ๆ แต่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วน 100 : 0 80 : 20 50 : 50 และ 40 : 60 ($p>0.05$) จากการทดสอบประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี พบว่า การใช้อัตราส่วนน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่ต่างกันไม่มีผลต่อความชอบของผู้บริโภค โดยความชอบทั้งสองคุณลักษณะแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนอื่น ๆ ($p>0.05$) ยกเว้นอัตราส่วน 0 : 100 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองเพียงชนิดเดียว ที่ได้คะแนนความชอบต่ำทุกลักษณะ น้ำนมถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียวให้สีขาวน้ำนมไม่เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค แตกต่างจากสีของอัตรส่วนอื่นที่มีสีม่วงเล็กน้อยไปจนม่วงเข้ม (ภาพที่ 1) นอกจากนี้กลิ่นเหม็นเขียวของถั่วเหลืองก็มีส่วนทำให้ได้คะแนนความชอบด้านคุณลักษณะต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์ และบุณยกฤต รัตนพันธุ์ (2558 : 87 - 92) ที่กล่าวไว้ว่าสีของใบเตยในผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกผสมน้ำผักมีผลต่อความชอบของผู้บริโภค โดยสีที่ได้จากอัตราส่วนที่มีน้ำผักสูง

สีจะไม่สวยทำให้ความชอบด้านคุณลักษณะและสีลดลง งานวิจัยของ เพ็ญพิมพ์ มคะปุญโญ (2553 : 75 - 80) การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกผสมจากข้าวหอมนิลโดยใช้สูตรของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีเป็นสูตรต้นแบบ ซึ่งมีส่วนประกอบ คือ ข้าวกล้องงอกขาวดอกมะลิ 105 นำมาทดแทนด้วยข้าวกล้องงอกหอมนิลที่คัดเลือกร้อยละ 100 พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะที่ระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก ได้แก่ คุณลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม สอดคล้องกับการคัดเลือกอัตราส่วนผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองอัตราส่วน 60 : 40 ที่ได้คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม สูงกว่าที่อัตราส่วนอื่น ๆ โดยมีความชอบลักษณะเนื้อสัมผัสในระดับชอบปานกลาง

เมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพได้ผลดังตาราง 4

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 4 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วน (ร้อยละ)	สี			ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) เจือจาง	ค่าความเป็นกรด - ด่าง เจือจาง
	L*	a*	b*		
100 : 0	35.40±0.00^{g}	4.00±0.00^{a}	1.23±0.06^{d}	9.07±0.12^{a}	6.33±0.01^{b}
80 : 20	38.10±0.10^{f}	3.67±0.06^{b}	0.87±0.06^{ef}	8.07±0.12^{b}	6.34±0.01^{ab}
60 : 40	40.77±0.86^{e}	3.47±0.06^{c}	0.77±0.06^{f}	8.07±0.12^{b}	6.34±0.01^{ab}
50 : 50	44.83±0.06^{d}	2.77±0.06^{e}	1.00±0.00^{e}	8.07±0.12^{b}	6.34±0.01^{a}
40 : 60	46.63±0.06^{c}	2.97±0.06^{d}	2.50±0.00^{b}	8.07±0.12^{b}	6.23±0.01^{d}
20 : 80	52.57±0.12^{b}	1.60±0.00^{f}	1.80±0.10^{c}	8.07±0.12^{b}	6.30±0.01^{c}
0 : 100	71.50±0.30^{a}	-0.57±0.06^{g}	7.63±0.21^{a}	7.07±0.12^{c}	6.33±0.01^{b}

หมายเหตุ : อักษร abc ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากผลการทดลองในตาราง 4 พบว่า ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ลดลงเมื่อปริมาณส่วนผสมของน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อผสมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำในผลิตภัณฑ์ ค่าสีแดงสูงกว่าในผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำนมถั่วเหลืองเพียงชนิดเดียว ซึ่งตรงข้ามกับค่าสีเหลืองที่มีค่าสูงสุดเมื่อเป็นน้ำนมถั่วเหลืองเพียงชนิดเดียว ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง พบว่า การผลิตภัณฑ์ที่มีการผสมระหว่างน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำและน้ำนมถั่วเหลือง มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำและน้ำนมถั่วเหลืองเพียงชนิดเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำมีปริมาณสูงกว่าที่อัตราส่วนอื่น ๆ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีการผสมระหว่างน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำและน้ำนมถั่วเหลือง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าความเป็นกรด - ด่าง ของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกที่เตรียมจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองมีค่าระหว่าง 6.23±0.01 - 6.34±0.01 จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและผลการวิเคราะห์ทางด้านเคมีและกายภาพนำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป หากพิจารณาคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม สามารถเตรียมผลิตภัณฑ์โดยใช้อัตราส่วนน้ำข้าวกล้องงอกข้าวหอมแม่พญาทองดำและน้ำนมถั่วเหลือง ที่อัตราส่วน 100 : 0 80 : 20 60 : 40 และ 50 : 50 แต่หากพิจารณาลักษณะเนื้อสัมผัส สามารถเตรียมผลิตภัณฑ์โดยใช้อัตราส่วน 60 : 40 50 : 50 และ 40 : 60 เนื่องจากที่อัตราส่วน 100 : 0 และ 80 : 20 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับต่ำกว่าที่อัตราส่วนอื่นที่มีการผสมระหว่างน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำกับน้ำนมถั่วเหลือง สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและค่าความเป็นกรด - ด่าง ของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกที่เตรียมจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนที่อัตราส่วนต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการส่งเสริมการนำข้าวหอมแม่พญาทองดำมาใช้ประโยชน์ จึงเลือกเตรียมผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วน 60 : 40 ไปศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในขั้นตอนต่อไป

ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง

เตรียมผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวหอมแม่พญาทองดำงอกผสมน้ำนมถั่วเหลืองในอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ อัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องหอมแม่พญาทองดำงอกต่อน้ำนมถั่วเหลือง 60 : 40 มาแปร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปริมาณน้ำตาลที่เติมในระดับต่าง ๆ และนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสและวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีได้ผลการทดลองดังตาราง 5 และ 6

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 5 คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่ปริมาณน้ำตาลระดับต่าง ๆ

ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	5.40±2.59^{c}	5.40±2.03^{c}	5.57±2.24^{c}	3.97±2.58^{c}	5.03±2.08^{c}	4.37±2.53^{b}
2	6.07±1.86^{bc}	5.83±1.80^{bc}	6.27±1.74^{bc}	4.97±2.17^{b}	5.73±1.66^{bc}	5.00±2.32^{b}
4	6.43±2.05^{ab}	5.97±1.77^{bc}	6.07±1.82^{c}	5.90±2.02^{a}	5.80±1.85^{bc}	6.23±1.87^{a}
6	6.67±1.42^{ab}	6.47±1.72^{ab}	7.17±1.26^{a}	6.63±1.50^{a}	6.53±1.63^{ab}	6.63±1.43^{a}
8	6.73±1.76^{ab}	6.87±1.17^{a}	6.90±1.60^{ab}	6.70±1.62^{a}	6.77±1.94^{a}	6.40±1.61^{a}
10	7.10±1.47^{a}	6.97±1.25^{a}	7.13±1.87^{a}	6.27±2.30^{a}	5.83±2.04^{bc}	6.33±1.56^{a}

หมายเหตุ : อักษร abc ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากผลการทดลองในตาราง 5 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองในด้านลักษณะปรากฏ และสี สูงที่สุดเมื่อเติมน้ำตาลร้อยละ 10 สำหรับลักษณะปรากฏผลิตภัณฑ์ที่เติมน้ำตาลร้อยละ 10 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่เติมน้ำตาลร้อยละ 4 6 และ 8 ($p>0.05$) ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนต่ำสุดเมื่อไม่มีการใส่น้ำตาล (ร้อยละ 0) ส่วนสีการเติมน้ำตาลร้อยละ 10 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมน้ำตาลร้อยละ 6 และ 8 ($p>0.05$) ส่วนด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เมื่อมีการเติมน้ำตาลร้อยละ 6 8 และ 10 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าสูงกว่าเมื่อเติมน้ำตาลในระดับที่ต่ำกว่านี้ คือ ร้อยละ 0 2 และ 4 สำหรับด้านรสชาติ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองเมื่อเติมน้ำตาลที่ระดับร้อยละ 4 6 8 และ 10 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมน้ำตาล ($p\leq0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อเติมน้ำตาลร้อยละ 6 และ 8 สูงกว่าเมื่อเติมน้ำตาลระดับอื่น ๆ โดยการเติมที่ระดับร้อยละ 6 และ 8 โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่อย่างไรก็ตามการเติมน้ำตาลที่ปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 10 ไม่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบชิมในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส เนื่องจากมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในด้านความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนม ถั่วเหลือง เมื่อเติมน้ำตาลตั้งแต่ร้อยละ 4 6 8 และ 10 โดยมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การแปรปริมาณน้ำตาลที่ร้อยละ 0 2 4 6 8 และ 10 พบว่าที่ร้อยละ 6 8 และ 10 มีผลการยอมรับของผู้บริโภคในแต่ละคุณลักษณะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยคัดเลือกปริมาณน้ำตาลที่ร้อยละ 6 เป็นปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จากคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งคล้ายกับจากการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชสำเร็จรูปของสุนันทา วงศ์ปิยชน และวัชรี สุขวิวัฒน์ (2551 : 114 - 123) ที่มีการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่แปรน้ำตาลปริมาณ 6 8 10 12 และ 14 กรัมต่อน้ำร้อน 150 มิลลิลิตร พบว่าปริมาณที่เหมาะสม คือ 12 กรัม เพราะให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดในลักษณะรสชาติและความชอบโดยรวมเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale เมื่อนำมาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำตาลร้อยละอื่น ๆ พบว่า แปรปริมาณน้ำตาลร้อยละ 6 ให้ค่าสีของผลิตภัณฑ์ความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 9.07±0.11 ค่าความเป็นกรด - ด่าง 6.56±0.01 ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับแปรปริมาณน้ำตาลร้อยละ 4 และ 8 แตกต่าง

กับค่าความเป็นกรด - ด่าง ของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกผสมน้ำผักของพิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์ และบุณยกฤต รัตนพันธุ์ (2558 : 87 - 92) ที่ใช้สารให้ความหวานเป็นน้ำตาล ซอร์บิทอล และน้ำผึ้ง ที่มีความเป็นกรดอ่อน ๆ เกิดจากน้ำผักเป็นตัวแปร

เมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวหอมแม่พญาทองดำงอกผสมน้ำนมถั่วเหลืองมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพได้ผลดังตาราง 6

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 6 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่ระดับน้ำตาลต่าง ๆ

น้ำตาล (ร้อยละ)	สี			ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) เจือจาง 1 ต่อ 10	ค่าความเป็นกรด - ด่าง เจือจาง 1 ต่อ 10 (ns)
	L*	a*	b*		
0	49.97±0.06^{a}	1.47±0.06^{b}	2.33±0.25^{a}	2.10±0.10^{f}	6.60±0.02^{a}
2	49.20±0.10^{b}	1.83±0.06^{a}	2.07±0.06^{b}	5.07±0.12^{e}	6.61±0.01^{a}
4	45.50±0.10^{c}	0.60±0.00^{e}	0.33±0.06^{cd}	7.07±0.11^{d}	6.54±0.01^{cd}
6	45.23±0.06^{d}	0.73±0.06^{d}	0.37±0.15^{cd}	9.07±0.11^{c}	6.56±0.01^{bc}
8	43.87±0.15^{e}	0.83±0.06^{c}	0.50±0.00^{c}	12.00±0.01^{b}	6.57±0.01^{b}
10	43.97±0.06^{e}	0.90±0.00^{c}	0.20±0.00^{d}	14.00±0.01^{a}	6.54±0.00^{d}

หมายเหตุ : อักษร abc ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากผลการทดลองในตาราง 6 พบว่า ค่าความสว่าง ค่าสีแดงและค่าสีเหลือง ของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมน้ำตาลมีความสว่างและค่าสีเหลืองสูงที่สุด ส่วนค่าสีแดงพบว่าเมื่อเติมน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 2 ส่งผลให้มีค่าสีแดงสูงกว่าการเติมน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ที่ระดับอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเติมน้ำตาลในระดับที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด - ด่าง มีค่าระหว่าง 6.54±0.01 - 6.61±0.01 จากผลการทดลองจึงสามารถสรุปได้ว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง คือ น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วน 60 : 40 และสามารถเติมน้ำตาลที่ร้อยละ 6 นำสูตรที่ดีที่สุดมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบผงต่อไป

การศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบพ่นฝอยในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองผง

ผลิตผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องหอมแม่พญาทองดำงอกต่อน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตรส่วน 60 : 40 ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 6 เกลือร้อยละ 0.16 และคาราจีแนนร้อยละ 0.1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เติมมอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับต่าง ๆ และนำไปทำแห้งโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย และนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลดังตาราง 7

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 7 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ผงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง

มอลโตเด็กซ์ตริน	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
(ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
5	7.57±1.31^{ns}	7.57±0.94^{ab}	7.23±1.43^{ns}	7.63±1.10^{a}	7.43±1.48^{ns}	7.77±0.94^{a}
10	7.17±1.26	7.67±0.84^{a}	7.30±1.26	7.50±0.94^{a}	7.30±1.02	7.57±0.90^{a}
15	7.17±1.26	7.37±0.96^{b}	7.33±1.27	7.07±0.94^{b}	6.97±1.19	7.07±1.39^{b}

หมายเหตุ : อักษร ab ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของรายการในสดมภ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากผลการทดลองตาราง 7 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เมื่อเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 5 สูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับร้อยละ 10 และ 15 ด้านสีผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 สูงกว่าร้อยละ 5 และ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้านกลิ่นเมื่อเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 15 มากกว่าปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 โดยที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 5 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในด้านคุณลักษณะปรากฏ กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัส ส่วนสีที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 5 และ 15 ($p\leq0.05$) ด้านรสชาติและความชอบโดยรวมผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับเมื่อมีการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 15 โดยมีคะแนนความชอบลดลงเมื่อปริมาณของมอลโตเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้น

เมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบผงมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพได้ผลดังตาราง 8

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 8 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบผงที่มีการใช้ปริมาณปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับต่าง ๆ

มอลโตเด็กซ์ตริน (ร้อยละ)	สี			ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) เจือจาง 1 ต่อ 10	ค่าความเป็นกรด - ด่าง เจือจาง 1 ต่อ 10	แอนโทไซยานิน (มิลลิกรัมแอนโทไซยานินต่อวัตถุดิบ 100 กรัม)	ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Aw)	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าการละลาย (ร้อยละ)	ค่าการพองตัว (ร้อยละ)
	L*	**a***	**b***							
5	42.10±0.17^{a}	2.60±0.20^{a}	2.57±0.25^{a}	8.27±0.12^{b}	6.47±0.02^{a}	0.04±0.00^{b}	0.17±0.00^{b}	3.57±0.17^{c}	94.77±1.04^{b}	0.75±0.10^{b}
10	40.13±0.81^{b}	1.50±0.26^{b}	0.47±0.15^{b}	9.07±0.12^{a}	6.04±0.01^{b}	0.05±0.00^{a}	0.17±0.00^{ab}	4.05±0.36^{b}	96.44±0.53^{a}	0.97±0.14^{b}
15	39.20±1.15^{b}	1.03±0.21^{c}	0.33±0.21^{b}	9.27±0.12^{a}	6.03±0.01^{b}	0.04±0.00^{b}	0.18±0.00^{a}	5.09±0.09^{a}	97.88±0.51^{a}	1.93±0.38^{a}

หมายเหตุ : อักษร abc ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากผลการทดลองตาราง 8 พบว่า ค่าความสว่าง ค่าสีแดงและค่าสีเหลือง ลดลงเมื่อปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้น โดยค่าความสว่างและค่าสีเหลืองของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 15 ส่วนค่าสีแดงปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 5 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับร้อยละ 10 และ 15 ซึ่งสีแดงมีค่าลดลงเมื่อใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีเหลืองให้ผลไปในทางเดียวกัน คือ มีค่าลดลงเมื่อปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้น ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้น โดยมีค่า 9.27±0.12 โดยเมื่อเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 15 จะมีปริมาณของแข็งมากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 5 ค่าความเป็นกรด - ด่างที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 15 สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องผลของมอลโตเด็กซ์ตรินต่อคุณภาพมะนาวผงผลิตโดยกระบวนการทำแห้งแบบระเหิดของวันเพ็ญ สีหวงษ์ (2546 : 286 - 293) ที่พบว่าเมื่อเพิ่มร้อยละมอลโตเด็กซ์ตริน 15 20 25 30 35 และ 40 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นสีของมะนาวผงมีสีเหลืองอ่อนลง ความเป็นกรดลดลงเนื่องจากถูกเจือจางด้วยปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน ส่วนคุณค่าทางโภชนาการไม่มีความแตกต่าง ส่วนสารแอนโทไซยานินของผลิตภัณฑ์ผงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองสูงที่สุดที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน ร้อยละ 5 และ 15 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ความชื้น ค่าการละลาย และค่าการพองตัวมีค่าสูงที่สุดที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 15 โดยค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่ร้อยละ 10 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 5 และ 15 ค่าความชื้นที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 และ 15 ส่วนค่าการละลายเพิ่มขึ้นตามปริมาณร้อยละมอลโตเด็กซ์ตริน ที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน ร้อยละ 10 และ 15 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกับค่าการพองตัวของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองผงที่สูงขึ้นเมื่อร้อยละปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้น โดยปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 15 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 5 และสอดคล้องกับการศึกษาแป้งบุก การผลิต สมบัติบางประการ และการนำไปใช้ประโยชน์ของอดิศักดิ์ เอกโสวรรณ (2538 : 238 - 242) ที่กล่าวถึงการนำแป้งบุกมาละลายน้ำอนุภาคของแป้งจะดูดซับน้ำไว้ทำให้เกิดการพองตัวละลายผสมกับน้ำได้เร็ว

ตาราง 9 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบผง

คุณสมบัติ	ค่าที่ได้
สี	
L*	40.13±0.81
a*	1.50±0.26
b*	0.47±0.15
ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	9.07±0.12
ค่าความเป็นกรด – ด่าง	6.04±0.01
แอนโทไซยานิน	0.05±0.00
วอเตอร์แอคติวิตี้	0.17±0.00
ความชื้น	4.05±0.36
การละลาย	96.44±0.53
การพองตัว	0.97±0.14

จากตาราง 9 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบผง พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองรูปแบบผงมีปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 9.07±0.12 ค่าความเป็นกรด - ด่าง 6.04±0.01 ปริมาณแอนโทไซยานินต่อวัตถุดิบ 100 กรัม 0.05±0.00 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.17±0.00 ความชื้นร้อยละ 4.05±0.36 ค่าการละลายร้อยละ 96.44±0.53 และค่าการพองตัว 0.97±0.14 มีความเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นรูปแบบผง ถ้าหากนำมาใส่บรรจุภัณฑ์ปิดสนิท เช่น ซองฟอล์ย จะสามารถเก็บไว้ได้นานเนื่องจากมีปริมาณความชื้นต่ำ สามารถละลายได้ดี และเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมในระดับชอบปานกลาง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง คือ ผสมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำกับน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วน 60 : 40 และปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง คือ ปริมาณร้อยละ 6 ซึ่งผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง 45.23±0.06 ค่าสีแดง 0.73±0.06 ค่าสีเหลือง 0.37±0.15 ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 9.07±0.11 และค่าความเป็น กรด - ด่าง 6.56±0.01 (เจือจาง 1 ต่อ 10) มีคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ จากผู้ทดสอบชิมในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ส่วนการทำแห้งแบบพ่นฝอยพบว่า สามารถนำผลิตผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองมาทำเป็นรูปแบบผง โดยเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 ผลิตภัณฑ์รูปแบบผงมีปริมาณความชื้นต่ำ สามารถละลายได้ดี และเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมในระดับชอบปานกลาง

ข้อเสนอแนะ

1. ผลิตภัณฑ์นี้วัตถุดิบที่นำมาใช้จึงมีข้อจำกัด คือ ข้าวหอมแม่พญาทองดำปลูกเฉพาะพื้นที่บางพื้นที่ของจังหวัดจันทบุรี การนำไปใช้และต่อยอดจึงต้องมีการวางแผนและเตรียมความพร้อมด้านวัตถุดิบ

2. มีวัตถุดิบหลายชนิดที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ทดแทนหรือเป็นส่วนผสมเพิ่มเติม เช่น ข้าวสีม่วงต่าง ๆ ผลไม้ทั่วไปในท้องถิ่น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมการข้าว. (2555). **ข้าวลืมผัวมรดกของแผ่นดิน**. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. (2565). **องค์ความรู้เรื่องข้าว**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.library.ricethailand.go.th. 25 พฤษภาคม 2565.

กรมวิชาการเกษตร. (2549). **ข้าวพันธุ์หอมดำสุโขทัย 2**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.doa.go.th/pvp/images/stories/indexpp2518/AnnoDOA_nameplant/t86.pdf. 26 พฤษภาคม 2561.

_____. (2554). **ข้าวหอมแม่พญาทองดำ**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.doa.go.th/pvp/images/stories/indexpp2518/AnnoDOA_nameplant/t387. 26 พฤษภาคม 2561.

_____. (2563). **เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง**. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชพลังงานทดแทน.

กระทรวงสาธารณสุข. (2535). **ข.ข้าว กับ ต.คน ข้าวกล้อง โอชะของแผ่นดิน**. โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง. กรุงเทพฯ : เอดิสัน เพรส โพดักส์.

จุฑามาศ ถิระสาโรช และเฉลิมพล ถนอมวงค์. (2558). “การผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวหอมนิล,” **วารสารวิทยาศาสตร์ มข**. 43(3) : 395 - 402.

เฉลิมชล ช่างถม. (2557). “ข้าวหอมแม่พญาทองดำ ข้าวโบราณของชาวชอง เมืองจันทบูร,” **อู่ข้าว**. 3(27) : 28 - 31.

ชาญ มงคล. (2536). **ข้าว**. กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.

ดวงกมล ลีมจันทร์, วิษฐิดา จันทราพรชัย และวิชัย หฤทัยธนาสันติ์. (2551). “การสกัดแอนโทไซยานินจากข้าวเหนียวดำ,” ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร**. กรุงเทพฯ.

ทัดดาว ภายีผล, นิลาวรรณ อินจันทร์ และสลิลทิพย์ สุขมาก. (2560). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผสมน้ำมะม่วงสเตอริไลซ์**. ใน การประชุมวิชาการ “มหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย” ครั้งที่ 13.

นวลพรรณ นงค์เยาว์ และคณะ. (2557). “การวิเคราะห์องค์ประกอบแอนโทไซยานินในรำข้าวสี,” **วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. ฉบับที่ : 649 - 658.

นารีรัตน์ อนรรฆเมธี. (2553). **Natural Blue Coloring นวัตกรรมสีจากธรรมชาติ**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://fic.nfi.or.th/upload/innovation/media/9319.pdf. 21 พฤษภาคม 2563.

นิรนาม. (2018). **การบริโภคอาหารของคนไทยในยุคปัจจุบัน**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://www.honestdocs.co/food-consumption-in-thai. 26 เมษายน 2564.

ผาณิต รุจิรพิสิฐ, วิชชุดา สังข์แก้ว และเสาวนีย์ เอี้ยวสกุลรัตน์. (2555). "คุณค่าทางโภชนาการของข้าว 9 สายพันธุ์," **วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร**. 43(2 พิเศษ) : 173 - 176.

พิชญานิน เพชรล้อมทอง และปุณฑริกา รัตนตรัยวงศ์. (2557). น้ำตาลและสารให้ความหวานกับแนวทางการบริโภคในยุคปัจจุบัน. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**. 32(1) : 77 - 86.

พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์ และบุณยกฤต รัตนพันธุ์. (2558). การพัฒนาน้ำข้าวกล้องงอกผสมน้ำผักพร้อมดื่ม. ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5.

พิมพ์อร ศีตคุนรัตน์. (2552). **ข้าวกล้องงอกราชาแห่งข้าวสุดยอดอาหารเพื่อสุขภาพและความงาม**. กรุงเทพฯ : ศูนย์สนเทศทางการเกษตรแห่งชาติ ศูนย์ประสานงานสารนิเทศ สาขาเกษตรศาสตร์.

เพ็ญพิมพ์ มคะปุญโญ. (2553). **การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวกล้องหอมนิล.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (คหกรรมศาสตร์). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภคินี อัครเวสสะพงษ์ และคณะ. (5 - 7 มิถุนายน 2556). **ความสัมพันธ์ของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับปริมาณ Tocopherol และ Gamma aminobutyric acid (GABA) ในข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก**. ใน การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 30. กรุงเทพฯ.

มลศิริ วีโรทัย. (2546). **เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ**. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพ.

ยุพาพร ผลาขจรศักดิ์. (2547). **การสกัดและความคงตัวของแอนโทไซยานินส์ที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. วิทยาศาตรมหาบณัฑิต. (เทคโนโลยีอาหาร). นครปฐม : มหาวิทยาลัยศลิปากร.

วันเพ็ญ สีหวงษ์. (2546). **ผลของมอลโตเดรกซ์ทรินต่อคุณภาพมะนาวผงผลิตโดยกระบวนการทำแห้งแบบระเหิด**. ใน เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ.

สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. (2546). "แอนโทไซยานินสีสันเพื่อโลกสวย," **UPDATE**. 18(186) : 53 - 56.

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุโขทัย. (2560). **ถั่วเหลืองข้อมูลเพื่อการวางแผนสินค้าเกษตรจังหวัดสุโขทัย**. สุโขทัย : สำนักงานฯ.

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). **แอนโทไซยานิน**. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สิริธร คุณสารสมบัติ และอิสรีย์ อัครวรพิทักษ์. (2553). **การหาปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวกล้องงอก**. นครปฐม : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุนัน ปานสาคร และจตุรงค์ ลังกาพินธุ์. (2556). **ข้าวกล้องงอกทำง่าย ได้ประโยชน์สูง**. ปทุมธานี : สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สุนันทา ทองทา. (2554). **องค์ประกอบและคุณสมบัติของแป้งลูกเดือยเพื่อเป็นส่วนผสมอาหารเพื่อสุขภาพ**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/handle/123456789/5048. 26 เมษายน 2564.

สุนันทา วงศ์ปิยชน และวัชรี สุขวิวัฒน์. (2551). **การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้อง**. กรุงเทพฯ : กรมการข้าว สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. (2538). "แป้งบุก : การผลิต สมบัติบางประการ และการนำไปใช้ประโยชน์," **อาหาร**. 25(4) : 238 - 242.

โอภา วัชระคุปต์. (2550). **สารต้านอนุมูลอิสระ**. กรุงเทพฯ : นิวไทยมิตรการพิมพ์.

Andersen, O.M. and Markham, K.R., (2006). **Flavonoids Chemistry, Biochemistry and Applications**. Boca Raton, Fla. : CRC Press, Taylor and Francis.

AOAC. (2000). **Official Method of Analysis**. 17th Edition. Washington, D.C. : The Association of Official Chemists.

_____. (2005). **Official method of Analysis**. 18th Edition. Washington D.C. : Association of Officiating Analytical Chemists.

Escribano-Bailon M.T. and Santos-Buelga C. (2003). **Polyphenols Extraction from Foods**. Cambridge : Royal Society of Chemistry.

Kayahara, H., Tsukahara, K. (2000). **Flavor Health and Nutritional Quality of Pre-Germi nated Brown Rice**. Flavor health and nutritional quality of pre-germinated brown rice. In 10th international flavor conference, Paros, Greece. July 2000.

Lazze, M.C. and et al. (2004). "Anthocyanins Induce Cell Cycle Perturbations and Apoptosis in Different Human Celllines," **Carcinogenesis**. 25(8) : 1427 - 1433.

Mazza, G.J. (2007). "Anthocyanins and heart healty," **Ann Ist Super Sanita**. 43(4) : 369 - 374.

Shoichi, I. (2004). **Marketing of Value-added Rice Product in Japan : Germinated Brown Rice and Bread**. In FAO Rice Conference. Rome Italy.

Vergara, B.S. and S. K. De Datta. (1996). ***Oryza sativa* L.** In Grubben, Plant Resources of South–East Asia No. 10 : Cereals . PROSEA Foundation, Indonesia.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก

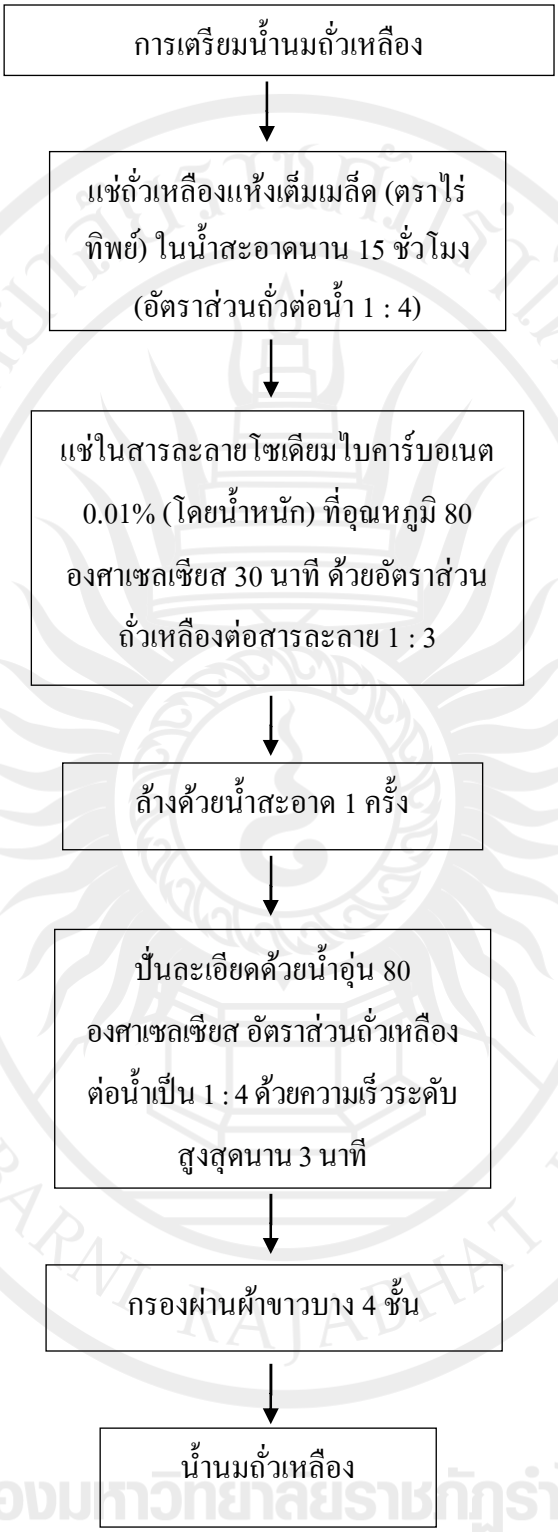
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ก
ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและการทดลอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพภาคผนวก 1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพภาคผนวก 2 ขั้นตอนการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

(จ)

(ช)

ภาพภาคผนวก 3 การเตรียมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำ (ก) ชั่งน้ำหนักข้าว (ข) แช่ข้าว (ค) บ่มที่อุณหภูมิห้อง (ง) ปั่นข้าว (จ)กรองด้วยผ้าขาวบาง (ช) น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพภาคผนวก 4 การเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง (ก) แช่เมล็ดถั่วเหลือง (ข) ปั่นละเอียด (ค) น้ำนมถั่วเหลือง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพภาคผนวก 5 การเตรียมผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลือง (ก) น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำและน้ำนมถั่วเหลือง (ข) ผสมอัตราส่วน (ค) ให้ความร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส (ง) ผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมแม่พญาทองดำผสมน้ำนมถั่วเหลืองพร้อมดื่ม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

(ก)

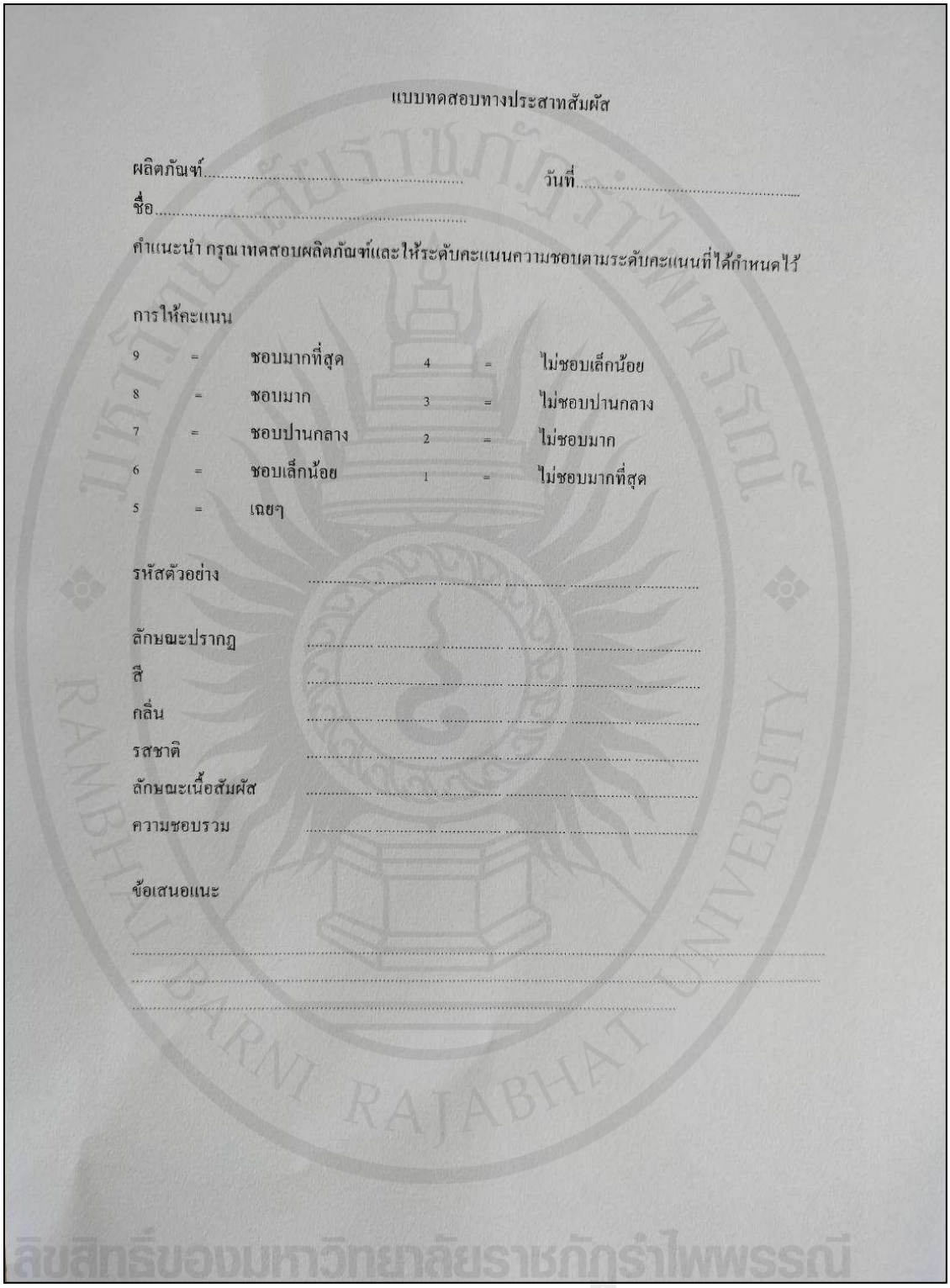
(ข)

(ค)

(ง)

ภาพภาคผนวก 6 ทดสอบทางประสาทสัมผัส (ก) ชี้แจงรายละเอียดก่อนทดสอบ (ข) - (ง) การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point Hedonic Scal

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์..... วันที่.....

ชื่อ.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์และให้ระดับคะแนนความชอบตามระดับคะแนนที่ได้กำหนดไว้

การให้คะแนน

9	=	ชอบมากที่สุด	4	=	ไม่ชอบเล็กน้อย
8	=	ชอบมาก	3	=	ไม่ชอบปานกลาง
7	=	ชอบปานกลาง	2	=	ไม่ชอบมาก
6	=	ชอบเล็กน้อย	1	=	ไม่ชอบมากที่สุด
5	=	เฉยๆ			

รหัสตัวอย่าง .....

ลักษณะปรากฏ .....

สี .....

กลิ่น .....

รสชาติ .....

ลักษณะเนื้อสัมผัส .....

ความชอบรวม .....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพภาคผนวก 7 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประวัติย่อผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวแสงมณี เกิดพงษ์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 27 หมู่ 1 ตำบลพลับพลา อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี 22000
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร/รับราชการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานเกษตรอำเภอโป่งน้ำร้อน อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2537	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านเด่นเหล็ก จังหวัดอุตรดิตถ์
พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านเด่นเหล็ก จังหวัดอุตรดิตถ์
พ.ศ. 2543	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนน้ำปาดชนูปถัมภ์ จังหวัดอุตรดิตถ์
พ.ศ. 2547	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
พ.ศ. 2565	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร) มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี