



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การพัฒนาข้าวสุกทนต่อการย่อยเอนไซม์เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารผู้สูงอายุ
ของชุมชนเกษตรกรรมแม่บ้านลาดบัวขาว จังหวัดราชบุรี

Development of cooked rice on resistant enzyme digestion for
food products aging society for Ladbuakhaw Subdistrict
Administrative Organization Ratchaburi

รหัสโครงการ 4708923

โดย

ธนภพ โสตรโยม
นพพร สกุลยืนยงสุข
สุเมภา เทิดขวัญชัย

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

เดือนกันยายน พ.ศ. 2568

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่ประชากรมากกว่าครึ่งโลกรับประทานเป็นอาหารหลัก ข้าวหอมมะลิเป็นข้าวที่มีค่าน้ำตาลสูงและวิธีการหุงข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าว ข้าวจึงเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อระดับน้ำตาลในเลือด ส่วนประกอบหลักใหญ่ๆ ของข้าว คือ สตาร์ช ซึ่งประกอบด้วย อะไมโลส และอะไมโลเพกติน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำตาลในเลือด จึงทำการศึกษากระบวนการหุงข้าวหอมมะลิเพื่อลดปริมาณน้ำตาล ด้วยวิธีการ DNS Method พบว่า การแช่ข้าวหอมมะลิเป็นเวลา 20 นาที ก่อนนำไปหุง จากการหุงข้าวหอมมะลิทั้ง 5 วิธี พบว่าการหุงข้าวหอมมะลิด้วยวิธีแช่ก่อนหุง ทำให้ปริมาณกลูโคสในข้าวหอมมะลิหุงสุกมีปริมาณน้อยที่สุดจากทั้งหมด 5 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) พบว่า การหุงข้าวกรรมวิธีที่ 2 แช่ก่อนหุงเป็นการหุงข้าวหอมมะลิที่ทำให้ปริมาณกลูโคสในข้าวหอมมะลิหุงสุกมีปริมาณน้อยที่สุดที่ 0.04 % จากทั้งหมด 5 วิธี เปรียบเทียบกับหม้อหุงข้าวลดปริมาณน้ำตาลที่มีปริมาณมากที่สุดและระยะเวลาในการหุงข้าวที่แตกต่างกัน จะมีค่าความแข็งลดลง และค่ามีความเหนียวเพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เพราะการแช่ก่อนหุงมีค่าความแข็ง 19.71 ± 0.73 (N) ค่าความเหนียว 92.14 ± 14.22 (N.s) เมื่อนำมาทำการเปรียบเทียบกับ หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) มีค่าความแข็ง 23.73 ± 2.60 (N) ค่าความเหนียว 88.61 ± 18.48 (N.s) จึงมีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบชิมข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล ให้คะแนนและการยอมรับกรรมวิธีแช่ก่อนหุงมากกว่ากรรมวิธีหม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) มากที่สุดในทุกด้าน

คำสำคัญ: ข้าวหอมมะลิ, DNS Method, การหุงข้าวหอมมะลิ

ABSTRACT

Rice is a carbohydrate food that more than half of the world's population eats as a staple food. Jasmine rice has a high glycemic index and the method of cooking is one factor that affects the carbohydrate content of the rice. Rice is therefore very important for blood sugar levels. The major constituent of rice is starch, which consists of amylose and amylopectin, which is the main factor that affects the amount of sugar in the blood. Therefore, the process of cooking jasmine rice to reduce glycemic index was studied by DNS method. It was found that soaking jasmine rice for 20 minutes before cooking. Soak before cooking. Thus, the amount of glucose in cooked jasmine rice was the lowest out of all 5 treatments with a statistically significant difference ($p \leq 0.05$). The jasmine that had the lowest amount of glucose in cooked jasmine rice was 0.04% out of 5 methods, compared to the highest amount of reduced sugar rice cooker. and different cooking time will have a lower hardness and the values have increased ductility were not significantly different ($p > 0.05$) because soaking before cooking had hardness 19.71 ± 0.73 (N), toughness 92.14 ± 14.22 (N.s) when compared with Normal rice cooker (hot) had hardness 23.73 ± 2.60 (N), toughness 88.61 ± 18.48 (N.s), so there was no significant difference ($p > 0.05$). senses found The testers tasted jasmine rice with reduced sugar content. The score and acceptance of the pre-soaking method were higher than the normal rice cooker (hot) method the most in all aspects.

Keyword: Jasmine rice, DNS Method, jasmine rice cooking

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้มอบโอกาส แรงบันดาลใจ และกำลังใจ ให้แก่ข้าพเจ้าในการศึกษาและดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วง ปริญญา และบุคลากรทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนความเมตตาและความเอื้อเฟื้ออันเป็นประโยชน์ยิ่ง

ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนร่วมทาง ที่คอยสนับสนุนทั้งกำลังกาย กำลังใจ และเป็นแรงผลักดันให้ข้าพเจ้ามีความมุ่งมั่นที่จะก้าวเดินไปข้างหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้มอบโอกาสในการทำวิจัย รวมถึงสภาพแวดล้อมอันเกื้อหนุน และความภาคภูมิใจในการเป็นส่วนหนึ่งของสถาบันอันทรงเกียรติแห่งนี้



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญแผนภูมิ	ซ
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การหุงข้าวหอมมะลิ	3
2.2 วัตถุดิบที่สำคัญในการหุงข้าวลดปริมาณน้ำตาล	3
2.3 ข้าวหอมมะลิ	7
2.4 นิยามและมาตรฐานของการหุงข้าวหอมมะลิ	11
2.5 การหุงข้าว	11
2.6 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลประเภทรีดิวซ์ (Reducing Sugar)	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	17
3.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง	17
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	17
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ทางกายภาพ	17
3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ทางเคมี	17
3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูล	18
3.6 วิธีการดำเนินงาน	19
3.7 สถานที่ในการดำเนินการทดลอง	25
3.8 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง	25
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล	27
4.1 ผลการศึกษากรรณวิธีในการหุงข้าวด้วยวิธีโดลดปริมาณน้ำตาลในข้าวได้มากที่สุด	27
4.2 ผลการศึกษากการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล	30
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	35
5.1 สรุปผล	35
5.2 ข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	41
ภาคผนวก ก กรรมวิธีการหุงข้าวและวิธีการทดลองหาปริมาณน้ำตาลในข้าวหอมมะลิ	42
ภาคผนวก ข วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	59
ภาคผนวก ค วิเคราะห์สมบัติทางเคมี	61
ประวัติผู้ศึกษา	77



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวหอมมะลิต่อปริมาณ 100 กรัม	9
3.1 กรรมวิธีการหุงข้าวหอมมะลิ	19
4.1 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในข้าวหอมมะลิหุงสุก	27
4.2 ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหอมมะลิที่หุงแตกต่างกัน	28
4.3 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของกรรมวิธีการหุงข้าวหอมมะลิ	29
4.4 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	30
4.5 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวหอมมะลิ	32
4.6 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้ข้าวหอมมะลิตบปริมาณน้ำตาล	33
ก.1 กรรมวิธีที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ	43
ก.2 กรรมวิธีที่ 2 แห่ก่อนหุง	46
ก.3 กรรมวิธีที่ 3 นึ่ง	49
ก.4 กรรมวิธีที่ 4 หม้อหุงข้าว (แช่แข็ง)	52
ก.5 กรรมวิธีที่ 5 หม้อหุงข้าวลดดัชนีน้ำตาล	56
ค.1 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำตาลกลูโคสแต่ละความเข้มข้น	64
ค.2 กราฟมาตรฐานกลูโคส	65
ค.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส และสารละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid	69
ค.4 การใส่สารละลายมาตรฐานกลูโคส	73
ค.5 การใส่น้ำกลั่น	74
ค.6 การใส่สารละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid	75

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
2.1 กรรมวิธีการหุงข้าว	12
3.1 กรรมวิธีที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน)	19
3.2 กรรมวิธีที่ 2 แห่ก่อนหุง	20
3.3 กรรมวิธีที่ 3 นึ่ง	21
3.4 กรรมวิธีที่ 4 หม้อหุงข้าว (แห่แห้ง)	22
3.5 กรรมวิธีที่ 5 หม้อหุงข้าวลดปริมาณดัชนีน้ำตาล	23
ก.1 กรรมวิธีที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ	45
ก.2 กรรมวิธีที่ 2 แห่ก่อนหุง	48
ก.3 กรรมวิธีที่ 3 นึ่ง	51
ก.4 กรรมวิธีที่ 4 หม้อหุงข้าว (แห่แห้ง)	55
ก.5 กรรมวิธีที่ 5 หม้อหุงข้าวลดปริมาณดัชนีน้ำตาล	58

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว	6
ข.1 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส	60
ค.1 กรรมวิธีการเตรียมตัวอย่างข้าวในการทดลอง	70
ค.2 กรรมวิธีการเตรียมสารละลายในการทดลอง	71
ค.3 กรรมวิธีการคนสารละลายในการทดลอง	71
ค.4 กรรมวิธีการทำการเจือจางสารละลายด้วยวิธีการ DNS Method	72
ค.5 กรรมวิธีการทำการเจือจางสารละลายด้วยวิธีการ DNS Method	72
ค.6 กรรมวิธีการทำการเจือจางสารละลายด้วยวิธีการ DNS Method	73
ค.7 กรรมวิธีการทำการเจือจางสารละลายด้วยวิธีการ DNS Method	74
ค.8 กรรมวิธีการเขย่าสาร	75
ค.9 การนำสารละลายที่เจือจางแล้วนำไปให้ความร้อนด้วยเครื่อง Hot plate	76
ค.10 การนำไปหาค่า DNS Method ด้วย เครื่อง UV-VIS spectrophotometer	76

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่ประชากรมากกว่าครึ่งโลกรับประทานเป็นอาหารหลัก และวิธีการหุงข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าว ข้าวจึงเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อระดับน้ำตาลในเลือด ส่วนประกอบหลักใหญ่ๆ ของข้าว คือ สตาร์ช (คาร์โบไฮเดรต) ซึ่งประกอบด้วย อะไมโลส และอะไมโลเพกติน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำตาลในเลือด (อุดมศักดิ์และคณะ, 2561) ในยุคที่คนไทยจะก้าวเข้าสู่การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็วในยุค digital ทำให้คนไทยป่วยเป็นเบาหวาน, มะเร็ง, โรคหัวใจ, ความดันโลหิต และโรคไตมากขึ้น ในปี 2015 ประชากรโลกกว่า 1,000 ล้านคนและคนไทยมากกว่า 4 ล้านคนเป็นผู้ป่วยเบาหวาน และมากกว่า 2 ล้านคนที่อยู่ในระยะเริ่มต้น ทำให้ต้องมีภาระค่ารักษาพยาบาลไม่ต่ำกว่า 46,000 ล้านบาทต่อปี สาเหตุที่สำคัญ คือ การบริโภคอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลสูง ซึ่งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต แป้ง และน้ำตาล “สูง” แต่มีเยื่อใยและสารต้านอนุมูลอิสระ “ต่ำ” เนื่องจากข้าวเป็นอาหารจานหลักของคนไทย ดังนั้นการพัฒนาพันธุ์ข้าวและผลิตภัณฑ์ให้มีดัชนีน้ำตาลต่ำ จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน

เบาหวานเป็นแล้วต้องใส่ใจเรื่องอาหารการกินอย่างมาก เพราะเมื่อตับผลิตอินซูลินได้น้อย การกินอาหารที่มากเกินไปในแต่ละมื้อ โดยเฉพาะอาหารที่ทำมาจากแป้งและน้ำตาล จะยิ่งสะสมในเลือดและมีโอกาสที่จะเกิดโรคแทรกซ้อนตามมาได้มากกว่าเดิมเนื่องจากข้าวขาวเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงเดี่ยว ส่วนข้าวไม่ขัดสีเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน ซึ่งคาร์โบไฮเดรตเชิงเดี่ยวจะเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลทันทีที่ให้น้ำตาลในแป้งออกมาสู่ร่างกายมากและไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้น้ำตาลในร่างกายสูงเร็วและไม่คงที่ โดยที่คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนจะให้น้ำตาลค่อยๆ ถูกปล่อยออกมาอย่างสม่ำเสมอ ไม่รวดเร็วจนเกินไป ทำให้ระดับน้ำตาลคงที่ เหมาะสำหรับคนเป็นเบาหวานเพราะเราต้องกินข้าวทุกวัน กลุ่มอาหารหลักที่ให้พลังงานสำหรับคนไทย คือ กลุ่มคาร์โบไฮเดรต ซึ่งได้แก่ ข้าว ผลิตภัณฑ์จากข้าว แป้งต่างๆ ขนมและผลไม้ รวมทั้งน้ำตาลด้วย โดยข้าวให้พลังงานมากกว่า 60 % ของพลังงานทั้งหมดที่ได้รับจากอาหาร ร่างกายจะนำคาร์โบไฮเดรต ไปใช้ได้ต้องถูก ย่อยให้เป็นน้ำตาลเสียก่อน หากคาร์โบไฮเดรตนั้นถูกย่อยเร็ว ก็จะได้น้ำตาลเร็ว ซึ่งการที่เซลล์จะนำน้ำตาลไปใช้เป็น พลังงานได้ดีนั้น จำเป็นต้องอาศัยฮอร์โมนอินซูลินซึ่งผลิตจากตับอ่อน ดังนั้นถ้า ในเลือดมีน้ำตาลขึ้นเร็ว ตับอ่อนก็ต้องผลิตอินซูลินได้เร็ว หากในเลือดมีน้ำตาล มากขึ้นก็ต้องใช้อินซูลินจำนวนมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ทำให้ตับอ่อนต้องทำงานหนักขึ้น การที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงอยู่เสมอจึงเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง โดยเฉพาะคนที่เป็นเบาหวาน เนื่องจากตับอ่อนทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควรจึงต้องหาวิธีหุงข้าวเพื่อลดปริมาณน้ำตาลในข้าว (ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว, ม.ป.ป.)

ข้าวหอมมะลิ มีปริมาณน้ำตาลสูงและเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน แต่ด้วยคนไทยยังติดในรสชาติที่หอมอร่อยก็ยังคงเป็นเรื่องยากที่หลายคนจะเปลี่ยนพฤติกรรมไปกินข้าวกล้อง และเรื่องที่ยากไปกว่านั้นคือลดปริมาณข้าวให้น้อยลงเพื่อลดความเสี่ยงในโรคหลอดเลือด โรคเบาหวาน และโรคอ้วน ฯลฯ (ปานเทพ, 2558) เพราะฉะนั้นจึงศึกษาวิธีการหุงข้าวเพื่อลดปริมาณน้ำตาลเพื่อช่วยลดปริมาณน้ำตาลในข้าวหอมมะลิหุงสุก เพื่อเอื้อแก่ผู้ป่วยโรคเบาหวาน ให้ทานข้าวหอมมะลิได้เหมือนเดิมแต่ปริมาณน้ำตาลลดลง

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาข้าวสุกทนต่อการย่อยเอนไซม์เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารผู้สูงอายุของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรรมแม่บ้านลาดบัวขาว จังหวัดราชบุรี โดยจะนำข้าวหอมมะลิตราฉัตร มาหุงในกรรมวิธีที่แตกต่างกัน โดยคาดหวังให้เป็นทางเลือกอีกหนึ่งทางเลือกในการบริโภคสำหรับกลุ่มคนที่เป็นโรคเบาหวาน หรือกลุ่มคนที่รักสุขภาพ โดยใช้ข้าวหอมมะลิที่สามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาดหรือห้างสรรพสินค้าทั่วไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษากกรรมวิธีในการหุงข้าวลดปริมาณน้ำตาล

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของการข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ข้าวหอมมะลิ ตราฉัตร จาก แมคโครสามเสน ถนนสามเสน แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

1.3.2 ศึกษาการลดปริมาณน้ำตาลในกระบวนการหุงข้าวหอมมะลิ ใช้วิธี DNS Method ในการวิเคราะห์หาปริมาณ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ข้าวหอมมะลิที่ปริมาณน้ำตาลลดลงจากการหุงข้าวด้วยวิธีแบบปกติ

1.4.2 เพื่อเป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป

1.4.3 เพื่อเป็นแนวทางใหม่ให้แก่ผู้บริโภคที่สนใจเกี่ยวกับการหุงข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การหุงข้าวหอมมะลิ

คนไทยรับประทานข้าวกันเป็นหลักในแทบทุกมื้ออาหาร การหุงข้าวที่ออกมาเรียงเม็ดสวยขึ้น หม้อ หอมนุ่มน่าทานเป็นศิลปะอย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญ อีกทั้งการหุงข้าวแต่ละชนิดก็มีรายละเอียดที่ต่างกันไปอีก ข้าวหอมมะลิ เป็นข้าวที่คนไทยคุ้นเคยเป็นอย่างดี มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยเอง โดยจุดเด่นของข้าวชนิดนี้อยู่ที่กลิ่นหอม มีคุณค่าทางอาหารมากมาย (Lucky Flame, 2565)

2.2 วัตถุดิบที่สำคัญในการหุงข้าวเพื่อลดปริมาณน้ำตาล

2.2.1 ข้าว (rice)

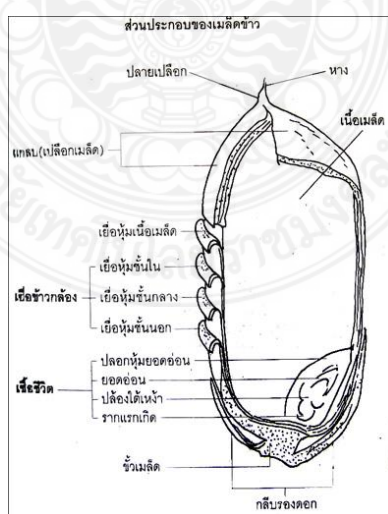
เป็นเมล็ดของพืชหญ้า *Oryza sativa* (ชื่อสามัญ: ข้าวเอเชีย) ที่พบมากในทวีปเอเชีย ข้าวเป็นธัญพืชซึ่งประชากรโลกบริโภคเป็นอาหารสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปเอเชีย จากข้อมูลเมื่อปี 2553 ข้าวเป็นธัญพืชซึ่งมีการปลูกมากที่สุดเป็นอันดับสามทั่วโลก รองจากข้าวสาลีและข้าวโพด ข้าวเป็นธัญพืชสำคัญที่สุดในด้านโภชนาการและการได้รับแคลลอรี่ ของมนุษย์ เพราะข้าวโพดส่วนใหญ่ปลูกเพื่อจุดประสงค์อื่น มิใช่ให้มนุษย์บริโภค ทั้งนี้ ข้าวคิดเป็นพลังงานกว่าหนึ่งในห้าที่มนุษย์ทั่วโลกบริโภคหลักฐานพันธุศาสตร์แสดงว่าข้าวมาจากการนำมาปลูกเมื่อราว 8,200–13,500 ปีก่อน ในภูมิภาคหุบแม่น้ำจูเจียงของจีน ก่อนหน้านั้น หลักฐานโบราณคดีเสนอว่า ข้าวมีการนำมาปลูกในเขตหุบแม่น้ำแยงซีในจีน ข้าวแพร่กระจายจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไปยังเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้ ข้าวถูกนำมาয়ทวีปยุโรปผ่านเอเชียตะวันตก และทวีปอเมริกาผ่านการยึดอาณานิคมของยุโรปปกติ การปลูกข้าวเป็นแบบปีต่อปี ทว่าในเขตร้อน ข้าวสามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้หลายปีและสามารถไถดอ (ratoon) ได้นานถึง 30 ปี ต้นข้าวสามารถโตได้ถึง 1–1.8 เมตร ขึ้นอยู่กับพันธุ์และความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นหลัก มีใบเรียวยาว 50-100 เซนติเมตร และกว้าง 2-2.5 เซนติเมตร ช่อดอกห้อยยาวประมาณ 30-50 เซนติเมตร เมล็ดกินได้เป็นผลธัญพืชยาว 5-12 มิลลิเมตร และหนา 2-3 มิลลิเมตร การเตรียมดินสำหรับเพาะปลูกข้าวเหมาะสมกับประเทศและภูมิภาคที่ค่าแรงต่ำและฝนตกมาก เนื่องจากมันใช้แรงงานมากที่จะเตรียมดินและต้องการน้ำเพียงพอ อย่างไรก็ตาม ข้าวสามารถไถได้เกือบทุกที่ แม้บนเนินชันหรือเขตภูเขาที่ใช้ระบบควบคุมน้ำแบบขั้นบันได ร้อยปีของการค้าขายและการส่งออกทำให้มันสามัญในหลายวัฒนธรรมทั่วโลก วิธีแบบดั้งเดิมสำหรับเตรียมดินสำหรับข้าวคือทำให้น้ำท่วมแปลงหรือหลังจากการตั้งของต้นกล้าอายุน้อย วิธีเรียบง่ายนี้ต้องการการวางแผนที่แข็งแรงและการให้บริการของเขื่อนและร่องน้ำ แต่ลดพัฒนาการของเมล็ดที่ไม่ค่อยแข็งแรงและวัชพืชที่ไม่มีภาวะเติบโตขณะจมน้ำ และยับยั้งศัตรูพืช ขณะที่การทำให้น้ำท่วมไม่จำเป็นสำหรับการเตรียมดินสำหรับเพาะปลูกข้าว วิธีทั้งหมดในการชลประทานต้องการความพยายามสูงกว่าในการควบคุมวัชพืชและศัตรูพืชระหว่างช่วงเวลาการเจริญเติบโตและวิธีที่แตกต่างสำหรับใส่ปุ๋ยลงดิน เมล็ดข้าวเจ้า

ประกอบด้วยแป้งอะไมโลส (Amylose) ประมาณ 15-30 % แบ่งตามนิเวศน์การปลูก จะแบ่งได้ประมาณ 7 ประเภท คือข้าวนาสวน ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังหรือกักเก็บน้ำได้ระดับน้ำลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร ข้าวนาสวนมีปลูกทุกภาคของประเทศไทย แบ่งออกเป็น ข้าวนาสวนน่าน้ำฝน และข้าวนาสวนนาชลประทาน ข้าวนาสวนน่าน้ำฝน ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปี และอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การกระจายตัวของฝน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาฝนประมาณ 70 % ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด ข้าวนาสวนนาชลประทาน ข้าวที่ปลูกได้ตลอดทั้งปีในนาที่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ โดยอาศัยน้ำจากการชลประทาน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทาน 24 % ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด และพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลาง ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำท่วมขังในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าว มีระดับน้ำลึกตั้งแต่ 1-5 เมตร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 เดือน ลักษณะพิเศษของข้าวขึ้นน้ำคือ มีความสามารถในการยืดปล้อง (internode elongation ability) การแตกแขนงและรากที่ข้อเหนือผิวดิน (upper nodal tillering and rooting ability) และการชูรวง (kneeing ability) ข้าวน้ำลึก ข้าวที่ปลูกในพื้นที่น้ำลึก ระดับน้ำในนามากกว่า 50 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 100 เซนติเมตร ข้าวไร่ ข้าวที่ปลูกในที่ดอนหรือในสภาพไร่ บริเวณไหล่เขาหรือพื้นที่ซึ่งไม่มีน้ำขัง ไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ ข้าวนาที่สูง ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังบนที่สูงตั้งแต่ 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไป พันธุ์ข้าวนาที่สูงต้องมีความสามารถทนทานอากาศหนาวเย็นได้ดี ประเภทของข้าวหลายประเภท สำหรับหลายจุดประสงค์ถูกจำแนกเป็นข้าวเมล็ด ยาว กลาง สั้น เมล็ดของข้าวเมล็ดยาวหอม(อะไมโลสสูง) มีแนวโน้มว่าจะคงสภาพหลังจากหุงข้าวเมล็ดปานกลาง (อะไมโลเพคตินสูง) จะเหนียวมากขึ้น บางประเภทของข้าวเมล็ดยาวมีอะไมโลเพคตินสูง การล้างข้าวก่อนหุงหรือไม่ก็ตามขึ้นอยู่กับที่ที่ข้าวถูกผลิต ข้าวที่ผลิตในสหรัฐอเมริกาส่วนมากถูกเพิ่มวิตามินและแร่ธาตุ ซึ่งทำให้ข้าวดูเหมือนว่าเป็นผงข้าวสหรัฐอเมริกา มักถูกตีตป้ายว่า "ถูกเสริมคุณค่า" ถ้าคุณล้างข้าวหลังจากนั้นคุณเสียคุณค่าทางอาหารเหล่านี้ไป ข้าวอินเดียมักไม่ถูกเพิ่มสารอาหาร ดังนั้นการชำระล้างดีสำหรับการเอาแป้งออก ในญี่ปุ่น พวกเขาล้างจนกระทั่งน้ำใสและกล่าวว่าการทำงานนี้ช่วยการหุงข้าวให้สม่ำเสมอขึ้นและรสชาติขึ้น เมื่อข้าวถูกล้างมันอาจจะถูกล้างซ้ำ หรือแช่เป็นเวลา 20 นาที การแช่ยังลดเวลาหุง ประหยัดเชื้อเพลิง ทำให้ลดการสัมผัสกับอนุมูลสูงให้น้อยที่สุดและดังนั้นลดความเหนียวของข้าว สำหรับบางพันธุ์ การแช่ปรับปรุงความรู้สึกที่สัมผัสของข้าวหุงสุกโดยการเพิ่มการขยายเมล็ด ยกตัวอย่างเช่น วิธีที่เหนือกว่าทางคุณค่าทางอาหารสำหรับการเตรียมข้าวกล้องรู้จักในฐานะข้าวกาบาหรือจีปีอาร์ (germinated brown rice) อาจถูกใช้ นี้เกี่ยวข้องกับการแช่ข้าวกล้องที่ล้างแล้วเป็นเวลา 20 ชั่วโมงในน้ำอุ่น (38 °C หรือ 100 °F) ก่อนที่จะหุงมัน นี้กระตุ้นการงอกซึ่งกระตุ้นเอนไซม์ต่าง ๆ ในข้าว โดยวิธีการนี้ ผลของการวิจัยที่ถูกดำเนินการสำหรับปีสากลแห่งข้าวสหประชาชาติมันเป็นไปได้ที่จะได้รับรูปโครงสร้างของกรดอะมิโนที่ครบถ้วนมากขึ้น รวมถึงกาบา ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรกว่าครึ่งโลก ข้าวคือพลังงานหลักของประชากรมากกว่า 17 ประเทศในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก 9 ประเทศในทวีปอเมริกาเหนือและใต้ และ 8 ประเทศ ในทวีปแอฟริกา 20 % ของแหล่งพลังงานประชากรโลกเป็นข้าว 19 % และ 5 % เป็นข้าวสาลีและข้าวโพด การวิเคราะห์รายละเอียดของปริมาณสารอาหารของข้าวที่แสดงให้เห็นว่าคุณค่าทางโภชนาการของข้าวแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ โดยขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าวที่อยู่ระหว่างสีขาว, สีน้ำตาล, สีแดง และสีดำ (หรือสีม่วง) พันธุ์ข้าวแต่ละพื้นที่แพร่หลายในส่วนต่างๆของโลก นอกจากนี้คุณภาพ

ของสารอาหารข้าวจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ปลูกข้าว และวิธีการแปรรูปข้าวพร้อมก่อนที่จะบริโภค (ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว, ม.ป.ป.)

2.2.1.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าวเป็นผลชนิด caryopsis เนื่องจากส่วนที่เป็นเมล็ดเดี่ยว (single seed) ติดแน่นอยู่กับผนังของรังไข่หรือเยื่อหุ้มผล (pericarp) เมล็ดข้าวประกอบด้วยส่วนใหญ่อัน 2 ส่วน คือ 2 ส่วนที่ห่อหุ้ม เรียกว่า แกลบ (hull หรือ husk) ประกอบด้วย เปลือกใหญ่ (lemma) เปลือกเล็ก (palea) หาง (awn) ชั่วเมล็ด (rachilla) และกลีบรองเมล็ด (sterile lemmas) เยื่อหุ้มผล (pericarp) หรือ fruit coat ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้นด้วยกัน คือ epicarp mesocarp และ endocarp ซึ่งส่วนเยื่อหุ้มผลมีลักษณะเป็น fibrous ผนังเซลล์จะประกอบด้วย โปรตีน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส เยื่อหุ้มเมล็ด (tegmen หรือ seed coat) อยู่ถัดจาก pericarp เข้าไปประกอบด้วย เนื้อเยื่อสองชั้น เรียงกันเป็นแถวเป็นที่อยู่ของสารประเภทไขมัน (fatty material) เยื่อแอลิวโรน (aleurone) อยู่ต่อจาก tegmen ห่อหุ้ม ข้าวสาร (starchy endosperm) และคัพภะ (embryo) ชั้นแอลิวโรนมีโปรตีนสูง นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยไขมัน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ส่วนที่เป็นแป้ง (starch endosperm) หรือส่วนที่เป็นข้าวสารอยู่ชั้นในสุดของเมล็ด ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่และมีโปรตีนอยู่บ้าง แป้งในเมล็ดข้าวมี 2 ชนิด คือ อะไมโลเปคติน ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของ D-glucose ที่ต่อกันเป็น branch chain และอะไมโลสซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของ D-glucose ที่ต่อกันเป็น linear chain สำหรับส่วนประกอบของแป้งทั้ง 2 ชนิด มีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามชนิดข้าว ในข้าวเหนียวจะมีอะไมโลสอยู่ประมาณ 0-2 % ส่วนที่เหลือเป็นอะไมโลเพคติน ข้าวเจ้ามีอะไมโลสมากกว่า คือ ประมาณ 7 - 33 %ของน้ำหนักข้าวสาร คัพภะ (embryo) อยู่ติดกับ endosperm ทางด้าน lemma เป็นส่วนที่จะเจริญ เป็นต้นต่อไป embryo ประกอบด้วยต้นอ่อน (plumule) รากอ่อน (radicle) เยื่อหุ้มต้นอ่อน (coleoptile) เยื่อหุ้มรากอ่อน (coleorhiza) ท่อน้ำท่ออาหาร (epiblast) และใบเลี้ยง (scutellum) คัพภะเป็นส่วนที่มีโปรตีนและไขมันสูง



ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

ที่มา : somsak (2538)

2.2.1.2 การเกิดรีโทรเกรเดชัน

เมื่อแป้งได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่เกิดเจลลาติในเซชันแล้วให้ความร้อนต่อไป จะทำให้เม็ดของแป้งพองตัวเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่มีการพองตัวเต็มที่ และจะสามารถแตกออกในที่สุดและ โมเลกุลของอะไมโลสขนาดเล็กจะกระจายตัวออกมาจากเม็ดแป้งมีผลให้ความหนืดลดลง และเมื่อทำการปล่อยให้เย็นตัวลงจะจัดเรียงตัวเป็นโครงร่างแหสามมิติขึ้น โมเลกุลของอะไมโลสที่ออกมาจากเม็ดแป้งที่อยู่ใกล้กันจะเข้ามาเรียงตัวใกล้ๆ กันและเกาะเกี่ยวกันเองและจะทำให้เกิดพันธะไฮโดรเจนขึ้นระหว่างโมเลกุล ได้ลักษณะโครงร่างใหม่ที่สามารถอุ้มน้ำ ส่วนที่เป็นอิสระไม่ถูกดูดซึมโดยเม็ดแป้งไว้ได้อีกจึงทำให้กลับมีความข้นหนืดที่คงตัวมากขึ้นเป็นลักษณะเจล แต่ถ้าเป็นส่วนผสมที่มีแป้งที่มีความเข้มข้นต่ำมากจะไม่เกิดเจล แต่จะรวมตัวกันตกตะกอน (precipitate) การเกิดเจลของแป้งสุก และเมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำลงอีกและตั้งทิ้งไว้นานขึ้นลักษณะการเรียงตัวกันเป็นโครงร่างดังกล่าวยิ่งแน่นมากขึ้นทำให้โมเลกุลอิสระของน้ำที่อยู่ภายในถูกบีบออกมานอกเจล (syneresis) และเจลมีลักษณะขาวขุ่นไม่สามารถรักษาความหนืดไว้ได้ในสภาวะดังกล่าว ซึ่งการเกิดรีโทรเกรเดชันหรือการคืนตัวโดยปัจจัยที่มีผลต่อการคืนตัว ได้แก่ ความเข้มข้นของแป้ง อุณหภูมิ ความเป็นกรดต่างของ ปริมาณขนาดอะไมโลสและอะไมโลเพกติน รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ ในแป้งการเกิดการคืนตัวอาจเป็นผลดีหรือผลเสียก็ได้ขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2546)

2.2.1.3 อะไมโลเพกทิน

อะไมโลเพกทิน คือ พอลิแซ็กคาไรด์ ประเภทโฮโมพอลิแซ็กคาไรด์ (homopolysaccharide) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเม็ดสตาร์ช (starch granule) เป็นพอลิเมอร์ของ น้ำตาลกลูโคส (glucose) ที่จัดเรียงตัวเป็นสายตรงและสายแขนง โดยพันธะไกลโคไซด์ สองแบบ คือ ส่วนที่เป็นพันธะสายตรง เป็นพันธะ ชนิดแอลฟา-1-4 เหมือนกับอะไมโลส (amylose) และส่วนที่เป็นสายแขนงจะเชื่อมต่อด้วยพันธะแอลฟา-1-6 (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.)

2.2.2 น้ำ

คุณภาพของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการหุงข้าว บางแหล่งอาจจะใช้น้ำบาดาลหรือน้ำฝน เป็นสาเหตุของการเสีย เนื่องจากน้ำสะอาดไม่เพียงพอ น้ำมีผลต่อเนื้อสัมผัส

2.3 ข้าวหอมมะลิ

2.3.1 ประวัติการปลูกข้าวหอมมะลิ

ข้าวหอมมะลิข้าวหอมมะลิ (Thai jasmine rice) เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยข้าวพื้นเมือง คือต้นกำเนิดของ ข้าวหอมมะลิ เป็นข้าวสายพันธุ์บริสุทธิ์ที่เหมาะสมกับการปลูกในแต่ละพื้นที่ มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง ทนต่อโรคและแมลงตามธรรมชาติ โดยแต่ละพันธุ์สามารถปลูกได้ดีในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเช่น ข้าวไร่ ข้าวนาฉ่ำฝน ข้าวนาชลประทาน เป็นต้น การปลูกข้าวพื้นเมืองสามารถปลูกได้ด้วยวิธีเกษตรอินทรีย์ ทำให้ผลผลิตที่ได้มีความปลอดภัยสูง ในขณะที่ยังให้ผลผลิตในปริมาณมาก นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิจัยพบว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองนั้นมีความคุ้มค่าทางโภชนาการสูงกว่าพันธุ์ข้าวทั่วไปหลายเท่าในปัจจุบันข้าวหอมมะลิที่วางขายอยู่ในตลาดนั้นส่วนใหญ่จะเป็นข้าวที่ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์มาแล้วทั้งสิ้น ซึ่งการพัฒนาสายพันธุ์มีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพข้าวให้ดีขึ้น มีผลผลิตมากขึ้น โดยต้นกำเนิดของข้าวเหล่านั้นล้วนได้มาจากการนำข้าวพันธุ์พื้นเมืองมาผสมระหว่างกันหรือนำข้าวนั้นไปผ่านกระบวนการบางอย่างเพื่อให้เกิดการกลาย

พันธุ์จันเป็นข้าวพันธุ์ใหม่ขึ้นมา สำหรับประเทศไทยแล้วข้าวหอมมะลิ ถือว่าเป็นสุดยอดของข้าวและกำลังเป็นที่ต้องการของผู้นิยมบริโภคข้าวทั่วโลกในชื่อ Jasmine Rice ข้าวหอมมะลียังมีคุณประโยชน์ต่อร่างกายอีกมากมายด้วยวิตามินบี 1 ที่ช่วยให้ร่างกายได้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต และยังมีส่วนช่วยในการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อวิตามินบี 2 และ ไนอะซิน หรือวิตามินบี 3 มีส่วนช่วยให้ร่างกายได้รับพลังงานจากคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน นอกจากนี้ วิตามินบี 3 ยังช่วยให้เยื่อบุทางเดินอาหารและผิวหนังอยู่ในสภาพปกติอีกด้วยแคลเซียม และ ฟอสฟอรัส ที่มีส่วนช่วยในกระบวนการสร้างกระดูกและฟันที่แข็งแรง

2.3.2 แหล่งที่มาของการปลูกข้าวหอมมะลิ

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิที่มีคุณภาพที่ดีที่สุด ซึ่งแหล่งเพาะปลูกสำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ทุ่งกุลาร้องไห้)

2.3.3 ลักษณะประจำพันธุ์

สีข้าวมีความใสนํารับประทาน เม็ดขาวเรียวยาว ไม่แตกหัก หุงสุกแล้วมีความนุ่มมียางขาว มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์เด่นชัดที่ไม่มีใครเหมือน

โดยแบ่งชื่อตามหลักทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์	:	Oryza sativa L.
ชื่อสามัญ	:	Jasmine Rice
ชื่อภาษาไทย	:	ภาคกลาง เรียกว่า ข้าวหอมมะลิ

2.3.4 ชนิดของข้าว

ข้าวพื้นเมือง คือต้นกำเนิดของ ข้าวหอมมะลิ เป็นข้าวสายพันธุ์บริสุทธิ์ที่เหมาะสมกับการปลูกในแต่ละพื้นที่ มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง ทนต่อโรคและแมลงตามธรรมชาติ โดยแต่ละพันธุ์สามารถปลูกได้ดีในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเช่น ข้าวไร่ ข้าวนาข้าวไร่ ข้าวนาชลประทาน เป็นต้น การปลูกข้าวพื้นเมืองสามารถปลูกได้ด้วยวิธีเกษตรอินทรีย์ ทำให้ผลผลิตที่ได้มีความปลอดภัยสูง ในขณะที่ยังให้ผลผลิตในปริมาณมาก นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิจัยพบว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองนั้นมีความต้านทานโรคสูงกว่าพันธุ์ข้าวทั่วไปหลายเท่า เมื่อข้าวสุกจะหอมนุ่ม จะมีอะไมโลส 14 - 17 % มีสารอาหารและประโยชน์มากกว่าข้าวหอมมะลิขาว สารที่ช่วยในเรื่องของการเจริญอาหาร มีอนุโมลอิสระจะช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ไม่ให้แก่ก่อนวัย ในปัจจุบันข้าวหอมมะลิที่วางขายอยู่ในตลาดนั้นส่วนใหญ่จะเป็นข้าวที่ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์มาแล้วทั้งสิ้น ซึ่งการพัฒนาสายพันธุ์มีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพข้าวให้ดีขึ้น มีผลผลิตมากขึ้น โดยต้นกำเนิดของข้าวเหล่านั้นล้วนได้มาจากการนำข้าวพันธุ์พื้นเมืองมาผสมระหว่างกันหรือนำข้าวพันธุ์พื้นเมืองไปผ่านกระบวนการบางอย่างเพื่อให้เกิดการกลายพันธุ์จนเป็นข้าวพันธุ์ใหม่ขึ้นมา

2.3.4.1 ข้าวขาวดอกมะลิ เป็นข้าวพื้นเมืองที่จะพบมากใน อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา เมล็ดเรียวยาวสวยงาม มีสีขาวหรือครีมอ่อนๆ คุณภาพการสีดี เมื่อขัดสีแล้วจะได้เมล็ดข้าวสารใส คุณภาพการหุงต้มดี มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน เวลาเคี้ยวเมล็ดข้าวจะมีความนุ่มหอมอร่อย

2.3.4.2 ข้าวมะลิแดง จะมีเปลือกข้าวสีขาว เมล็ดข้าวมีสีแดง ยาวเรียวยาว เยื่อหุ้มเมล็ดสีน้ำตาลแดงเข้ม มีเบต้าแคโรทีนสูง มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำเหมาะสม

สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เมื่อหุงแล้วจะได้เนื้อข้าวร่วน ให้รสสัมผัสคล้ายข้าวหอมมะลิมีความอ่อนนุ่มแต่เคี้ยวดีกว่าและมีกลิ่นหอม

2.3.4.3 ข้าวมะลิดำ จะมีเปลือกสีดำ ข้าวกล้องสีม่วงดำ เมล็ดยาวเรียวยาว มีท้องไข่น้อย เมื่อขัดสีแล้วได้ข้าวเต็มเมล็ด มีธาตุเหล็กสูง มีวิตามินอี มีสารต้านอนุมูลอิสระพวกฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ มีสรรพคุณทางยา เมื่อหุงเป็นข้าวสวยจะมีความเหนียว นุ่ม มีกลิ่นหอม เหมาะสำหรับกลุ่มผู้บริโภคข้าวเพื่อสุขภาพ

2.3.4.4 ข้าวหอมใบเตย ข้าวหอมมะลิพันธุ์ไทยโบราณจากจังหวัดลำปาง จัดเป็นข้าวนาข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์บริสุทธิ์ เปลือกเมล็ดสีฟาง เมล็ดข้าวกล้องยาว รูปร่างเรียวยาว มีท้องไข่น้อย มีรสชาติอร่อย อ่อนนุ่มกำลังดี และมีกลิ่นหอม

2.3.4.5 ข้าวหอมพันธุ์ล้านนา เมล็ดของข้าวจะมีขนาดใหญ่และยาวกว่า มีโภชนาการสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น มีคาร์โบไฮเดรตต่ำ เหมาะสำหรับคนรักสุขภาพ มีสารแอนโทไซยานินต่อต้านอนุมูลอิสระ ข้าวพันธุ์นี้จัดได้ว่าเป็นข้าวที่อร่อยที่สุดในภาคเหนือสายพันธุ์หนึ่ง เมื่อหุงสุกจะมีกลิ่นหอมมากกว่าข้าวทั่วไป มีรสสัมผัสที่นุ่มนวล มีกลิ่นหอม มีรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว

2.3.4.6 ข้าวดอกมะขาม เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองแถบอีสานใต้ ปลูกมากที่จังหวัดสุรินทร์ เปลือกข้าวมีสีเหลืองทองเหมือนดอกมะขาม เมล็ดยาว เมล็ดข้าวกล้องมีสีน้ำตาลอมเขียว มีกาบสูง และมีโปรตีน วิตามินบี บำรุงเลือด ป้องกันโรคเหน็บชา เมื่อหุงสุกมีความนุ่ม มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ เคี้ยวอร่อยรสชาติดี

2.3.4.7 ข้าวดอกข่าหรือข้าวไร่ดอกข่า เป็นพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองเฉพาะถิ่นที่มีแหล่งปลูกดั้งเดิม อยู่ในจังหวัดพังงา มีความต้านทานต่อโรคสูง เมล็ดยาว สีของเมล็ดข้าวสารมีสีน้ำตาลแดงอมม่วง มีกรดไขมันโอเมก้า 9 ช่วยลดคอเลสเตอรอล ลดไตรกลีเซอไรด์ มีสารต้านอนุมูลอิสระ ธาตุเหล็ก บำรุงเลือด วิตามินบี ช่วยบำรุงระบบประสาทและสมอง มีแคลเซียมสูงช่วยบำรุงกระดูก ฟันและเล็บ เมื่อหุงสุกจะมีกลิ่นหอม คล้ายกลิ่นใบเตย หุงขึ้นหม้อ ไม่แข็ง รสชาติอร่อย

2.3.4.8 ข้าวนางมลหอม เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ข้าวกล้องสีขาว เมล็ดเรียวยาว มีท้องไข่น้อย เป็นพันธุ์ข้าวที่มีโมลิสปานกลาง เมื่อหุงสุกจะมีความร่วน หุงขึ้นหม้อ มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ข้าวชนิดนี้มีน้ำมันหอมระเหย ไม่ควรเก็บไว้นานจะทำให้มีกลิ่นเหม็นหืนได้

2.3.4.9 ข้าวมะลิโกเมนสุรินทร์ มีเปลือกเมล็ดมีสีฟาง เมล็ดเรียวยาว 96% โมลิสต่ำ ข้าวสารใส มีสารประกอบฟีนอลิกในเมล็ดค่อนข้างสูง มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็ง ลดความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจ เส้นเลือดอุดตันในสมอง คุณภาพในการหุงต้ม เป็นข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกอ่อน ข้าวสุกเหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอม

2.3.4.10 ข้าวหอมดง เป็นพันธุ์ข้าวเก่าแก่ของคนเชื้อสายอัญญา เป็นพันธุ์ข้าวกึ่งไร่กึ่งนา ปลูกในพื้นที่ราบสูงเนินเขาแถบจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมาและเพชรบูรณ์ เปลือกทอง เมล็ดอ้วนสั้น ข้าวสารเมล็ดสีขาวใส เมื่อหุงสุกจะมีความอ่อนนุ่ม มีกลิ่นหอมสดชื่นคล้ายดอกมะลิ (writer, 2564)

2.3.5 สรรพคุณของข้าวหอมมะลิ

2.3.5.1 สาร Gamma-Orzanol ช่วยลดระดับไขมันคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด ทำให้อวัยวะสำคัญต่างๆ เช่น ตับ หัวใจ สมอง ตับอ่อน และอื่นๆ มีเลือดไปเลี้ยงมากขึ้น และทำให้อวัยวะที่เสื่อมสภาพให้กลับฟื้นตัว และทำงานได้อีกครั้ง

- 2.3.5.2 ช่วยลดระดับของ แอล ดี แอล (LDL) คอเลสเตอรอล ซึ่งก่อให้เกิดโทษต่อร่างกาย
- 2.3.5.3 ช่วยเพิ่มระดับของ เอช ดี แอล (HDL) คอเลสเตอรอล ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย
- 2.3.5.4 ช่วยลดระดับไขมันไตรกรีเซอไรด์ (Triglyceride) ในเส้นเลือด
- 2.3.5.5 ลดไขมันที่สะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของร่างกายทำให้ระบบเผาผลาญทำงานได้ดีขึ้น
- 2.3.5.6 มีผลให้ความดันโลหิตลดลงและช่วยลดระดับน้ำตาลในเส้นเลือดด้วยยิ่งโรคเบาหวานได้ผลดี
- 2.3.5.7 มีกรดไขมันไลโนเลนิก (Linolenic acid) หรือโอเมก้า 3 ช่วยบำรุงสมอง ป้องกันภาวะเสื่อมของสมอง อันเป็นสาเหตุของโรคความจำเสื่อม โรค อัลไซเมอร์ และโรคอัมพฤกษ์
- 2.3.5.8 ช่วยบำบัดอาการผิดปกติของชาย-หญิง วัยเจริญพันธุ์ (ให้ผลดีในการรักษาผู้มีบุตรยาก) และสตรีวัยทอง
- 2.3.5.9 มีวิตามินอีในรูปแบบของโทโคเฟอรอล (Tocopherol) และ โทโคโทริเอนอล (Tocotrienol) ซึ่งจะช่วยยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ ทำให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันโรคต่างๆ สำหรับโรคภูมิแพ้จะบำบัดได้ผลดีมาก
- 2.3.5.10 มีสารเซราไมด์ (Ceramide) ช่วยบำรุงผิวพรรณให้นุ่มนวลอ่อนเยาว์ ลบเลือนริ้วรอยเหี่ยวย่น ต่างดำ ฝ้าและกระ ค่อยๆ จางลง
- 2.3.5.11 ลดภาวะท้องผูก ช่วยลดภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคริดสีดวงทวารและมะเร็งลำไส้ใหญ่
- 2.3.5.12 มีสารเมลาโทนิน (Melatonin) ช่วยให้นอนหลับสบาย ช่วยลดอาการเครียด
- 2.3.5.13 สารอาหารต่าง ๆ เช่น Vitamin A, Vitamin B รวม, เบต้าแคโรทีน ซึ่งมีส่วนช่วยให้การทำงานของระบบประสาทดีขึ้น (หงษ์ทอง, 2561)

2.3.6 โภชนาการของข้าวหอมมะลิ

Nutrient Composition per 100 G Edible	ข้าวหอมมะลิ
Energy	329 Kcal
Fat	0.59 g
Protein	6.42 g
Carbohydrate	72.03 g
Sugar	0.11 g
Potassium	104 mg
Sodium	5 mg.

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวหอมมะลิต่อปริมาณ 100 กรัม
ที่มา : อ้นดับแช่ (2565)

2.3.7 การลดปริมาณน้ำตาล

2.3.7.1 RAG, SAG หรือ Amylose ในข้าว ปริมาณอะไมโลส (Amylose) ที่มีอยู่ในข้าวในแต่ละชนิดซึ่งในข้าวเจ้าจะมีปริมาณอะไมโลสตั้งแต่ 9-33% ส่วนในประเภทข้าวเหนียวจะมีปริมาณของอะไมโลส 5-7% ถ้าค่าอะไมโลสต่ำแสดงถึงความนุ่มของข้าว และหากค่าอะไมโลสสูงก็จะมีลักษณะร่วนแข็ง อะไมโลสก็คือแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตในข้าว ต่อเนื่องจากปริมาณแป้งก็จะต่อยอดมาถึง ปริมาณน้ำตาลในข้าว

RAG (Rapidly available glucose) อัตราการถูกย่อยจากคาร์โบไฮเดรตให้เป็นน้ำตาลกลูโคสในปริมาณที่แตกต่างกันในหลอดทดลองที่เวลา 20 นาที

SAG (Slowly available glucose) ปริมาณกลูโคสที่ถูกย่อยในอีก 100 นาทีต่อมาซึ่งจากการศึกษาคร่าวๆก็มีความเชื่อว่าการบริโภคข้าวที่มีค่า RAG ต่ำจะส่งผลดีต่อผู้บริโภค เพราะคาร์โบไฮเดรตในข้าวจะถูกย่อยและดูดซึมช้าๆ จึงช่วยรักษาระดับน้ำตาลและทำให้ร่างกายไม่รู้สึกหิวเร็ว (bettergreen, 2560)

2.3.7.2 อาหารประเภทแป้ง เช่น ข้าว ขนมปัง เส้นก๋วยเตี๋ยว บะหมี่ อาหารเหล่านี้จะถูกย่อยเปลี่ยนให้เป็นน้ำตาล ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำคัญของร่างกาย จึงไม่ควรงดหรือจำกัดมากเกินไป ควรทานให้เหมาะสมและพอดีหากจำกัดมากเกินไปอาจส่งผลให้ระดับน้ำตาลต่ำและทำให้ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้

2.3.7.3 ผลไม้ เนื่องจากผลไม้แต่ละชนิด มีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตต่างกัน และคาร์โบไฮเดรตในผลไม้มีมากในรูปแบบน้ำตาล บางชนิดมีน้ำตาลมาก บางชนิดมีน้ำตาลน้อย ผลไม้ที่มีรสหวาน เมื่อทานไปจะส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง ผู้ป่วยเบาหวานจึงควรเลี่ยงทานผลไม้ที่มีรสหวานจัด (allwellhealthcare, 2563)

2.4 นิยามและมาตรฐานของการหุงข้าวหอมมะลิ

ข้าวเป็นอาหารที่สำคัญและจำเป็นต่อมนุษย์ปัจจุบันมีการพัฒนาการหุงข้าวให้เข้ากับการใช้ชีวิตของผู้บริโภคมากขึ้น งานวิจัย จึงศึกษาผลของวิธีการหุงข้าวด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ข้าวที่ผ่านการหุงข้าวด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้ามีค่าดัชนีความหวานสูงกว่าข้าวที่ผ่านการหุงด้วยไมโครเวฟและหม้อความดัน (สวนีย์ และนันทวัน, ม.ป.ป.)

2.4.1 ลักษณะทั่วไป เมล็ดข้าวหอมมะลียังคงรูปเดิม น้ำควรมีลักษณะใส

2.4.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

2.4.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องนุ่ม ไม่เป็นไตแข็ง

2.4.4 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์

2.5 การหุงข้าว

หุงข้าวแบบใช้หม้อหุงข้าว ดังนี้

2.5.1 ใช้ข้าวหอมมะลิ โดยกะปริมาณข้าวสาร 1 ส่วนต่อน้ำสะอาด 1.5 ส่วน

2.5.2 ล้างทำความสะอาด 2 น้ำ ขณะล้างคนข้าวให้ทั่วเพื่อล้างเมือกข้าวออก เทน้ำทิ้งไป

2.5.3 จากนั้นตวงน้ำตามสัดส่วนที่กำหนด หุงข้าวตามปกติ เมื่อข้าวสุกแล้ว ปล่อยให้ข้าวเย็นในหม้อให้ระอุต่อไปอีก 10 นาทีจึงจะใช้ได้



แผนภูมิที่ 2.1 กรรมวิธีการหุงข้าว
ที่มา : SGE (2565)

2.6 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลประเภทรีดิวซ์ (Reducing Sugar)

น้ำตาลประเภทรีดิวซ์ เป็นน้ำตาลที่มีหมู่อัลดีไฮด์ (-CHO) หรือคีโตน (-C=O) อิสระ ที่สามารถทำปฏิกิริยากับตัวออกซิไดซ์ เช่น โซเดียมเปอร์ไอโอดेट (NaIO_3) หรือกรดไนตริก ได้กรดน้ำตาลชนิดต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพของปฏิกิริยาเช่น ถ้า -CHO ของน้ำตาลถูกออกซิไดซ์ ด้วยตัวออกซิไดซ์อย่างอ่อนหรือโดยเอนไซม์ จะได้กรดน้ำตาลที่มีหมู่ -COOH เพียงหมู่เดียว เช่น D-gluconic acid หรือ D-galactonic acid แต่ถ้าน้ำตาลถูกออกซิไดซ์ด้วยตัวออกซิไดซ์ ที่แรง เช่น กรดไนตริกทั้งหมู่ -CHO และ C_2OH ในโมเลกุลของน้ำตาลจะถูกออกซิไดซ์เป็น -COOH หมด จะเกิดเป็นกรดที่จะมีหมู่ -COOH สองหมู่ เช่น D-glucaric acid และ D-glucuronic acid (สุรีย์, 2528)

น้ำตาลทุกชนิดทั้งโมโนแซคคาไรด์และไดแซคคาไรด์ มีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งยกเว้นน้ำตาลซูโครส ซึ่งโมเลกุลไม่มีหมู่อัลดีไฮด์หรือคีโตนอิสระ จึงเรียกว่า non-reducing Sugar และเมื่อน้ำตาลซูโครส ถูกไฮโดรไลสเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส สารละลายที่ได้จะมีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งได้ (ลักขณา และนิธิยา, 2533)

การวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์นั้น ใช้วิธีการให้หมู่ -OH ในตำแหน่งคาร์บอนที่หนึ่ง ซึ่งเป็นอิสระรีดิวซ์เกลือของโลหะในสารละลายที่เป็นด่าง เช่น Cu^{2+} และ Ag^+ ซึ่งการรีดิวซ์สารละลายทองแดงในต่างนี้จะทำให้ เกิดตะกอนสีเขียวของคอปเปอร์ออกไซด์ (CuO_2) ซึ่งดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร (สุรีย์, 2528)

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรลาดบัวขาว จังหวัดราชบุรี

1. ข้อมูลทั่วไป

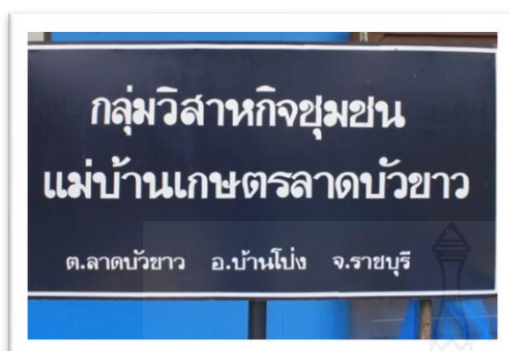
รหัสทะเบียน 2-70-05-15/1-0001
 สถานที่ตั้ง วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรลาดบัวขาว จังหวัดราชบุรี
 92/4 หมู่ 1 ตำบลลาดบัวขาว อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี
 โทรศัพท์ 089 547 6375
 ประธานวิสาหกิจชุมชน นางพัชรา มะลิตอง

ประวัติความเป็นมา

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรลาดบัวขาว จังหวัดราชบุรี ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ.2542 จากการรวมตัวของสมาชิกในหมู่บ้าน จำนวน 20 คน ทุนละ 50 บาท ปัจจุบันมีสมาชิกเพิ่มขึ้นเป็น 200 กว่าคน สมาชิกส่วนมากเป็นผู้สูงอายุ วัตถุประสงค์ในการจัดตั้งกลุ่มเพื่อช่วยเหลือคนในชุมชนให้มีอาชีพเพื่อสร้างรายได้ และช่วยเหลือผู้สูงอายุที่ว่างงานให้มีรายได้ ประกอบด้วยกลุ่มต่างๆ เช่น กลุ่มกล้วย กลุ่มดอกไม้จันทน์ กลุ่มดอกไม้ประดิษฐ์ กลุ่มตัดเย็บเสื้อผ้า กลุ่มน้ำพริก กลุ่มผ้าไหมห่มโอง ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นมาแปรรูปเป็นสินค้าออกจำหน่าย เช่น กล้วยหน้าธัญพืช น้ำพริกเห็ดนางฟ้า ถั่วสมุนไพร ข้าวเกรียบผัก-ผลไม้ น้ำพริกต่างๆ กล้วยฉาบ ข้าวตังหน้าต้มยำกุ้ง ข้าวตังหน้าธัญพืช กล้วยทิพรส ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เป็นสินค้า OTOP ระดับ 5 ดาว เป็นแหล่งเรียนรู้ของนักเรียนนักศึกษา รับสอนอาชีพและรับเชิญเป็นวิทยากรให้กับผู้สนใจทั่วไปวิสัยทัศน์ “เพิ่มศักยภาพของคนสร้างชุมชนเข้มแข็ง พัฒนาสังคมให้ยั่งยืน”

สภาพการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชน

การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรลาดบัวขาว จังหวัดราชบุรี เน้นการสร้างรายได้ให้กับสมาชิกในชุมชน ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นชุมชน "อยู่เย็น เป็นสุข" ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ เป็นการสร้างรายได้ ลดรายจ่าย ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ โดยใช้ทรัพยากรภายในท้องถิ่น พัฒนาศักยภาพผู้สูงอายุ และสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน การดำเนินงานของกลุ่มเป็นลักษณะเครือข่าย เป็นกลุ่มผลิตรายย่อย ประกอบด้วย - กลุ่มแปรรูปข้าวตัง ผลิตภัณฑ์กลุ่มคือ ข้าวตังธัญพืช ข้าวตังทิพรส ข้าวตังหน้าหมูหยอง ข้าวตังน้ำผึ้ง - ข้าวตังน้ำพริกนรก ข้าวตังเผา กุ้ง ข้าวตังตาแดง ข้าวตังน้ำพริกปลาอย่างแมงดา ข้าวตังน้ำพริกปลา มีการดำเนินกิจกรรมโดยมีคณะกรรมการ มีการจัดประชุมคณะกรรมการและสมาชิกอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ ประชุมคณะกรรมการทุกวันที 5 ของเดือน ประชุมสมาชิกปีละ 2 ครั้ง และประชุมใหญ่สามัญปีละ 1 ครั้ง เพื่อรายงานผลการดำเนินการ ปัญหาอุปสรรค การเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหา รวมไปถึงทิศทางการพัฒนาวิสาหกิจชุมชน การบริหารจัดการเป็นลักษณะเครือข่าย เป็นกลุ่มผลิตรายย่อย มีระเบียบข้อบังคับ มีการจัดสรรผลประโยชน์สวัสดิการให้กับสมาชิก และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม มีการจัดทำแผนการดำเนินงานในแต่ละปี การวิเคราะห์ปัจจัยทางธุรกิจ โดยสมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการวางแผน กำหนดเป้าหมายการผลิต การดำเนินกิจกรรมต่างๆ แนวทางแก้ไขปัญหา และแผนดำเนินการในอนาคต (สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 1 กันยายน 2565)



วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรลาดบัวขาว			
ข้อมูลฐานะการเงิน		ณ วันที่ 30 มิถุนายน 2557	
สินทรัพย์		หนี้สินและทุน	
เงินสด	21,230.19	เจ้าหนี้เงินกู้	60,000
เงินฝากธนาคาร	6,5420.59	เงินบริจาค, เงินอุดหนุน	332,176.34
สินค้าคงเหลือ (วัสดุ)	92,500		
วัตถุดิบคงเหลือ	-	รวมหนี้สิน	646,186.34
ลูกหนี้การค้า	-	ทุนเรือนหุ้น	17,600.00
รวมสินทรัพย์หมุนเวียน	179,200.78	ทุนสำรอง	167,300.33
อสังหาริมทรัพย์	-	กำไร(ขาดทุน)สุทธิประจำปี	-
อุปกรณ์สุทธิ, สิ่งของคงเหลือ	66,1296.64	รวมทุนของกองทุน	13,850.38
รวมสินทรัพย์ถาวร	167,900.38	รวมหนี้สินและทุนของกองทุน	329,637.33
รวมสินทรัพย์	929,657.26		

ข้าวตัง

อาหารหลักของคนไทยตั้งแต่อดีตจนถึงวันนี้ใคร ๆ ก็ต้องคิดถึง ข้าว นอกจากจะบริโภคข้าวภายในประเทศกันแล้วยังส่งข้าวเป็นสินค้าออกที่สำคัญ และนอกจากจะบริโภคข้าวกับ กีบข้าวนานาชนิดแล้วยังนำข้าวมาทำอาหารว่างได้ด้วย เช่น ข้าวตัง ซึ่งจัดเป็นอาหารว่างของคนไทย

ข้าวตัง คือ ของกินอย่างหนึ่ง ลักษณะเป็นข้าวสุกติดกันเป็นแผ่นไม่สู้หนา และค่อนข้างแห้ง ใช้กินต่างข้าวสุก กินอย่างขนม หรือใช้เป็นเสบียงไปกินระหว่างเดินทางไกล ๆ หรือทำเป็นของกินได้อีกหลายอย่าง ข้าวตังได้จากการหุงข้าวให้สุก โดยใช้ภาชนะชนิดกระทะขนาดใหญ่ที่เรียกว่า กระทะใบบัวหุงด้วยวิธีไม่แช่น้ำ วิธีหุงข้าวอย่างนี้หุงข้าวสุกได้คราวละมาก ๆ เอาข้าวสารที่ซาวน้ำให้สะอาดแล้วเทลงในกระทะ เกลี่ยข้าวให้หน้าเสมอกัน เติมน้ำสะอาดลงให้ท่วมและสูงกว่าข้าว 1 ฝ่ามือ จึงตีไฟใส่ฟืนหุงข้าวไปจนน้ำเดือด ต้มข้าวกระทั่งเมล็ดแยม (เมล็ดข้าวเริ่มบาน) จึงตักน้ำหน้าข้าวออกจนงวดแล้วปิดคลุมปากกระทะพร้อมราไฟ (ลดอุณหภูมิ) ปล่อยให้ข้าวค่อย ๆ ระอุแห้งและสุกทั่วกัน ก็เปิดกระทะตักข้าวสุกออกใส่ภาชนะอย่างใดอย่างหนึ่ง เมื่อตักข้าวสุกออกไปนั้นจะมีข้าวสุกเหลือติดรอบกระทะข้าวที่ติดกระทะเป็นปึกนี้เรียกว่า “ข้าวตัง” คนหุงข้าวก็จะแฉะข้าวตังออกเป็นแผ่น ๆ เอาไปทำของกินต่าง ๆ

ข้าวตังยังไม่รับประทานก็เอาออกตากแดดให้แห้งเก็บไว้ได้นาน คนแต่ก่อนเอาข้าวตังไปย่างไฟให้เกรียม ต้มกับน้ำร้อนกินต่างน้ำชา บ้างก็เอาข้าวตังย่างไฟให้กรอบ ๆ ทาด้วยน้ำตาลหม้อกินต่างขนมก็ได้ หรือบ้างเอาข้าวตังไปทอดในน้ำมันให้พองและกรอบ กินกับมะพร้าวขูดโรยน้ำตาลกับเกลือ

เล็กน้อย เรียกว่า ข้าวตังหัวหงอก หรือข้าวตังทอดกินแถมกับเมี่ยงลาวบ้าง กินกับเครื่องจิ้มอย่างหน้าตังเป็นของว่าง ก็พิเศษขึ้นไปอีก

ข้าวตังสามารถนำไปรับประทานได้หลายแบบดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้าวตังน้ำพริกผัดเป็นอาหารว่างที่นำข้าวตังไปทอดกับน้ำมันร้อนจัดเสิร์ฟน้ำพริกผัดที่ทำจากมะขามเปียกน้ำตาลปีบและน้ำปลาให้เป็นยางมะตูมแล้วใส่กุ้งกระเทียมพริกป่นรสให้มีรสจัดหรือหวานนำตามด้วยเค็มเผ็ดและเปรี้ยวเล็กน้อย

ข้าวตังปิ้งเป็นอาหารว่างด้วยนำแผ่นข้าวตังปิ้งไฟพอเหลืองกรอบแล้วชุบน้ำกะทิที่ผสมน้ำตาลนิยมนำมารับประทานในสมัยก่อนข้าวตังหน้าตังเป็นอาหารว่างที่นำเข้าต่างไปทอดกับน้ำมันร้อนแล้วจัดเสิร์ฟกับหน้าตังที่ทำจากหมูสับและนำไปผัดกับกระเทียมพริกไทยและหัวกะทิ ให้มีรสหวานและเค็มเล็กน้อย

ข้าวตังเมี่ยงลาวเป็นอาหารว่างที่นำข้าวตังไปทอดกับน้ำมันร้อนแล้วจัดเสิร์ฟกับหน้าตังที่ทำจากใบผักกาดดอง ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม ห่อไส้ที่ปั้นเป็นก้อนกลมโดยมีส่วนผสมของหมูสับ กุ้งบด กระเทียมพริกไทย น้ำมะขามเปียก ชিংหอม ที่ผัดจนเหนียวปรุงรสให้มีรสหวานเปรี้ยวเค็ม

ข้าวตังทรงเครื่องหรือข้าวตังมีหน้า เป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคมีการนำแผ่นข้าวตังไปทอดในน้ำมันแล้วโรยหน้าด้วยเครื่องปรุงรสหลายชนิด เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนที่มีในหลายๆพื้นที่ซึ่งข้าวตังประเภทนี้เป็นที่นิยม และปัจจุบันมีการพัฒนาให้สะดวกและถูกปากผู้บริโภคมากขึ้น จึงได้มีการคิดหน้ารสชาตต่างๆ ทาไว้บนหน้าของข้าวตังทำให้ได้รสชาติใหม่ๆและถูกปากผู้บริโภคได้มากขึ้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปานเทพ (2558) ตัวอย่างอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูง คือกลุ่มอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตหรือน้ำตาลโมเลกุลเชิงเดี่ยวในปริมาณมาก จึงสามารถแปลงสภาพจากแป้งหรือน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือดได้อย่างรวดเร็ว เช่น น้ำตาลกลูโคส (ค่า GI = 100), ข้าวขาวหอมมะลิ (ค่า GI = 100), “ข้าวขัดขาว” จะเป็นเรื่องใหญ่ที่สุดสำหรับชาวเอเชีย เพราะเป็นอาหารที่เป็นวัฒนธรรมการบริโภคของชาวเอเชียมาอย่างยาวนาน จากรายงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารทางการแพทย์ของอังกฤษที่ชื่อว่า The British Medical Journal เมื่อวันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2554 ในหัวข้อ White rice consumption and risk of type 2 diabetes meta-analysis and systematic review โดย Qi Sun และทีมงาน จากคณะโภชนาการ มหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทบทวนวรรณกรรมงานวิจัย 7 ชิ้น ทั้งการวิเคราะห์ในเอเชียและชาวตะวันตก โดยรวบรวมคนที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 หรือภาวะดื้อต่ออินซูลิน จำนวน 13,284 ราย จากจำนวนคนที่ทำการศึกษาทั้งหมด 352,384 ราย ในช่วงการศึกษาติดต่อกันระหว่าง 4 ถึง 22 ปี แล้วพบว่าการบริโภคข้าวขัดขาวมีความสัมพันธ์เพิ่มความเสี่ยงโรคเบาหวานชนิดที่ 2 อย่างมีนัยยะสำคัญโดยเฉพาะในหมู่ประชากรชาวเอเชียมาถึงจุดนี้แม้หลายคนจะรู้ว่า “ข้าวหอมมะลิขัดขาว” มีค่าดัชนีน้ำตาลสูงและเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน แต่ด้วยเพราะยังติดในรสชาติที่หอมอร่อยก็ยังเป็นเรื่องยากที่หลายคนจะเปลี่ยนพฤติกรรมไปกินข้าวกล้อง และเรื่องที่ยากไปกว่านั้นคือลดปริมาณข้าวให้น้อยลงเพื่อลดความเสี่ยงโรคหลอดเลือด โรคเบาหวาน และโรคอ้วน ฯลฯ

พิมพ์ชนกและคณะ (2565) ข้าวเหนียวเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศทั้งในด้านการเป็นอาหารหลักของคนไทยและเป็นสินค้าเกษตรส่งออกอันดับหนึ่งของประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิต

และส่งออกข้าวสำคัญของโลกมายาวนาน ในปี 2562 ประเทศไทยมีผลผลิตข้าวมากเป็นอันดับ 6 ของโลกโดยปริมาณผลผลิตข้าวสารของไทยคิดเป็น 4.2 % ของผลผลิตข้าวทั่วโลก รองจากจีน อินเดีย อินโดนีเซีย และเวียดนาม และไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวอันดับ 2 ของโลก มีส่วนแบ่งตลาดคิดเป็น 21 % รองจากอินเดียซึ่งมีส่วนแบ่งตลาด 25.2 % สำหรับการค้ากลุ่มข้าวหอมประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวหอมมะลิรายใหญ่ของโลก (ชัยวัช, 2562) เนื่องจากข้าวหอมมะลิของประเทศไทยมีกลิ่นหอมและอ่อนนุ่มซึ่งเป็นที่มาของการบริโภคและมีความสำคัญในการกำหนดราคาข้าว (ปวีณา และคณะ, 2562) นอกจากนี้ข้าวหอมมะลิพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งได้รับความนิยมแล้ว ยังมีข้าวที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์มีคุณภาพและความหอมเหมือนกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้แก่ ข้าวหอมชลสิทธิ์ และข้าวหอมนาคา โดยข้าวหอมชลสิทธิ์มีลักษณะเมล็ดยาวเรียวยาว ที่ได้จากการผสมพันธุ์แบบเดี่ยวระหว่างข้าวเจ้าสายพันธุ์ IR57514-PMI-5-B-1-2 กับข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (กรมวิชาการเกษตร, 2563) และข้าวหอมนาคาเป็นข้าวเหนียวที่ได้จากการผสมระหว่างข้าวสายพันธุ์ RGD10033-77-MS22 และข้าวสายพันธุ์ RGD11169-MS8-5 มีลักษณะเหนียว หอม นุ่มเหนียวเมื่อหุงสุก (ธีรยุทธ และอภิชาติ, 2564) ข้าวทั้งสามสายพันธุ์ที่กล่าวมามีความเหมือนกันในแง่ของคุณภาพหุงสุกที่ให้กลิ่นหอม ความอ่อนนุ่ม แต่มีความแตกต่างกันในด้านขององค์ประกอบทางเคมี อย่างไรก็ตามแหล่งพลังงานจากอาหารของคนในแถบทวีปเอเชีย 80 % มาจากการบริโภคข้าว โดยเป็นพลังงานจากองค์ประกอบส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรต 80 % โปรตีน 7-8 % ไขมัน 3 % และใยอาหาร 3 % (Raghuvanshi et al., 2017) จากการที่ข้าวเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต มีผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังการบริโภค (Sun et al., 2010) เมื่อรับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจะเกิดการย่อยเป็นไดแซคคาไรด์และโมโนแซคคาไรด์ทำให้ระดับ กลูโคสในเลือดเพิ่มขึ้น (Robert and Ismail, 2012) ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ข้อมูลที่แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณกลูโคสในเลือดหลังรับประทานข้าวมีความสำคัญอย่างมากต่อการคัดเลือกอาหารเพื่อบริโภค และจากการที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมรับประทานข้าวในกลุ่มข้าวหอม งานวิจัยนี้จึงศึกษาปริมาณสตาร์ชทั้งหมดของข้าวในกลุ่มข้าวหอม ได้แก่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (KDML) ข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 (BHML) ข้าวหอมชลสิทธิ์ (HCS) และข้าวหอมนาคา (HNK) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการเลือก บริโภคข้าวหอมของผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

อุดมศักดิ์ (2561) ข้าวเป็นอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่ประชากรมากกว่าครึ่งโลกรับประทานเป็นอาหารหลัก และวิธีการหุงข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าว ข้าวจึงเป็นส่วนสำคัญต่อระดับน้ำตาลในเลือด ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มทดลองที่รับประทานข้าว (ข้าวดอกมะลิ 105 กข.15) หุงแบบแช่น้ำและกลุ่มควบคุมที่รับประทานข้าวหุงแบบไม่แช่น้ำ และหาระดับน้ำตาลในเลือดของอาสาสมัครนิสิตสาขาโภชนาการและการจัดการความปลอดภัยในอาหาร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งจะเป็นช่วงอายุอายุ 18-22 ปี จำนวน 60 คน โดยแบ่งกลุ่มทดลองที่รับประทานข้าวหุงแบบแช่น้ำจำนวน 31 คน และกลุ่มควบคุมที่รับประทานข้าวหุงแบบไม่แช่น้ำจำนวน 31 คน ในปริมาณข้าว 100 กรัมต่อคน โดยการเจาะเลือดจากปลายนิ้วในนาที่ที่ 0 (ก่อนรับประทานข้าว) และรับประทานข้าวทุก 30 นาที เมื่อวิเคราะห์ ผลการศึกษา จากการ ตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด ณ นาที่ที่ 0 (ก่อนรับประทานข้าว) และหลังจากรับประทานข้าวที่นาที่ที่ 30, 60, 90 และ 120 นาที พบว่า ในกลุ่มทดลอง นาที่ที่ 0 มี

ปริมาณน้ำตาลในเลือด 88.2 มิลลิกรัม/เดซิลิตร และหลังรับประทานข้าวหุงแบบแช่น้ำมีระดับน้ำตาลในเลือดค่อยๆลดลงจากนาที่ที่ 30 (128.87 มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ไปจนถึงนาที่ที่ 120 (92.44) ส่วนกลุ่มควบคุม ณ นาที่ที่ 0 มีปริมาณน้ำตาลในเลือด 84.07 มิลลิกรัม/เดซิลิตร หลังจากรับประทานข้าวแบบไม่แช่น้ำพบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดเริ่มลดลงในนาที่ที่ 60 (126.17 มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ไปจนถึงนาที่ที่ 120 (105.53 มิลลิกรัม/เดซิลิตร) เมื่อวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตด้วยวิธีทางอ้อมโดยประยุกต์จากวิธีการหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) พบว่าข้าวหุงแบบไม่แช่น้ำมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 31.8 กรัม/100กรัม ส่วนข้าวที่หุงแบบแช่น้ำ และน้ำข้าว มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 28.77 และ 1.57 กรัม/100กรัม ตามลำดับ

เมตตา (2559) ข้าวกล้องงอกเป็นอาหารฟังก์ชัน ที่ส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภค ได้รับการแปรรูปหลากหลายเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้บริโภคได้เลือกบริโภค งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกของข้าวเหนียวงอกพื้นเมือง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวดำ 2 สายพันธุ์ (ข้าวกล้องเปลือกขาวและกล้องดำ) ข้าวเหนียวขาว (ข้าวนางนวล) โดยใช้วิธีการสกัดด้วยน้ำ ที่ 80 °C และ 121 °C ตามลำดับและการสกัดด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส จากเชื้อรา *Aspergillus ozyoe* TISTR 3182 บ่มที่ 37 °C นาน 8 ชั่วโมง และ 14 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่า ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลรีดิทซ์ และปริมาณมอลโตเฮปโทระโอส พบมากที่สุดในการหุงข้าวเหนียวดำ ได้แก่ ข้าวกล้องเปลือกขาว เท่ากับ 2.52±0.02, 1.780±0.09 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และข้าวกล้องเปลือกดำ เท่ากับ 259.84±1.49 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ดังนั้นข้าวเหนียวดำมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าข้าวเหนียว

กองบรรณาธิการ (ม.ป.ป.) การหุงข้าวแบบที่ช่วยลดน้ำตาลนั้น มีงานวิจัยใน Pubmed ซึ่งในปี 2015 ว่า ข้าวที่หุงสุกแล้ว เมื่อนำมาทำให้เย็นลง จะทำให้แป้งของข้าวคืนตัว (retrogration) ลทำให้เพิ่มปริมาณของแป้งและผลิตภัณฑ์ของแป้งที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์หรือแป้งที่ให้พลังงานต่ำ (resistant starch) ซึ่งจะไม่สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์และถูกดูดซึมในลำไส้เล็กของมนุษย์ แป้งที่ทนต่อการย่อยจึงเป็นเหมือนเส้นใยอาหารสามารถผ่านเข้าไปถึงลำไส้ใหญ่และถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดไขมันสายสั้นๆ ที่เอื้อต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อลำไส้ ช่วยสร้างความแข็งแรงให้แก่เซลล์ผนังลำไส้ใหญ่ ผลจากการย่อยที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้ร่างกายได้รับปริมาณพลังงานในระดับต่ำกว่าปกติหรือทำหน้าที่คล้ายกับใยอาหาร ซึ่งหากบริโภคเป็นประจำจะช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคอ้วน โรคหัวใจ และโรคมะเร็ง งานวิจัยได้ศึกษา ข้าวขาวที่หุงสุกใหม่ๆ (ข้าวควบคุม) ข้าวขาวที่หุงสุกแล้วทิ้งให้เย็นในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 ชั่วโมง (ข้าวทดลอง I) และข้าวขาวที่หุงสุกแล้วนำไปแช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาอุ่นใหม่ (ข้าวทดลอง II) ผลการศึกษาพบว่า แป้งที่ทนต่อการย่อยในข้าวควบคุมข้าวทดลอง I และข้าวทดลอง II เป็น 0.64 กรัม/100กรัม 1.30 กรัม/100 กรัม และ 1.65 กรัม/100 กรัมตามลำดับ และเมื่อทำการศึกษาผลต่อการขึ้นของระดับน้ำตาลในเลือดได้รวดเร็วเพียงใดภายใน 2-3 ชั่วโมง หลังการบริโภคอาหารชนิดนั้น ในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีจำนวน 15 คน พบว่า ข้าวทดลอง II จะมีค่าน้ำตาลต่ำกว่าข้าวควบคุมและข้าวทดลอง I อย่างมีนัยสำคัญ โดยสรุป การทำให้ข้าวที่หุงสุกเย็นลงจะทำให้เกิดแป้งที่ทนต่อการย่อย การแช่ข้าวที่หุงสุกในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาอุ่นให้ร้อน จะช่วยลดปริมาณน้ำตาลของข้าวเมื่อเทียบกับข้าวที่หุงสุกใหม่ๆ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 ข้าวหอมมะลิ ตราฉัตร จาก แมคโครสามเสน ถนนสามเสน แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

3.1.2 สารที่ใช้ในการทดลอง สารละลายมาตรฐานกลูโคสเข้มข้น 3,5-Dinitrosalicylic acid จากร้าน หจก.แล็บวัลเลย์ 111 1/32 โครงการเดอะฮาบีแทท ศรีวรา ถนนศรีวรา แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

3.1.3 น้ำเปล่า

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 ตู้เย็น ยี่ห้อ Toshiba รุ่น GR-A28KS

3.2.2 หม้อหุงข้าว ยี่ห้อ Panasonic รุ่น SR-G101

3.2.3 หม้อหุงข้าวลดน้ำตาล ยี่ห้อ Smarhome รุ่น SM-RCD906

3.2.4 ปีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร, ขนาด 250 มิลลิลิตร และ ขนาด 500 มิลลิลิตร

3.2.5 แท่งแก้วคนสาร

3.2.6 หลอดทดลอง

3.2.7 ปิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร, ขนาด 2 มิลลิลิตร, ขนาด 5 มิลลิลิตร

3.2.8 กระจกบอทวง ขนาด 50 มิลลิลิตร, ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.2.9 ที่วางหลอดทดลอง

3.2.10 จุกยางปิเปต

3.2.11 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น Quintix

3.2.12 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.2.13 เครื่องครัว

3.2.14 ข้าวหอมมะลิ ตราฉัตร

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ทางกายภาพ

3.3.1 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA – XT2i) หัววัดทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ทางเคมี

3.4.1 สารที่ใช้ในการทดลอง สารละลายมาตรฐานกลูโคสเข้มข้น

3.4.2 สารที่ใช้ในการทดลอง 3,5-Dinitrosalicylic acid

3.4.3 เครื่อง UV-VIS spectrophotometer

3.4.4 Hot plate

3.4.5 เครื่องเขย่าหลอดทดลอง ยี่ห้อ Hermony รุ่น VTX-3000L

3.4.6 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.4.7 ปิเปต

3.4.8 จุกยางปิเปต

3.4.9 กระจกตวง

3.4.10 ปีกเกอร์

3.4.11 แท่งแก้วคนสาร

3.4.12 หลอดทดลอง

3.4.13 ที่วางหลอดทดลอง

3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูล

3.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมทางสถิติ

3.6 วิธีการดำเนินงาน

3.6.1 ศึกษากรรมวิธีการหุงข้าวลดปริมาณน้ำตาล

3.6.1.1 ศึกษากรรมวิธีการหุงข้าวหอมมะลิ จำนวน 5 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ SGE (2565), กรรมวิธีที่ 2 แช่ก่อนหุง SGE (2565), กรรมวิธีที่ 3 ใช้น้ำ Vitawin (2565), กรรมวิธีที่ 4 หม้อหุงข้าว (แช่แข็ง) พซ์รี่ (2553), กรรมวิธีที่ 5 หม้อหุงข้าวลดปริมาณดัชนีน้ำตาล (3uch (2564) แสดงดังตารางที่ 3.1 นำมาศึกษาแล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพ โดยการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ครั้ง เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 3.1 กรรมวิธีการหุงข้าวหอมมะลิ

ส่วนผสม	น้ำหนักส่วนผสม (กรัม)				
	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	กรรมวิธีที่ 3	กรรมวิธีที่ 4	กรรมวิธีที่ 5
ข้าวหอมมะลิ	150	150	150	150	150
น้ำข้าวข้าว	300	300	300	300	300
น้ำสำหรับหุง	150	150	150	150	1,500
น้ำแช่ข้าว	0	150	0	0	0

ที่มา : กรรมวิธีที่ 1 : SGE (2565)

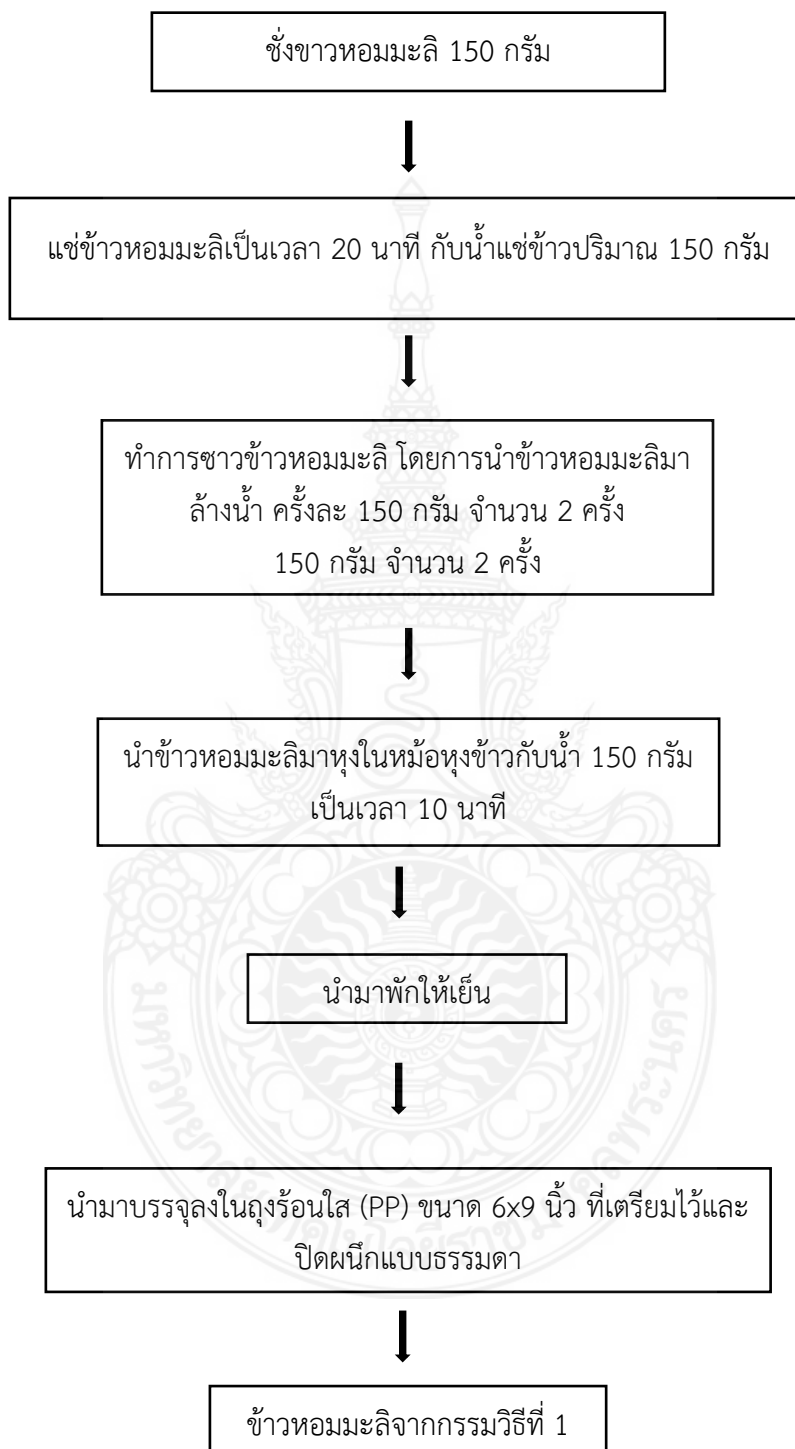
กรรมวิธีที่ 2 : SGE (2565)

กรรมวิธีที่ 3 : Vitawin (2565)

กรรมวิธีที่ 4 : พซ์รี่ (2553)

กรรมวิธีที่ 5 : 3uch (2564)

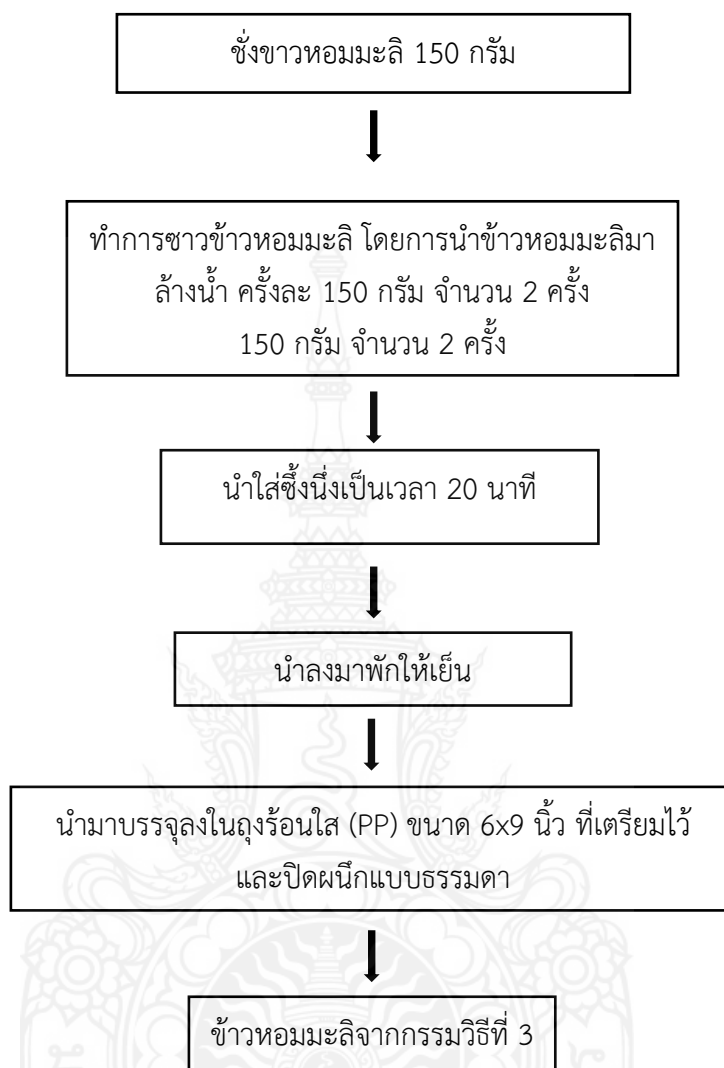
กรรมวิธีการหุงข้าว



แผนภูมิที่ 3.1 กรรมวิธีที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ
ที่มา : SGE (2565)



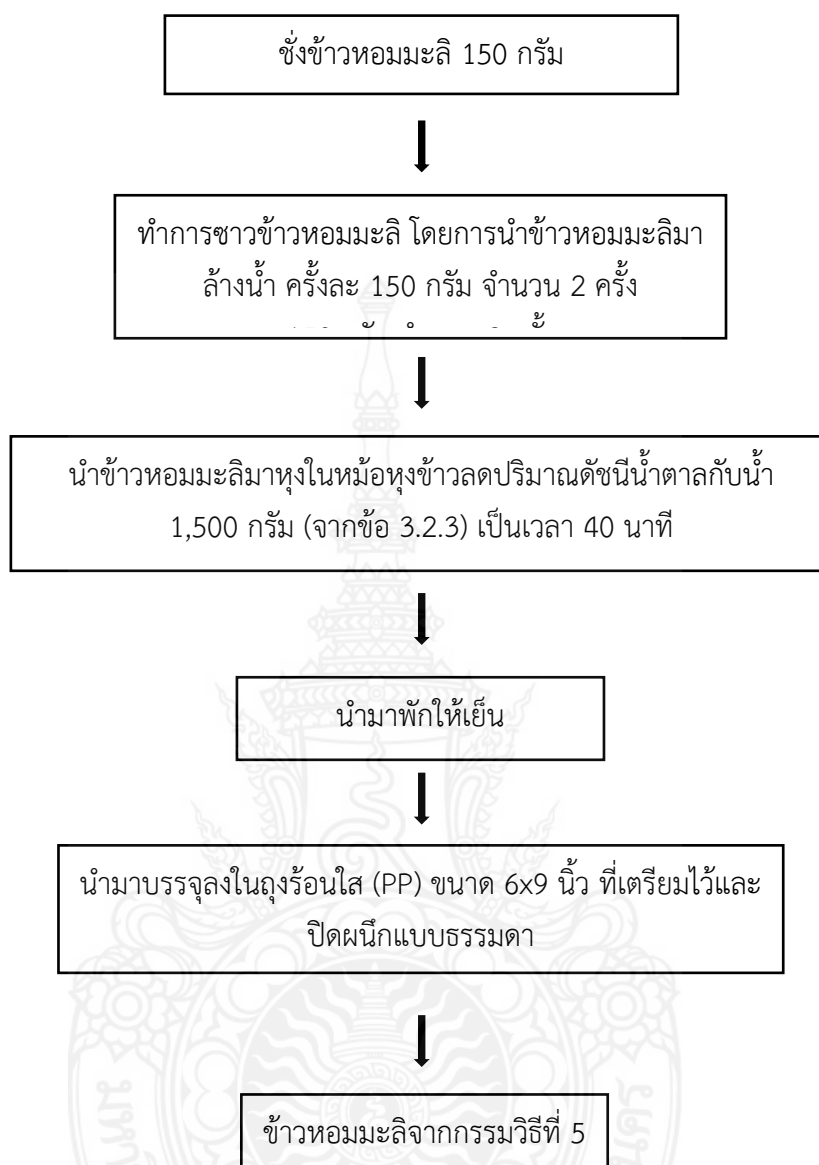
แผนภูมิที่ 3.2 กรรมวิธีที่ 2 แยกก่อนหุง
ที่มา : SGE (2565)



แผนภูมิที่ 3.3 กรรมวิธีที่ 3 นึ่ง
ที่มา : SGE (2565)



แผนภูมิที่ 3.4 กรรมวิธีที่ 4 หม้อหุงข้าว (แช่แข็ง)
ที่มา : พัชรี (2553)



แผนภูมิที่ 3.5 กรรมวิธีที่ 5 หม้อหุงข้าวลดปริมาณดัชนีน้ำตาล
ที่มา : l3uch, (2564)

นำข้าวหอมมะลิทั้ง 5 กรรมวิธี ไปวัดปริมาณน้ำตาลและทำการเลือก กรรมวิธีที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำที่สุดแล้วนำไปเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่นิยมรับประทานจากนั้นนำไปศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อไป

1) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่

1.1) ตรวจวัดปริมาณน้ำตาล โดยวิธี DNS Method โดยการนำข้าวหอมมะลิหุงสุกทั้ง 5 กรรมวิธีโดยการเตรียมตัวอย่างข้าว โดยการวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาทีก่อนนำไปเจือจางแล้วนำมาใส่ในหลอดทดลองสำหรับตรวจวัดปริมาณน้ำตาลโดยการใช้เครื่อง UV-VIS Spectrophotometry ยี่ห้อ Milton Roy Company Spectronic 20 Plus Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (วิธีการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลด้วยวิธี DNS Method)

2) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

2.1) วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยนำกรรมวิธีที่มีปริมาณน้ำตาลน้อยที่สุดมาเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการหุงข้าวที่คนนิยมรับประทานมากที่สุด (กรรมวิธีที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน)) ทำการวัดด้วยเครื่องวัดวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA – XT2i) เป็นการจำลองการใช้ฟันบดอาหารวัดค่าด้านความแข็ง (Hardness) และค่าความเหนียว (Stickiness) ของข้าวหอมมะลิหุงสุก นำตัวอย่างข้าว ที่เตรียมไว้ 4 เม็ด วางเรียงเป็น 1 แถว กดลงบนตัวอย่าง 90% ของความสูง โดยใช้หัววัดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ความเร็วก่อนการทดสอบ และระหว่างการทดสอบ 10 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วหลังการทดสอบ 10 มิลลิเมตร/วินาที โดยค่าแรงกดในครั้งแรกและครั้งหลังจะแสดงถึงค่าความแข็ง และค่าความเหนียว ตามลำดับ ทำซ้ำ 30 ครั้ง ในแต่ละตัวอย่าง

2.2) การประเมินด้านประสาทสัมผัส โดยนำกรรมวิธีที่มีปริมาณน้ำตาลน้อยที่สุดมาเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการหุงข้าวที่คนนิยมรับประทานมากที่สุด (กรรมวิธีที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน)) ทำการประเมินด้านประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งเป็นนักศึกษาหรือบุคลากร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทำการจัดเสิร์ฟข้าวหอมมะลิหุงสุกกรรมวิธีละ 100 กรัม มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในแบบให้คะแนน ความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale Test) นำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Paired Comparison T-test โดยเปรียบเทียบกันระหว่างแช่ก่อนหุงและหม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน)

3.6.2 ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการหุงข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล

นำมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการหุงข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล โดยใช้แบบสอบถามผู้บริโภค จำนวน 100 คน ในช่วงวัยรุ่น ถึงวัยกลางคน ด้านความพึงพอใจจากการยอมรับของผู้บริโภคต่อการหุงข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล ในด้านความชอบโดยรวมนำผลมาวิเคราะห์หา %

3.7 สถานที่ในการดำเนินการทดลอง

3.7.1 เซิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
เทคโนโลยีราชมงคลพระนครห้องปฏิบัติการ 521, 522, 621 และ 622

3.8 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

มิถุนายน 2565 – ตุลาคม 2565



บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษากรรมวิธีในการหุงข้าวลดปริมาณน้ำตาล

4.1.1 ผลการศึกษากรรมวิธีในหุงข้าวลดปริมาณน้ำตาล

ผลการศึกษากรรมวิธีในการหุงข้าวหอมมะลิทั้ง 5 วิธี ได้แก่ หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) แห่ก่อนหุง นึ่ง หม้อหุงข้าวปกติ (แช่แข็ง) หม้อหุงข้าวลดปริมาณดัชนีน้ำตาล พบว่า กรรมวิธีที่ 2 แห่ก่อนหุงเป็นการหุงข้าวหอมมะลิที่ทำให้ปริมาณกลูโคสในข้าวหอมมะลิหุงสุกมีปริมาณน้อยที่สุดที่ 0.04 % จากทั้งหมด 5 วิธี เปรียบเทียบกับหม้อหุงข้าวลดปริมาณน้ำตาลที่มีปริมาณมากที่สุด

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในข้าวหอมมะลิหุงสุก

กรรมวิธีการหุงข้าวหอมมะลิ	ปริมาณกลูโคส (%) ^{ns}
หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน)	0.10±0.06
แห่ก่อนหุง นึ่ง	0.04±0.03
หม้อหุงข้าวปกติ (แช่แข็ง)	0.10±0.05
หม้อหุงข้าวลดปริมาณดัชนีน้ำตาล	0.08±0.02
	0.21±0.18

หมายเหตุ : ns ในแนวตั้ง หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากผลการศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในข้าวหอมมะลิหุงสุก ทั้ง 5 กรรมวิธี พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการศึกษากรรมวิธีในการหุงข้าวหอมมะลิทั้ง 5 วิธี ได้แก่ หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน), แห่ก่อนหุง, นึ่ง, หม้อหุงข้าวปกติ (แช่แข็ง) และหม้อหุงข้าวลดปริมาณดัชนีน้ำตาล พบว่า กรรมวิธีที่ 2 แห่ก่อนหุงเป็นการหุงข้าวหอมมะลิที่ทำให้ปริมาณกลูโคสในข้าวหอมมะลิหุงสุกมีปริมาณน้อยที่สุดที่ 0.04±0.03 % จากทั้งหมด 5 วิธี เมื่อเปรียบเทียบกับ หม้อหุงข้าวลดปริมาณน้ำตาลที่มีปริมาณกลูโคสมากที่สุดอยู่ที่ 0.21±0.18 % เป็นเพราะกรรมวิธีที่ 2 ทำการแห่ข้าวก่อนหุง 20 นาที ทำให้ตัวข้าวสารดูดซึมน้ำไว้ ซึ่งปริมาณน้ำตาลในข้าวขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ในการแห่ข้าว ส่งผลให้น้ำเข้าไปจับตัวกับสตาซในเมล็ดข้าว (ศศิธร, 2563) อีกทั้งกระบวนการหุงข้าวด้วยหม้อหุงข้าวลดดัชนีน้ำตาล จะใช้ปริมาณน้ำมากที่สุดในการหุงข้าว แต่น้ำที่ใช้ในการหุงไม่ได้สัมผัสกับตัวข้าว ซึ่งทำให้น้ำไม่สามารถเข้าไปจับตัวอยู่ในเมล็ดข้าวได้ ในส่วนหม้อหุงข้าวปกติ (แช่แข็ง) ชนิดของข้าวและอุณหภูมิในการแช่แข็ง ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและปริมาณความชื้นของข้าว ซึ่งสอดคล้องกับ (สุนัน และจตุรงค์, 2565) เมื่อผ่านการแช่แข็ง พบว่าแนวโน้มการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อนำมาตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า หม้อหุงข้าวปกติ (แช่แข็ง) เมื่อนำมาแช่แข็งผ่านการทำละลาย พบว่าข้าวที่มีความชื้นสูงส่งผลต่อค่าความแข็งที่ลดลงเช่นกัน ทั้งนี้กรรมวิธีที่ใช้ในการหุงข้าวที่แตกต่างกันและปริมาณน้ำที่แตกต่างกันในแต่ละ

กรรมวิธี จะทำให้โครงสร้างภายในเมล็ดข้าวแตกต่างกัน เพราะการดูดซึมน้ำจะทำให้ข้าวมีความชื้นเพิ่มขึ้นส่งผลให้โครงสร้างภายในเมล็ดข้าวเกิดการคลายตัว เพราะมีความสามารถในการดูดน้ำไว้ภายในโครงสร้าง เม็ดข้าวจึงมีความแข็ง ประกอบกับการสูญเสียน้ำหลังการทำละลายน้ำแข็งเกิดขึ้นเนื่องจากในระหว่างการแช่แข็งเซลล์ของข้าวหอมมะลิถูกทำลายเนื่องจากผลึกน้ำแข็งรวมถึงน้ำบางส่วนเกิดการเคลื่อนที่ออกมาภายนอกเซลล์ เมื่อทำการละลายน้ำแข็ง ของเหลวบางส่วนในเซลล์จึงเกิดการสูญเสียออกจากข้าวหอมมะลิ ดังนั้นหากเกิดการสูญเสียน้ำหลังการละลายน้ำแข็งย่อมสัมพันธ์กับความสมบูรณ์ของเซลล์ที่ลดลง ดังนั้นจึงอาจส่งผลต่อเนื้อสัมผัสที่ค่าความแข็งลดลง (อาภัสสร และคณะ, 2558)

ตารางที่ 4.2 ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหอมมะลิที่หุงแตกต่างกัน

ลักษณะเนื้อสัมผัส	กรรมวิธีการหุงข้าวหอมมะลิ	
	แช่ก่อนหุง	หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน)
ความแข็ง (N)	19.71±0.73 ^b	23.73±2.60 ^a
ความเหนียว (N.s) ^{ns}	92.53±14.22	88.61±18.48

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสทางด้านค่าความแข็ง และค่าความเหนียว ของข้าวหอมมะลิหุงสุกจากข้าวทั้ง 2 กรรมวิธี ได้ผลดังตารางที่ 4.2 พบว่า แช่ก่อนหุง และหม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) มีค่าความแข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่า แช่ก่อนหุง และหม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณน้ำที่ใช้ในการหุงอะไมโลสมีความสัมพันธ์กับเนื้อสัมผัสของข้าว โดยข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะให้เนื้อสัมผัสที่แข็ง ในขณะที่ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำจะให้เนื้อสัมผัสที่นุ่มเหนียว (อรอนงค์, 2550) ในส่วนกระบวนการหุงข้าว พบว่าปริมาณความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อคุณภาพของข้าวหอมมะลิ และส่งผลไปยังการยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากหากความชื้นต่ำจะส่งผลให้ เนื้อสัมผัสของข้าวหอมมะลิค่อนข้างแข็งและในทางตรงกันข้าม หากความชื้นสูงมากเกินไปจะทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวหอมมะลิ

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของกรรมวิธีการหุงข้าวหอมมะลิ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบโดยรวม	
	แช่ข้าวก่อนหุง	หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน)
ลักษณะปรากฏ	8.10±0.60 ^a	6.83±0.99 ^b
สี	8.00±0.58 ^a	7.20±0.99 ^b
กลิ่น	8.73±0.52 ^a	6.90±0.84 ^b
รสชาติ	8.30±0.65 ^a	6.93±0.94 ^b
ลักษณะเนื้อสัมผัส	8.23±0.72 ^a	6.96±0.80 ^b
ความชอบโดยรวม	8.60±0.62 ^a	7.00±0.78 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ของข้าวหอมมะลิหุงสุก ผู้ทดสอบชิมให้ความชื่นชอบผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิตดปริมาณน้ำตาล จากการศึกษการหุงข้าวหอมมะลิด้วยวิธี หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) แช่ข้าวก่อนหุง พบว่าทางด้าน แช่ข้าวก่อนหุง ผู้ทดสอบชิมให้ความชื่นชอบที่สุดในทุกด้านโดยมีระดับความชอบ ตามลำดับ กรรมวิธีการหุงข้าวหอมมะลิทั้ง 2 กรรมวิธี โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของกรรมวิธีแช่ก่อนหุง และกรรมวิธีหม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบแบบแช่ก่อนหุงมากกว่าในด้านทุกๆด้าน โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากลักษณะเนื้อสัมผัสของแช่ก่อนหุงมีความนุ่มมากกว่า ไม่มีลักษณะแข็งเหมือนข้าวที่ผ่านการใช้หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) ซึ่งเป็นการหุงข้าวแบบทั่วไปที่นิยมกัน สอดคล้องกับค่าลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้ โดยกรรมวิธีแช่ก่อนหุงจะมีลักษณะเนื้อสัมผัส ด้านความแข็งมีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีหม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พร้อมทั้งกรรมวิธีการแช่ก่อนหุงยังส่งผลข้าวที่ได้มีลักษณะเหนียวนุ่มขึ้น หอมมากขึ้น ฉะนั้นผู้ทดลองจึงเลือกกรรมวิธีการแช่ก่อนหุงเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการลดปริมาณน้ำตาล และนำกรรมวิธีการแช่ก่อนหุงมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ต่อไป

4.2 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล

จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้ข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล ด้วยกรรมวิธีแบบแช่ก่อนหุง โดยใช้แบบสอบถามกับบุคลากรนักศึกษา ครูอาจารย์และบุคคลทั่วไป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เขตเทเวศน์ จำนวน 100 คน โดยแบบสอบถามประกอบด้วยแบบสอบถามส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่จะบอกถึง เพศ อายุ สถานะภาพ การศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	%
1. เพศ	
- ชาย	44
- หญิง	56
2. อายุ	
- น้อยกว่า 15 ปี	2
- 15 – 24 ปี	52
- 25 – 34 ปี	23
- 35 – 44 ปี	12
- 45 – 54 ปี	6
- มากกว่า 55 ปี	5
3. สถานะภาพ	
- โสด	73
- สมรส	25
- หย่า	2
4. การศึกษา	
- ประถม	11
- มัธยมศึกษา/เทียบเท่า	24
- ปริญญาตรี	60
- ปริญญาโทหรือสูงกว่า	5

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ข้อมูล	%
5. อาชีพ	
- นักเรียน/นักศึกษา	56
- รับราชการรัฐวิสาหกิจ	4
- พนักงานบริษัท	20
- ธุรกิจส่วนตัว	13
- พ่อบ้าน/แม่บ้าน	7
- อื่นๆโปรดระบุ	0
6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
- น้อยกว่า 5,000 บาท	23
- 5,001 - 7,500 บาท	41
- 7,501 - 10,000 บาท	13
- 10,001 - 15,000 บาท	11
- 15,001 - 20,000 บาท	4
- มากกว่า 20,001 บาท	8

จากตารางที่ 4.4 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล จากการศึกษาการหุงข้าวหอมมะลิด้วยวิธี หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) แห่ข้าวก่อนหุงพบว่าทางด้าน แห่ข้าวก่อนหุง ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดในทุกด้านโดยมีระดับความชอบตามลำดับ ดังนี้ ผู้บริโภคที่เป็นเพศชายจำนวน 44 % และเป็นเพศหญิงจำนวน 56 % ผู้บริโภคมีช่วงอายุ 15 – 24 ปี จำนวน 52 % สถานะภาพโสด จำนวน 73 % ศึกษาในระดับปริญญาตรี จำนวน 60 % อาชีพนักเรียน/นักศึกษาจำนวน 56 % มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,001 - 7,500 บาท จำนวน 41 %

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวหอมมะลิ

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวหอมมะลิ

ข้อมูล	%
7. ท่านเคยรับประทานข้าวหอมมะลิหรือไม่	
- เคย	100
- ไม่เคย	0
8. ท่านมีความถี่ในการรับประทานข้าวหอมมะลิ ปริมาณเท่าใด	
- 1-2 ครั้ง ต่อวัน	32
- 3-4 ครั้ง ต่อวัน	45
- มากกว่า 4 ครั้ง ต่อวัน	23
- อื่นๆ โปรดระบุ.....	0
9. ปกติท่านซื้อข้าวหอมมะลิที่ไหน	
- ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า	38
- ร้านค้าตามตึกแถว	12
- ซูเปอร์มาร์เก็ต	21
- ร้านสะดวกซื้อ/ตลาดทั่วไป	29
- อื่นๆ โปรดระบุ.....	0

จากตารางที่ 4.5 จากการศึกษาการหุงข้าวหอมมะลิด้วยวิธี หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) แห่ข้าวก่อนหุง พบว่าทางด้าน แห่ข้าวก่อนหุง ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดในทุกด้านโดยมีระดับความชอบ ตามลำดับ ดังนี้ พฤติกรรมในการบริโภคข้าวหอมมะลิ ผู้ที่เคยบริโภคข้าวหอมมะลิ จำนวน 100 % มีความถี่ในการรับประทานข้าวหอมมะลิ 3-4 ครั้งต่อวัน จำนวน 45 % และผู้บริโภคหาซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิร้านค้าในห้างสรรพสินค้า จำนวน 38 %

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้ข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล
ตารางที่ 4.6 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้ข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล

ข้อมูล	%
10. กรุณารับประทานข้าวมะลิ แล้วใส่เครื่องหมาย	
(✓) ลงในช่องตามความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์	
- ชอบมากที่สุด	59
- ชอบมาก	21
- ชอบปานกลาง	20
- ชอบน้อยที่สุด	0
- เฉยๆ	0
- ไม่ชอบเล็กน้อย	0
- ไม่ชอบปานกลาง	0
- ไม่ชอบมาก	0
11. สำหรับข้าวหอมมะลิ ท่านมีความพึงพอใจในแต่	
ละด้านอย่างไรบ้างใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่อง	
ระดับความพึงพอใจของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์	
11.1 ลักษณะปรากฏ	
- มากที่สุด	53
- มาก	45
- ปานกลาง	2
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0
11.2 สี	
- มากที่สุด	36
- มาก	60
- ปานกลาง	4
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ข้อมูล	%
11.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส	
- มากที่สุด	56
- มาก	38
- ปานกลาง	6
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0
11.4 รสชาติ	
- มากที่สุด	64
- มาก	31
- ปานกลาง	5
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0
11.5 ความชอบโดยรวม	
- มากที่สุด	54
- มาก	35
- ปานกลาง	11
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0

จากตารางที่ 4.6 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้ข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล จากการศึกษาการหุงข้าวหอมมะลิด้วยวิธี หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) แห่ข้าวก่อนหุง พบว่าทางด้าน แห่ข้าวก่อนหุง ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดในทุกด้านโดยมีระดับความชอบ ตามลำดับ ดังนี้ ความรู้สึกชอบมากที่สุดของผู้บริโภคมีต่อผลิตข้าวหอมมะลิ มาเป็น 59 % และมีความพึงพอใจในด้านลักษณะปรากฏ มาเป็น 53 % ความพึงพอใจในด้านสี มาเป็น 60 % ความพึงพอใจในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส มาเป็น 56 % ความพึงพอใจในด้านรสชาติ มาเป็น 64 % ความพึงพอใจในด้านความชอบโดยรวม มาเป็น 54 %

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการศึกษากรรมวิธีในการหุงข้าวหอมมะลิเพื่อลดปริมาณน้ำตาล

ในการศึกษากรรมวิธีในการหุงข้าวหอมมะลิผลการศึกษากรรมวิธีในการหุงข้าวหอมมะลิทั้ง 5 กรรมวิธี ได้แก่ หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) แ่งก่อนหุง นึ่ง หม้อหุงข้าวปกติ (แช่แข็ง) หม้อหุงข้าวลดดัชนีน้ำตาล พบว่า กรรมวิธีที่ 2 แ่งก่อนหุงเป็นการหุงข้าวหอมมะลิที่ทำให้ปริมาณน้ำตาลในข้าวหอมมะลิหุงสุกมีปริมาณน้อยที่สุดจากทั้งหมด 5 กรรมวิธีอยู่ที่ 0.04 %

เมื่อนำข้าวหอมมะลิ ทั้ง 2 กรรมวิธี คือ หุงข้าวด้วยหม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) และการแ่งก่อนหุง พบว่า แ่งก่อนหุงนั้นทำให้ข้าวหอมมะลิมีสลักษณะที่เหนียวนุ่มกว่า การหุงข้าวด้วยหม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) มีค่าความแข็ง เท่ากับ 19.71 ± 0.73 (N) และ 23.73 ± 2.60 (N) ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในส่วนค่าความเหนียวแ่งก่อนหุงเท่ากับ 92.14 ± 14.22 (N.s) และ หม้อหุงข้าวปกติ (ร้อน) ค่าความเหนียว เท่ากับ 88.61 ± 18.48 (N.s) ซึ่งไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

5.1.2 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของการหุงข้าวหอมมะลิลดปริมาณน้ำตาล

จากการสำรวจการยอมรับของข้าวหอมมะลิหุงสุกลดปริมาณน้ำตาลโดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคสนใจผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิ แ่งก่อนหุง ได้คะแนนความชอบทุกด้านอยู่ในระดับที่ชอบมากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรเพิ่มการศึกษาวิธีการหาค่าดัชนีน้ำตาล

5.2.2 ควรเพิ่มการศึกษาอุณหภูมิในการหุงข้าวหอมมะลิเพื่อลดปริมาณน้ำตาล

เอกสารอ้างอิง

- กรมการค้าภายใน. **รูปพนมมือเครื่องหมายแห่งคุณภาพรับรองมาตรฐาน**. ค้นเมื่อ 5 มิถุนายน 2565, จาก : เครื่องหมายรูปพนมมือ. สัญลักษณ์การรับรองมาตรฐานข้าวหอมมะลิ.pdf (dit.go.th) กรลดา เฟ็งคำ และ อีร์ชัย จรัสนิรติศัย. (2559). **การใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนข้าวเหนียวบางส่วนในการผลิตข้าวหมาก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2546). **เทคโนโลยีของแป้ง**. (พิมพ์ครั้งที่ 4). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 303 หน้า.
- กองบรรณาธิการ. (ม.ป.ป.). **ฉบับที่ 248 รู้เท่าทันการหุงข้าวแบบลดน้ำตาลอย่างง่าย**. ค้นเมื่อ 5 มิถุนายน 2565, จาก : <https://chaladsue.com/article/3851>
- ขวัญใจ เลาสหวัดดี. (2540). **เทคโนโลยีการผลิตข้าวกล้องสำเร็จรูป**. ค้นเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2565, จาก : ib3.dss.go.th/fulltext/Vichakran/vichakran_bsd_0015.pdf
- ข้าวเศรษฐกิจ. (2020). **ข้าวตราฉัตร**. ค้นเมื่อ 5 มิถุนายน 2565, จาก : <https://www.wearecp.com/cpi-060863/>
- จรรยาพร เทียมเงิน และคณะ.(2563). **การปรับปรุงกระบวนการผลิตข้าวเหนียวกล้องสำเร็จรูป**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, จิรวัดน์ ยงสวัสดิกุล และ สุนันทา ทองทา (2554). **การเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวในระหว่างการเก็บรักษาและ การเร่ง/ชะลออายุข้าว**. ค้นเมื่อ 16 มิถุนายน 2565, จาก : กิตติกรรมประกาศ (sut.ac.th)
- ชัยวัช โขวเจริญสุข (2562). **อุตสาหกรรมข้าว. แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรมปี 2562-64**. ค้นเมื่อ 18. ตุลาคม 2565, จาก : <https://www.krungsri.com>
- ไทยแวร์รีวิว. (2564). **หม้อหุงข้าวลดน้ำตาล SMARTHOME SM-RCD906** ค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2565, จาก : <https://review.thaiware.com/1943.html>
- ธีรยุทธ ตู๋จินดา และอภิชาติ วรรณวิจิตร. (2564). **ข้าวเหนียวพันธุ์หอมนาคา**. ในการประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 16 เรื่อง 30 ปี สวทช. ขับเคลื่อนเศรษฐกิจ BCG เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (STI Driving BCG Economy for Sustainability) มีนาคม 2564. ออนไลน์. ค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2565, จาก : <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/nac/2021/agro02-5.pdf>

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ธเนศพล ธนบุญยวัฒน์ (2560). แนวทางการพัฒนาการค้าข้าวหอมมะลิไทยในตลาดโลก
 ค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2565,
 จาก : http://www.dsdw2016.dsdw.go.th/doc_pr/ndc_25602561/PDF
- ปานเทพ พัวพงษ์พันธ์. (2558). เปิดงานวิจัยปฏิบัติการหุงข้าวแบบใหม่ให้ห่างไกลโรค ตอนที่1
 ค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2565,
 จาก : <https://mgronline.com/goodhealth/detail/9580000048853>
- ปวีณา เจตาคำ, ศรัณย์ ขำโท, ศันสนีย์ จำจด, นริศ ยิ้มแย้ม และต่อนภา ผุสดี. (2562). **ผลผลิต คุณภาพ
 เมล็ด และความหอมของข้าวหอม พันธุ์เมืองที่สูงพันธุ์บือเนอูมู**. ค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2565,
 จาก : <https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF>
- ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ . (2565). **Jasmine rice / ข้าวหอมดอกมะลิ** ค้นเมื่อ 12 ตุลาคม
 2565, จาก : <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1730/rice->
- ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ ดร.นิธิยา รัตนานพนธ์. (ม.ป.ป.). **อะไมโลเพกทิน** ค้นเมื่อ
 12 ตุลาคม 2565, จาก : <https://www.foodnetworksolution.com>
- พัชรี กิตติสุบรรณ. (2553). การเก็บรักษาข้าวโดยวิธีการแช่เย็น. ค้นเมื่อ 18 มิถุนายน
 2565, จาก : <https://www.cpram.co.th/th/knowledge-detail/>
- พิมพ์ชนก และคณะ. (2565). **ปริมาณน้ำตาลโดยประมาณของข้าวหอมที่ปลูกในประเทศไทย**
 ค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2565, จาก : <https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF>.
- พรพรรณ พัวไพบูลย์. (2549). การศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในไวน์ที่ผลิตจากเปลือกและ
แกนผลไม้ รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- มาตรฐานสินค้าเกษตร. (2560). **ข้าวหอมมะลิไทย** ค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2565,
 จาก : https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/kukr/
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. **ศูนย์วิจัยข้าว**. ค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2565,
 จาก : ku.ac.th
- เมตตา เถาว์ชาลี. (2559). **การผลิตพรีไบโอติกโพลีไกลเซอไรด์จากข้าวเหนียวอก พันธุ์พื้น
 เมืองไทยเพื่อการผลิตไซรัปข้าวกล้องงอก**. วิทยานิพนธ์งานวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏ
 มหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และ พิธิยา รัตนาปนนท์. 2533. **หลักการวิเคราะห์อาหาร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 270น ศศิธร ปัญญา. (2563). **ข้าว**. ค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2565, จาก : [chapter2.pdf \(mju.ac.th\)](http://chapter2.pdf(mju.ac.th))
- ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (ม.ป.ป). **ข้าวคือชีวิต**. ค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2565, จาก : <https://dna.kps.ku.ac.th/>
- ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (ม.ป.ป.) **ข้าวเหนียวหอมนาคา**. ค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2565, จาก : <https://dna.kps.ku.ac.th/>
- สวณีย์ หอรั้งสิวัฒน์ และนันทวัน เทอดไทย. (ม.ป.ป.) **ผลของวิธีการหุงสุกต่อคุณภาพของข้าวหอมมะลิ Effe**. ค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2565, จาก : https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/kukr/
- สุรีย์ พุตระกูล. (2528). **ชีวเคมีพื้นฐาน 1**.เชียงใหม่โครงการตำราคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุนัน ปานนนคร และจตุรงค์ ลังกาพิณธ์. (2563). **ผลของอุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัว**. ค้นเมื่อ 15 15 กรกฎาคม 2565, จาก : <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jermutt/article/view>
- หงส์ทอง. (2558). **ข้าวหอมมะลิ ตราหงษ์ทอง อุดมด้วยคุณประโยชน์สำคัญต่อร่างกาย** **หงส์ทอง**. ค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2565, จาก : <https://www.hongthongrice.com/>
- หมอชาวบ้าน. (2538). **ข้าว สารอาหาร มากกว่า 15 ชนิด**. ค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2565, จาก : <https://www.doctor.or.th/article/detail/4032>
- อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547). **ข้าว**. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อาภัสสร ศิริจริยวัตร และคณะ. (2558). **ผลของการแช่เยือกแข็งต่อคุณภาพของเนื้อมะม่วงสุก** ค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2565, จาก : <https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF>.
- อุไรวรรณ วัฒนกุล และคณะ. (2561). **คุณภาพทางเคมี-กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในผลิตภัณฑ์ ข้าวกล้องงอกหุงสุกเร็วจากข้าวกล้องงอกผสม 3 สายพันธุ์** ค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2565, จาก : rmutsv.ac.th

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์ และคณะ. (2561). **ปริมาณน้ำตาลในเลือดของกลุ่มผู้บริโภคข้าวหุงแบบ
แช่น้ำและข้าวหุงแบบไม่แช่น้ำ**. ค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2565,
จาก : วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- อันดับแชบ. (ม.ป.ป.). **ข้าวแต่ละชนิดก็แคล จัดอันดับแคลอรีข้าว** ค้นเมื่อ ค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม
2565, จาก : <https://today.line.me/>
- Allwellhealthcare. **วิธีคุมเบาหวานให้อยู่แค่เลือกทาน**. ค้นเมื่อ 24 ตุลาคม 2565,
จาก : <https://allwellhealthcare.com/how-to-control-diabetes/>
- Bettergreen. **rag-sag-หรือ-amylose-ในข้าวบอกอะไร-ข้อมูลควรรู้และเข้าใจก่อนการเลือก
ข้าว**. ค้นเมื่อ 24 ตุลาคม 2565,
จาก : <http://www.bettergreen.biz/article/6/rag-sag-หรือ-amylose>
- Luckyflame. (2564). **มือใหม่หุงข้าว (แต่ละชนิด) ยังไงให้สวยขึ้นหม้อ**. ค้นเมื่อ 24 ตุลาคม
2565, จาก : <https://www.luckyflame.co.th/>
- POBPAB. **ระดับของ Glycemic Index**. ค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2565,
จาก : <https://www.u-rice.com/ข้าวหอมมะลิ>
- Raghuvanshi, R.S., A. Dutta, G. Tewari, and S. Suri. (2017). **Qualitative characteristics
of red rice and white rice procured from local market of Uttarakhand: A
comparative study**. *Journal of Rice Research*. 10(1): 49-53.
Retrieved October 29, 2022, From file:///C:/Users/PRO/Downloads/publishedredricepaper.pdf
- Robert, S.D., and A.A.S. Ismail. (2012). **Glycemic responses of patients with Type 2 diabetes to individual
carbohydrate rich foods and mixed meals**. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 60: 27-32.
Retrieved October 29, 2022, Fromfile:///C:/Users/PRO/Downloads/Low-Glycemic-
IndexLoad_Desserts_Decrease_Glycemic_.pdf
- SGE. (2565). **วิธีการหุงข้าวแบบต่างๆ**. ค้นเมื่อ 19 กรกฎาคม 2565
จาก : <https://www.sgethai.com/article>
- Smith, Bruce D. (1998). **FAOSTAT**. Retrieved December 26, 2021.
The Emergence of Agriculture. Scientific American Library, A Division of HPHLP,
New York, ISBN 0-7167-6030-4.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Steffi S, Fiastuti W, Rahmawati R, (2015). **Effect of cooling of cooked white rice on resistant starch content and glycemic response.**

Retrieved October 27, 2022, from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26693746/>

Ph.d. Aat Pisanwanich and others **The analysis of Thai rice problem : History of Thai rice : In-depth Institutional Repository of Rice The position of Thai rice in AEC : Post Today**

Writer. (2564). **ข้าวหอมมะลิ 10 สายพันธุ์พื้นเมือง.** ค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2565,

จาก : <https://www.u-rice.com/ข้าวหอมมะลิ>





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
สูตรกรรมวิธีการหุงข้าว และวิธีการทดลองหาค่าปริมาณน้ำตาลใน
ข้าวหอมมะลิ

กรรมวิธีการหุงข้าวหอมมะลิ

ตารางที่ ก.1 กรรมวิธีที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ

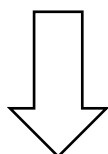
ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
ข้าวหอมมะลิ	150
น้ำซาวข้าว	300
น้ำสำหรับหุง	150
น้ำสำหรับแช่ข้าว	0

ที่มา : SGE (2565)

วิธีทำ



ซั้งข้าวหอมมะลิ 150 กรัม และ ทำการซาวข้าวหอมมะลิ โดยการนำข้าวหอมมะลิมาล้างน้ำ
ครั้งละ 150 กรัม จำนวน 2 ครั้ง

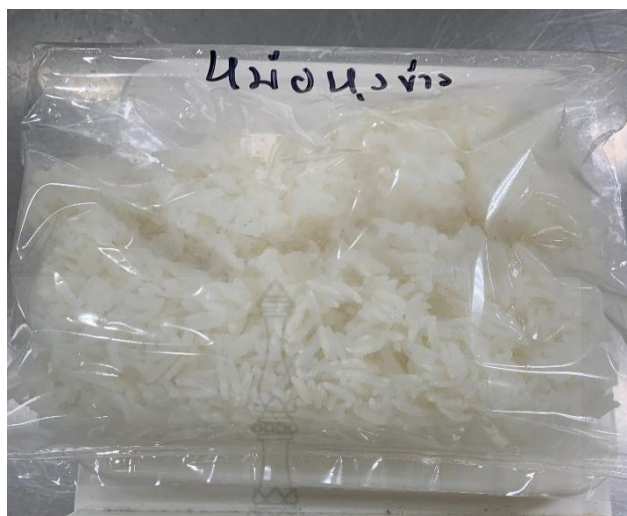




นำข้าวหอมมะลิมาหุงในหม้อหุงข้าวกับน้ำ 150 กรัม เป็นเวลา 10 นาที



นำมาพักให้เย็น



นำมาบรรจุลงในถุงร้อนใส (PP) ขนาด 6x9 นิ้ว ที่เตรียมไว้และปิดผนึกแบบธรรมดา

แผนภูมิที่ ก.1 กรรมวิธีที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ

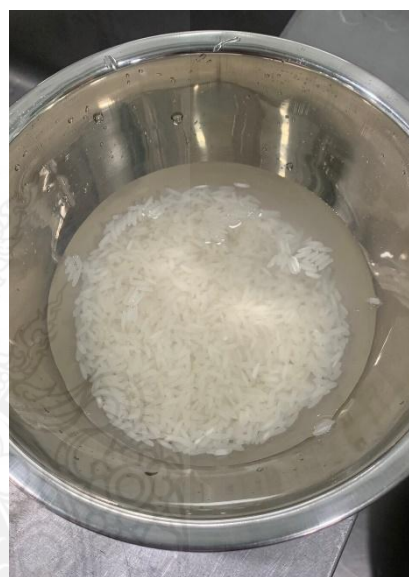


ตารางที่ ก.2 กรรมวิธีที่ 2 แ่ก่อนหุง

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
ข้าวหอมมะลิ	150
น้ำซาวข้าว	300
น้ำสำหรับหุง	150
น้ำแช่ข้าว	150

ที่มา : SGE (2565)

วิธีทำ



ซ่งข้าวหอมมะลิ 150 กรัม จากนั้น แช่ข้าวหอมมะลิเป็นเวลา 20 นาที กับน้ำปริมาณ 150 กรัม





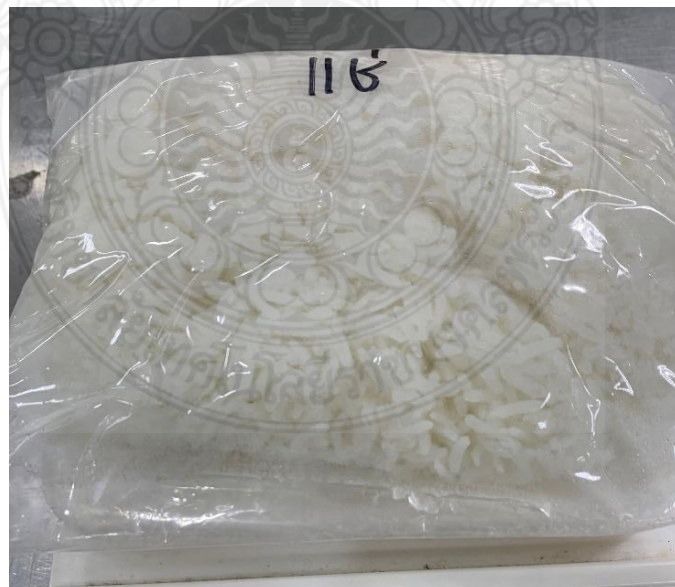
ทำการซาวข้าวหอมมะลิ โดยการนำข้าวหอมมะลิล้างน้ำ ครึ่งละ 150 กรัม จำนวน 2 ครั้ง



นำใส่ซึ่งนึ่งเป็นเวลา 20 นาที



นำลงมาพักให้เย็น



นำมาบรรจุลงในถุงร้อนใส (PP) ขนาด 6x9 นิ้ว ที่เตรียมไว้และปิดผนึกแบบธรรมดา

แผนภูมิที่ ก.2 กรรมวิธีที่ 2 แ่งก่อนหุง

ตารางที่ ก.3 กรรมวิธีที่ 3 นี้

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
ข้าวหอมมะลิ	150
น้ำซาวข้าว	300
น้ำสำหรับหุง	150
น้ำสำหรับแช่ข้าว	0

ที่มา : Vitawin (2565)

วิธีทำ



ซั่งข้าวหอมมะลิ 150 กรัม และ ทำการซาวข้าวหอมมะลิ โดยการนำข้าวหอมมะลิล้างน้ำ
ครั้งละ 150 กรัม จำนวน 2 ครั้ง

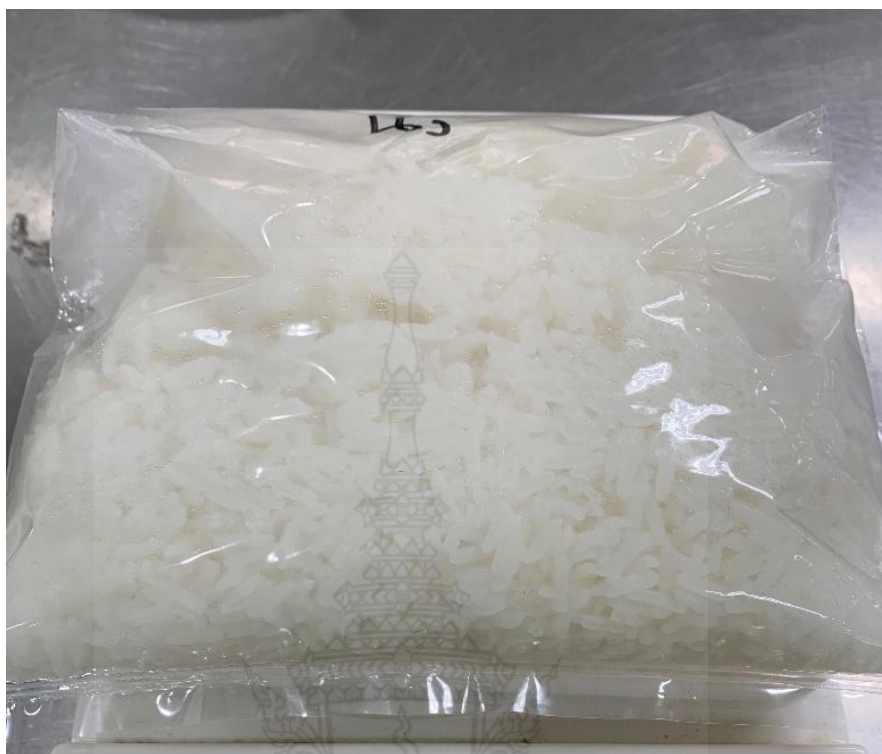




นำใส่ซึ้งนึ่งเป็นเวลา 20 นาที



นำลงมาพักให้เย็น



นำมาบรรจุลงในถุงร้อนใส (PP) ขนาด 6x9 นิ้ว ที่เตรียมไว้และปิดผนึกแบบธรรมดา
แผนภูมิที่ ก.3 กรรมวิธีที่ 3 นี้



ตารางที่ ก.4 กรรมวิธีที่ 4 หม้อหุงข้าว (แช่แข็ง)

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
ข้าวหอมมะลิ	150
น้ำซาวข้าว	300
น้ำสำหรับหุง	150
น้ำสำหรับแช่ข้าว	0

ที่มา : พัชรี (2553)

วิธีทำ

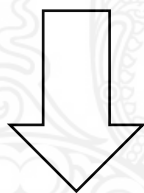


ซังข้าวหอมมะลิ 150 กรัม และ ทำการซาวข้าวหอมมะลิ โดยการนำข้าวหอมมะลิต่างน้ำ
ครึ่งละ 150 กรัม จำนวน 2 ครั้ง

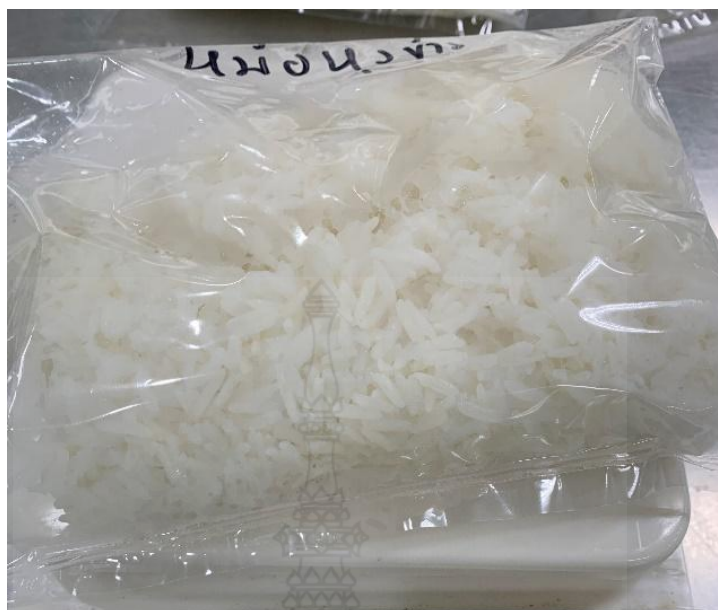




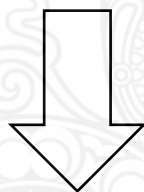
นำข้าวหอมมะลิมาหุงในหม้อหุงข้าวกับน้ำ 150 กรัม เป็นเวลา 10 นาที



นำลงมาพักประมาณ 20 นาที



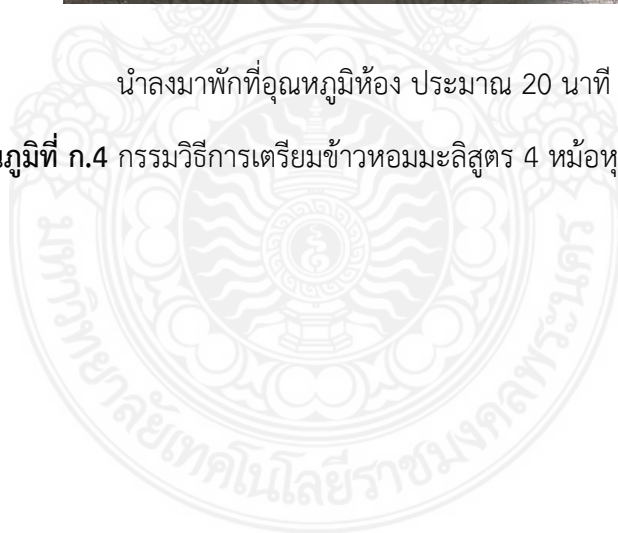
นำมาบรรจุลงในถุงร้อนใส (PP) ขนาด 6x9 นิ้ว ที่เตรียมไว้และปิดผนึกแบบธรรมดา



นำไปแช่ในช่องแข็งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง



นำลงมาพักที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 20 นาที
แผนภูมิที่ ก.4 กรรมวิธีการเตรียมข้าวหอมมะลิสูตร 4 หม้อหุงข้าว (แช่แข็ง)



ตารางที่ ก.5 กรรมวิธีที่ 5 หม้อหุงข้าวลดดัชนีน้ำตาล

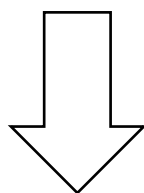
ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
ข้าวหอมมะลิ	150
น้ำซาวข้าว	300
น้ำสำหรับหุง	1500
น้ำสำหรับแช่ข้าว	0

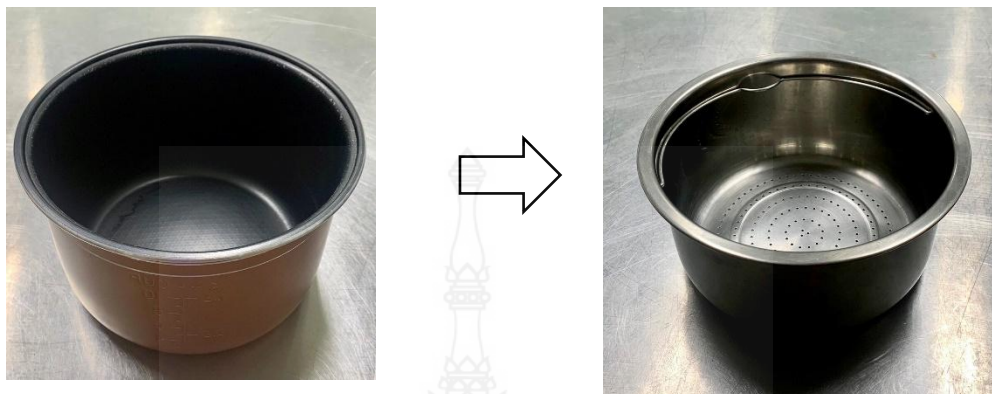
ที่มา : l3uch (2564)

วิธีทำ



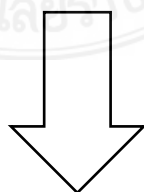
ซังข้าวหอมมะลิ 150 กรัม และ ทำการซาวข้าวหอมมะลิ โดยการนำข้าวหอมมะลิล้างน้ำ
ครั้งละ 150 กรัม จำนวน 2 ครั้ง





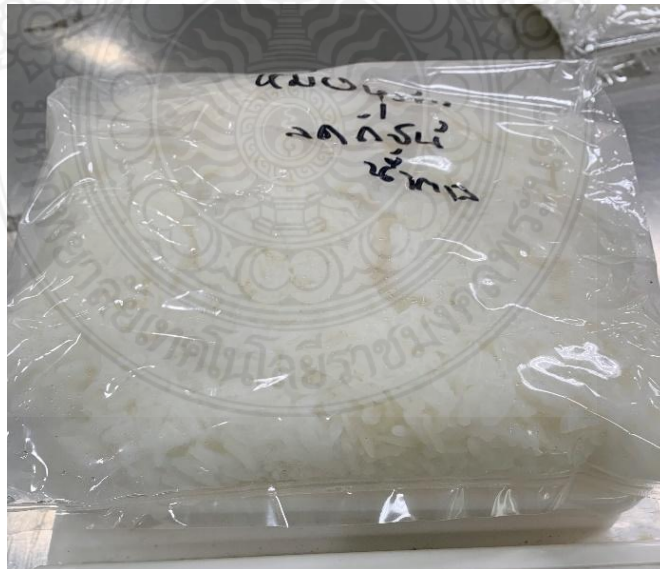
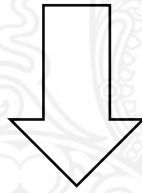
นำข้าวหอมมะลิมาหุงในหม้อหุงข้าวลดดัชนีน้ำตาลกับน้ำ 1,500 กรัม (จากข้อ 3.2.3)

เป็นเวลา 40 นาที





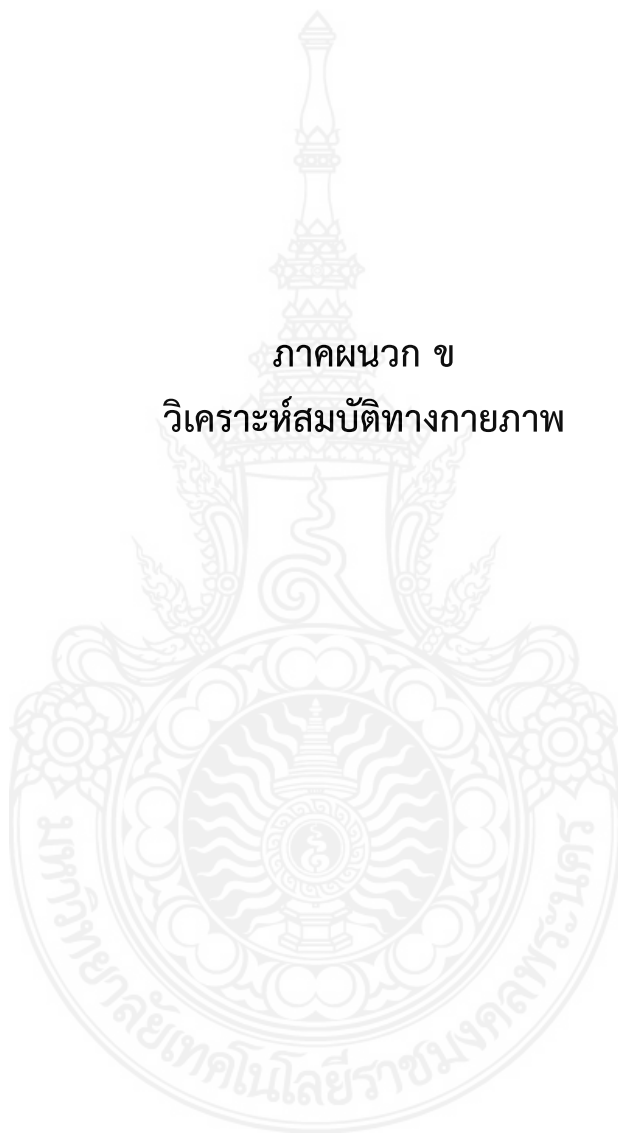
นำมาพักให้เย็น



นำมาบรรจุลงในถาดร้อนใส (PP) ขนาด 6x9 นิ้ว ที่เตรียมไว้และปิดผนึกแบบธรรมดา

แผนภูมิที่ ก.5 กรรมวิธีที่ 5 หม้อหุงข้าวลดดัชนีน้ำตาล

ภาคผนวก ข
วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

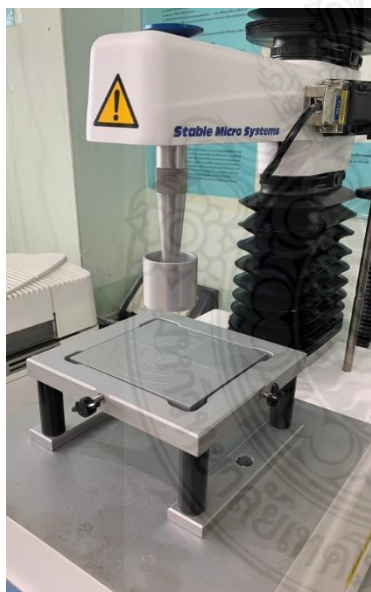


การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รุ่น TA – XT2i

วิธีการวิเคราะห์

- 1) เสียบปลั๊กไฟ เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่อง Texture
- 2) เข้าโปรแกรม Exponent Connect และเปิด Graph tecture
- 3) เลือกเมนู TA กดเลือก Calibrate เลือก Calibrate Force สังเกตค่า Capacity ว่าถูกต้องหรือไม่ กดเลือก Next วางตุ่มน้ำหนักลงบน platform อ่านค่าในช่อง measure force แล้วกด OK นำตุ่มน้ำหนักลง
- 4) เลือกเมนู TA กดเลือก Calbrate เลือก Calbrate Height ตั้ง Return Distance ให้มากกว่าความสูงของชิ้นตัวอย่าง ตั้งค่าที่ Return to speed 15 mm/sec และตั้ง Contact force 10-5 g
- 5) ตั้งค่า T.A. Settings อ้างอิงจากงานวิจัย
- 6) เลือกเมนู TA กดเลือก Run a Test ตั้งชื่อตัวอย่างและเลือก Dive ที่ต้องการบันทึกข้อมูล



ภาพที่ ข.1 เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส



ภาคผนวก ค
วิเคราะห์สมบัติทางเคมี

วิเคราะห์สมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์หาหน้าตาสารสีตัว (uv-vis spectrophotometer) รุ่น 20spectrophotometer เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของตัวอย่างทางชีวภาพ โดยแต่ละ ตัวอย่างจะมีการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแตกต่างกัน ดังนั้นก่อนการวัดค่าการดูดกลืนแสงต้องหาความยาวช่วงแสงที่เหมาะสมก่อนการใช้งาน การอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แนะนำวิธีการใช้งานเครื่อง spectrophotometer ซึ่งเป็นเครื่องมือ ที่ใช้ในการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง ค่าที่ได้จะมีหน่วยเป็น OD เหมาะสำหรับงานทางชีววิทยา จุลินทรีย์ พันธุศาสตร์ และเคมี เครื่อง spectrophotometer ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดแสง โดยมากเป็นหลอด Deuterium ที่ให้ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 190-420 nm เป็นช่วงของรังสี UV และหลอด Tungsten ที่ให้ความยาวคลื่นช่วง 350-2500 nm เป็นช่วงของรังสี visible เมื่อแสงถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงจะถูกส่งผ่านไปยังส่วนควบคุมแสง (monochromator) ทำให้แสงที่ผ่านออกมาเป็นลำแสงที่มีความยาวคลื่นเดียวตามต้องการ จากนั้นแสงจะถูก ส่งผ่านไปยังตัวอย่างที่เป็นสารละลายบรรจุใน cuvette (โดย cuvette แก้ว และพลาสติก เหมาะสำหรับ ตัวอย่างที่ต้องการวัดค่าดูดกลืนแสงอยู่ในช่วงรังสี visible และ cuvette ควอร์ต เหมาะสำหรับตัวอย่างที่ต้องการวัดค่าดูดกลืนแสงอยู่ในช่วงรังสี visible และ UV) เมื่อแสงถูกส่องผ่านตัวอย่างแล้ว แสงจะเดินทางไปสู่ ตัวตรวจวัดสัญญาณ (detector) ซึ่งจะแปลงพลังงานคลื่นรังสีไปเป็นพลังงานไฟฟ้า และแสดงผลทางหน้าจอ เป็นตัวเลข มีหน่วยการวัดเป็น OD โดยค่าการดูดกลืนแสงของสารจะแปรผันกับจำนวนโมเลกุลที่มีการดูดกลืน แสง ตามกฎของ Beer-Lambert

วิธีการใช้งานเครื่อง spectrophotometer

1. เปิดเครื่อง spectrophotometer เลือกแหล่งกำเนิดแสง และกำหนดความยาวคลื่นแสงที่ต้องการ โดยควรเปิดเครื่องก่อนการใช้งานไม่น้อยกว่า 15 นาที
2. เลือก cuvette ให้เหมาะกับสารตัวอย่าง ใส่สารตัวอย่างใน cuvette เช็ดด้านข้างของ cuvette ให้แห้งสะอาด
3. วาง cuvette ในช่องสำหรับใส่ในเครื่อง ปิดฝาเครื่อง และอ่านค่าการดูดกลืนแสงจากจอแสดงผล ใน กรณีที่เป็นเครื่องแบบ double beam จะใช้ cuvette 2 อัน คือ blank และสารตัวอย่าง เครื่องจะ ทำการหักลบค่าดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างและ blank ให้ อ่านผลได้จากจอแสดงผล หลังจากการใช้งาน ทำความสะอาดเครื่อง ล้าง cuvette ให้สะอาด ปิดเครื่อง

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เป็นการตรวจหาความเป็นอิสระของกลุ่ม OH ในตำแหน่ง คาร์บอนตัวที่หนึ่ง ซึ่งสามารถรีดิวซ์เกลือของโลหะในสารละลายต่าง เช่น Cu^{2+} , Ag^{2+} และ Hg^{2+} และสามารถถูกออกซิไดซ์โดย oxidising agent อย่างเช่นสารละลาย Fehling (Cu^{2+} ใน , NaOH และเกลือทาร์เทรต) สารละลายเบนเดิกซ์ (Cu^{2+} ใน, NaHCO_3 และเกลือซิเตรท) จะออกซิไดซ์ Monosaccharide ได้ตะกอนสีอิฐของ Cu_2O

การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี DNS method (Dinitrosalicylic acid method)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. สารละลายตัวอย่างสุทธิต่างๆ เข้มข้น 0.1%
2. Spectrophotometer
3. สารละลาย 3,5-dinitrosalicylic acid
4. ปิเปต

การเตรียมสารละลาย 3,5-dinitrosalicylic acid (ทองสุข พละมา, 2546)

- ก. ละลาย 3,5-dinitrosalicylic acid 10 กรัม ในสารละลาย 2 โมลต่อลิตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 มิลลิลิตร
- ข. ละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรต 300 กรัม ในน้ำกลั่นและทำการปรับปริมาตรให้ครบ 500 มิลลิลิตร
- ค. สารละลาย ก และ ข มาผสมกันแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร

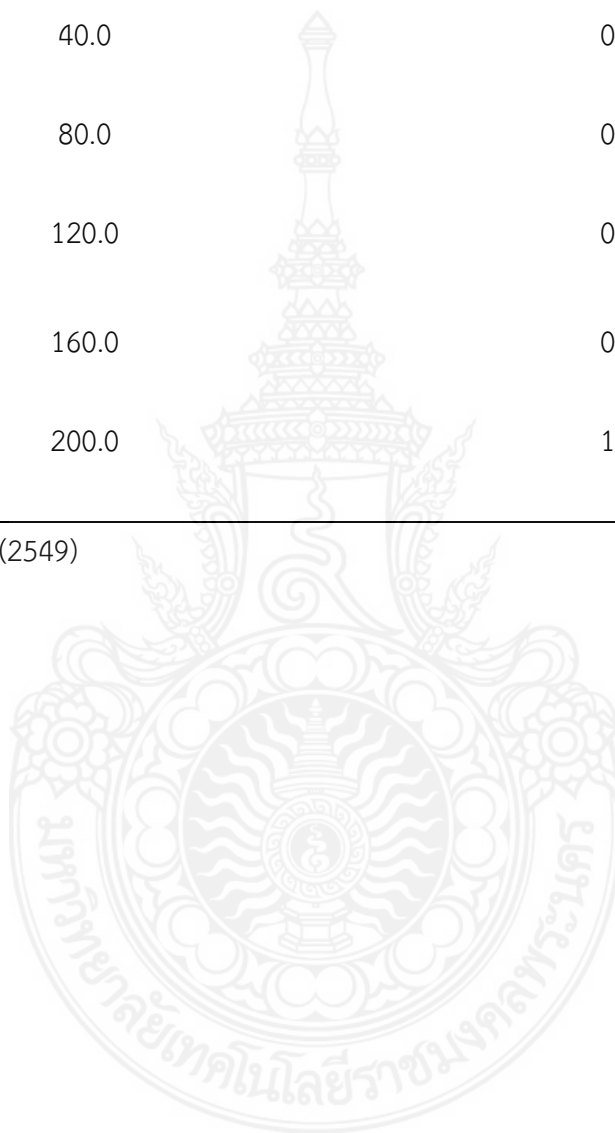
วิธีการ

1. นำตัวอย่างไวน์ที่กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 2 เท่า หรือให้อยู่ในช่วงที่สามารถวิเคราะห์ได้
2. ดูดสารละลายที่เจือจางแล้วใส่หลอด จำนวน 1 มิลลิลิตร
3. ดูดสารละลาย 3,5-dinitrosalicylic ผสมลงไปจำนวน 1 มิลลิลิตร
4. นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 10 นาที
5. หยุดปฏิกิริยาด้วยการแช่ในน้ำเย็น แล้วเติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร
6. สารละลายน้ำตาลชนิดใดที่มีคุณลักษณะเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ จะให้สีแดงและสีน้ำตาล บันทึกผลและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร โดยใช้ blank เป็นสารละลายเปรียบเทียบ
7. คำนวณหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และนำมาเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน

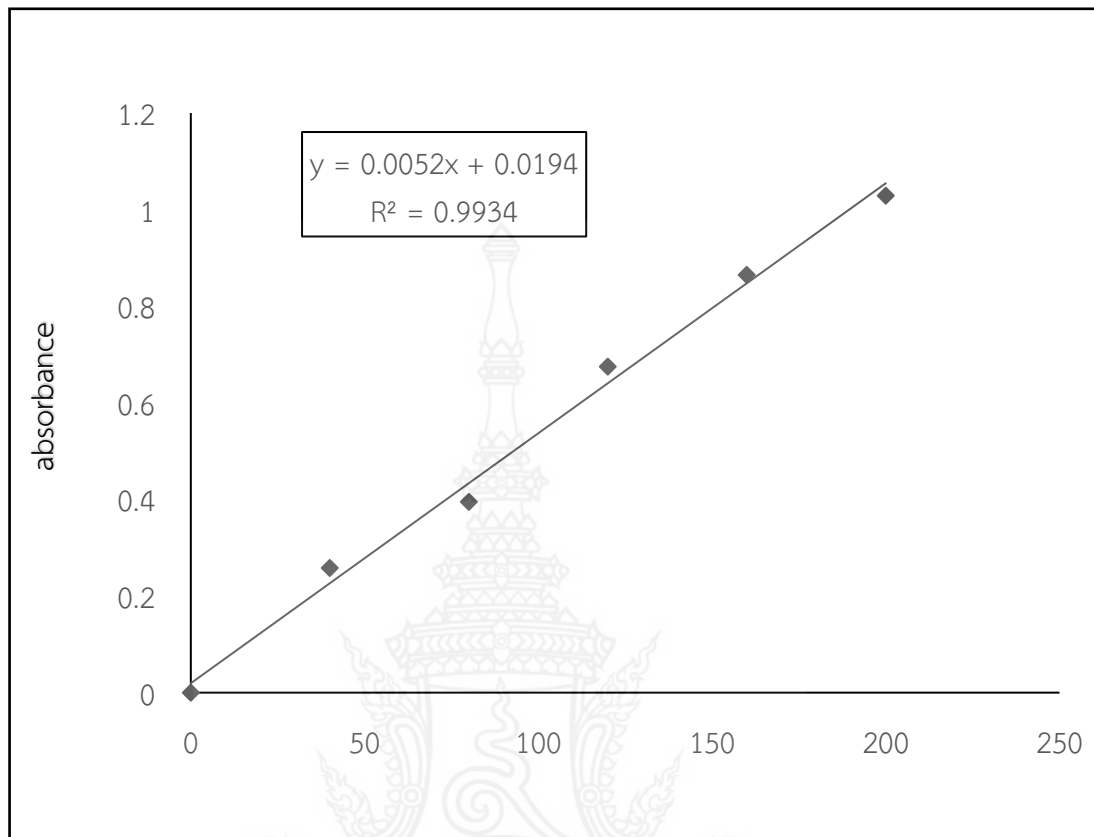
ตารางที่ ค.1 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำตาลกลูโคสแต่ละความเข้มข้น

ความเข้มข้นของปริมาณกลูโคส	ค่าการดูดกลืน
0.00	0.000
40.0	0.258
80.0	0.395
120.0	0.675
160.0	0.865
200.0	1.029

ที่มา : พรพรรณ (2549)



ตารางที่ ค.2 กราฟมาตรฐานกลูโคส



ที่มา : พรพรรณ (2549)

การคำนวณปริมาณกลูโคสจากกราฟมาตรฐาน

ทำการคำนวณปริมาณกลูโคสจากกราฟมาตรฐาน อ้างอิงมาจาก พรพรรณ (2549)

ยกตัวอย่างเช่น ตัวอย่างข้าวที่วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล ด้วยวิธีการ DNS Method มีค่าดูดกลืนแสง

$$\text{สูตรการคำนวณ } y = mx + c$$

$$y - c = mx$$

$$x = \frac{y - c}{m}$$

สมการเส้นตรงที่ได้คือ $y = 0.0052x - 0.00194$

โดย y คือ ค่าดูดกลืนแสง

x คือ ปริมาณน้ำตาลกลูโคส

m คือ ความชันของกราฟมาตรฐาน = 0.0052

1. จากสมการปริมาณกลูโคส (x) = หม้อหุงข้าวปกติ

$$x = \frac{1.14 - 0.00194}{0.0052}$$

$$= \frac{218.85 \mu\text{g/ml}}{1000}$$

$$= 0.2188 \text{ mg/ml}$$

ข้าว 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร

ดังนั้น สารสกัดจากข้าว 1 มิลลิลิตร มีข้าว 0.2 กรัม หรือ 200 มิลลิกรัม

ดังนั้น ข้าว 200 มิลลิกรัม มีน้ำตาลกลูโคสอยู่ 0.2188 มิลลิกรัม

$$\text{ข้าว 100 กรัม จะมีน้ำตาลกลูโคสอยู่} = \frac{0.2188 \times 100}{200}$$

$$= 0.10\%$$

2. จากสมการปริมาณกลูโคส (x) = แห่ก่อนหุง

$$x = \frac{0.49 - 0.00194}{0.0052}$$

$$= \frac{93.86 \mu\text{g/ml}}{1000}$$

$$= 0.0939 \text{ mg/ml}$$

ข้าว 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร

ดังนั้น สารสกัดจากข้าว 1 มิลลิลิตร มีข้าว 0.2 กรัม หรือ 200 มิลลิกรัม

ดังนั้น ข้าว 200 มิลลิกรัม มีน้ำตาลกลูโคสอยู่ 0.0939 มิลลิกรัม

$$\text{ข้าว 100 กรัม จะมีน้ำตาลกลูโคสอยู่} = \frac{0.0939 \times 100}{200}$$

$$= 0.04\%$$

3. ปริมาณกลูโคส (X) = นี้่ง

$$X = \frac{1.10 - 0.00194}{0.0052}$$

$$= \frac{211.17 \mu\text{g/ml}}{1000}$$

$$= 0.2111 \text{ mg/ml}$$

ข้าว 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร

ดังนั้น สารสกัดจากข้าว 1 มิลลิลิตร มีข้าว 0.2 กรัม หรือ 200 มิลลิกรัม

ดังนั้น ข้าว 200 มิลลิกรัม มีน้ำตาลกลูโคสอยู่ 0.2111 มิลลิกรัม

$$\text{ข้าว 100 กรัม จะมีน้ำตาลกลูโคสอยู่} = \frac{0.2111 \times 100}{200}$$

$$= 0.10\%$$

4. จากสมการปริมาณกลูโคส (x) = หม้อหุงข้าว(แช่แข็ง)

$$\begin{aligned} x &= \frac{0.90-0.00194}{0.0052} \\ &= \frac{172.70 \mu\text{g/ml}}{1000} \\ &= 0.1727 \text{ mg/ml} \end{aligned}$$

ข้าว 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร

ดังนั้น สารสกัดจากข้าว 1 มิลลิลิตร มีข้าว 0.2 กรัม หรือ 200 มิลลิกรัม

ดังนั้น ข้าว 200 มิลลิกรัม มีน้ำตาลกลูโคสอยู่ 0.1727 มิลลิกรัม

$$\begin{aligned} \text{ข้าว 100 กรัม จะมีน้ำตาลกลูโคสอยู่} &= \frac{0.1727 \times 100}{200} \\ &= 0.08\% \end{aligned}$$

5. จากสมการปริมาณกลูโคส (x) = หม้อหุงข้าวลดดัชนีน้ำตาล

$$\begin{aligned} X &= \frac{1.20-0.00194}{0.0052} \\ &= \frac{230.40 \mu\text{g/ml}}{1000} \\ &= 0.2304 \text{ mg/ml} \end{aligned}$$

ข้าว 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร

ดังนั้น สารสกัดจากข้าว 1 มิลลิลิตร มีข้าว 0.2 กรัม หรือ 200 มิลลิกรัม

ดังนั้น ข้าว 200 มิลลิกรัม มีน้ำตาลกลูโคสอยู่ 0.2304 มิลลิกรัม

$$\begin{aligned} \text{ข้าว 100 กรัม จะมีน้ำตาลกลูโคสอยู่} &= \frac{0.2304 \times 100}{200} \\ &= 0.11\% \end{aligned}$$

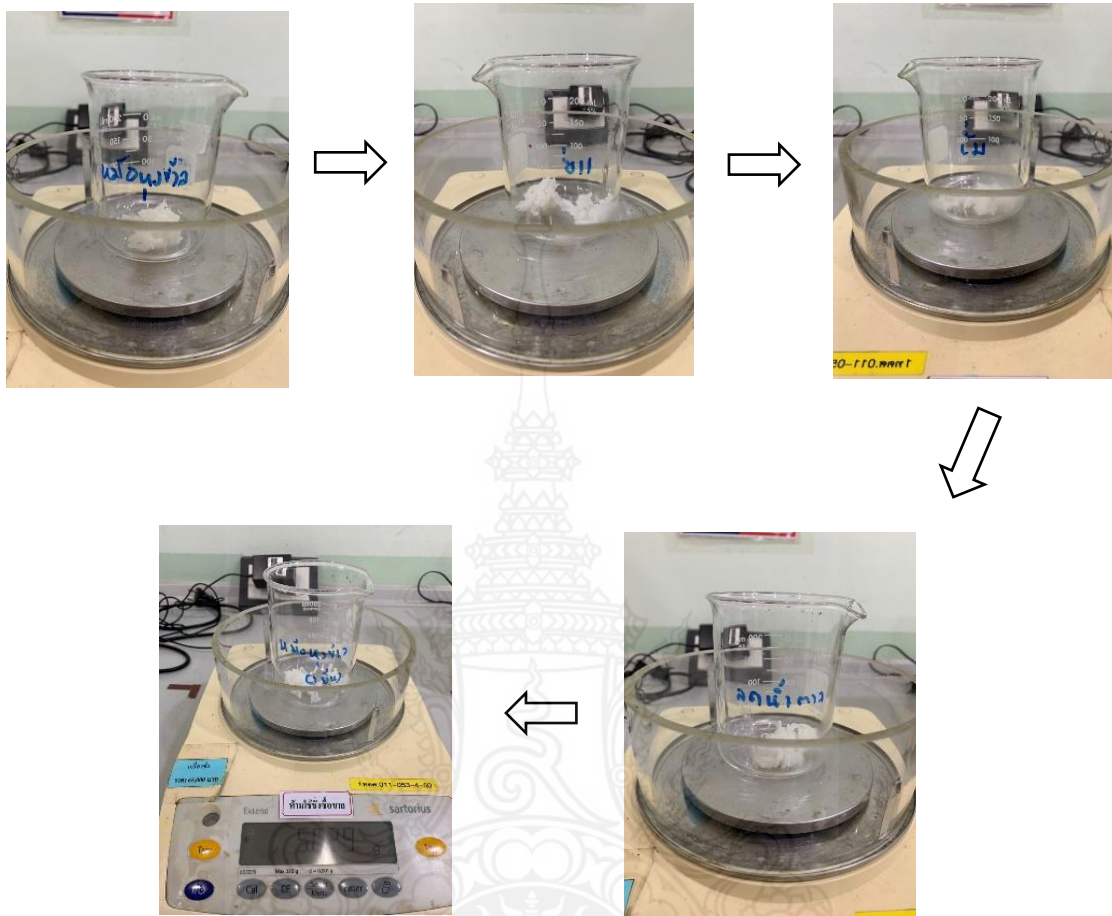
กรรมวิธีการการหาค่าดัชนีน้ำตาลด้วยวิธีการ DNS Method

ตารางที่ ค.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส และ สารละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid

หลอดที่	สารละลายกลูโคส (มิลลิลิตร)	น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)	3,5-Dinitrosalicylic acid (มิลลิลิตร)
1	-	3.00	2.00
2	0.25	1.75	2.00
3	0.50	1.50	2.00
4	1.00	2.00	2.00
5	1.50	1.50	2.00
6	2.00	1.00	2.00
7	2.50	0.50	2.00
8	-	2.00	2.00

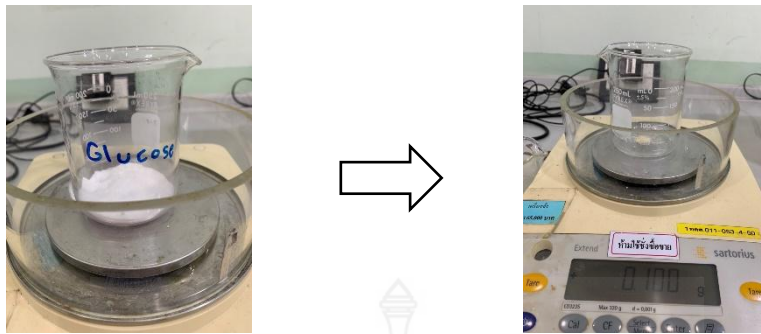
ที่มา : รุจีลดา (2560)





ซึ่งข้าวที่หุงด้วย หม้อหุงข้าวปกติ แห่ก่อนหุง นึ่ง หม้อหุงข้าวปกติ (แช่แข็ง) หม้อหุงข้าวลดดัชนีน้ำตาล
ตัวอย่างละ 5 กรัม

ภาพที่ ค.1 กรรมวิธีการเตรียมตัวอย่างข้าวในการทดลอง



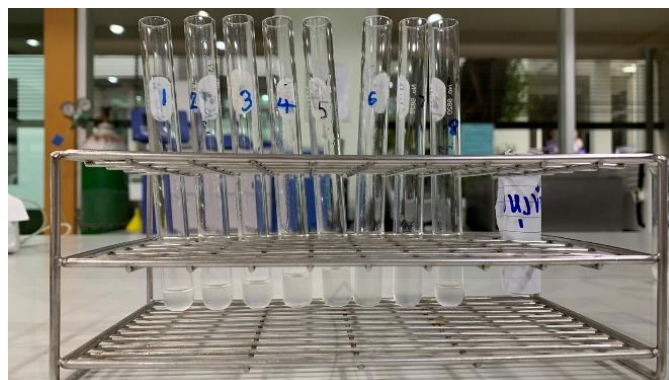
ชั่งสารละลายกลูโคสเข้มข้น 9 กรัม และ 3,5-Dinitrosalicylic acid 1 กรัม (ต่อตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง)

ภาพที่ ค.2 กรรมวิธีการเตรียมสารละลายในการทดลอง



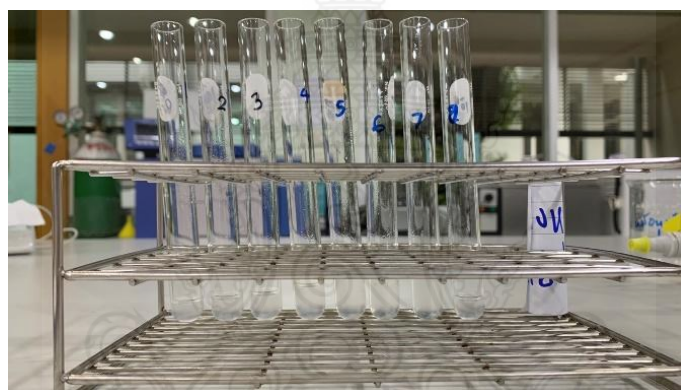
คนสารละลายให้เข้ากัน

ภาพที่ ค.3 กรรมวิธีการคนสารละลายในการทดลอง



ใส่ตัวอย่างข้าวลงในหลอดทดลอง ทั้ง 5 สูตร 8 หลอด หลอดละ 1 มิลลิลิตร

ภาพที่ ค.4 กรรมวิธีการทำการเจือจางสารละลายด้วยวิธีการ DNS Method



ใส่สารละลายกลูโคสเข้มข้นลงในหลอดทดลอง ทั้ง 5 สูตร

ภาพที่ ค.5 กรรมวิธีการทำการเจือจางสารละลายด้วยวิธีการ DNS Method

สูตรที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ ใส่สารละลายกลูโคสเข้มข้น ทั้ง 6 หลอด

สูตรที่ 2 แช่ก่อนหุง ใส่สารละลายกลูโคสเข้มข้น ทั้ง 6 หลอด

สูตรที่ 3 นึ่ง ใส่สารละลายกลูโคสเข้มข้น ทั้ง 6 หลอด

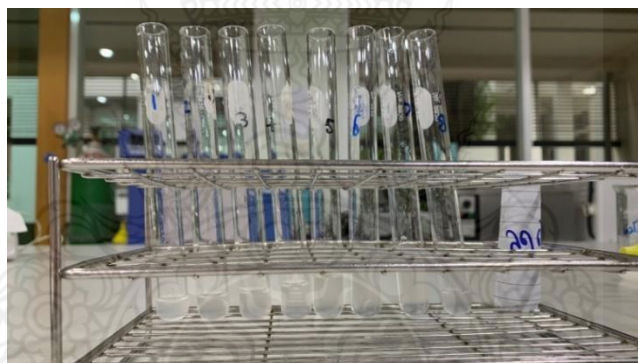
สูตรที่ 4 หม้อหุงข้าวปกติ(แช่แข็ง) ใส่สารละลายกลูโคสเข้มข้น ทั้ง 6 หลอด

สูตรที่ 5 หม้อหุงลดดัชนีน้ำตาล ใส่สารละลายกลูโคสเข้มข้น ทั้ง 6 หลอด

ตารางที่ ค.4 การใส่สารละลายมาตรฐานกลูโคส

หลอดที่	สารละลายกลูโคส (มิลลิลิตร)
1	-
2	0.25
3	0.50
4	1.00
5	1.50
6	2.00
7	2.50
8	-

ที่มา : รุจิสดา (2560)



ใส่น้ำกลั่นลงในหลอดทดลอง ทั้ง 5 สูตร

ภาพที่ ค.6 กรรมวิธีการทำการเจือจางสารละลายด้วยวิธีการ DNS Method

สูตรที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ ใส่น้ำกลั่น ทั้ง 8 หลอด

สูตรที่ 2 แห่ก่อนหุง ใส่น้ำกลั่น ทั้ง 8 หลอด

สูตรที่ 3 นึ่ง ใส่น้ำกลั่น ทั้ง 8 หลอด

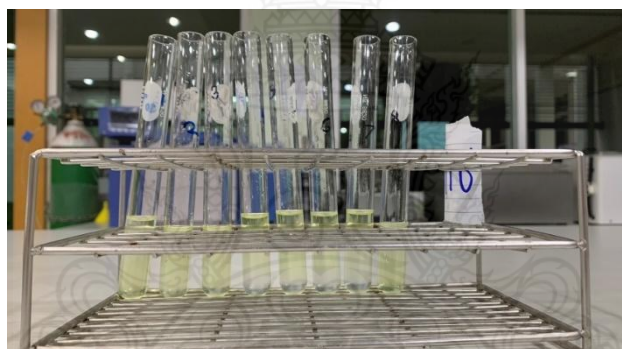
สูตรที่ 4 หม้อหุงข้าวปกติ (แห่แข็ง) ใส่น้ำกลั่น ทั้ง 8 หลอด

สูตรที่ 5 หม้อหุงลดดัชนีน้ำตาล ใส่น้ำกลั่น ทั้ง 8 หลอด

ตารางที่ ค.5 การใส่น้ำกลั่น

หลอดที่	น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)
1	3.00
2	1.75
3	1.50
4	2.00
5	1.50
6	1.00
7	0.50
8	2.00

ที่มา : รุจิสดา (2560)



ใส่สารละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid ลงในหลอดทดลอง ทั้ง 5 สูตร

ภาพที่ ค.7 กรรมวิธีการทำการเจือจางสารละลายด้วยวิธีการ DNS Method

สูตรที่ 1 หม้อหุงข้าวปกติ ใส่สารละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid ทั้ง 8 หลอด

สูตรที่ 2 แห่ก่อนหุง ใส่สารละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid ทั้ง 8 หลอด

สูตรที่ 3 นึ่ง ใส่สารละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid ทั้ง 8 หลอด

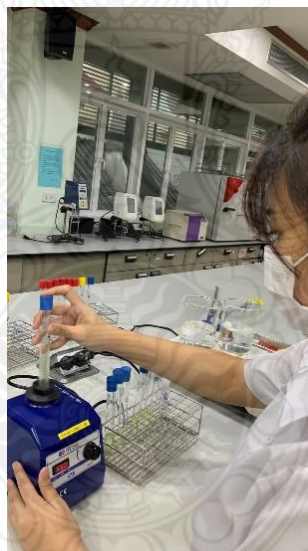
สูตรที่ 4 หม้อหุงข้าวปกติ (แช่แข็ง) ใส่สารละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid ทั้ง 8 หลอด

สูตรที่ 5 หม้อหุงลดดัชนีน้ำตาล ใส่สารละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid ทั้ง 8 หลอด

ตารางที่ ค.6 การใส่สารละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid

หลอดที่	3,5-Dinitrosalicylic acid (มิลลิลิตร)
1	2.00
2	2.00
3	2.00
4	2.00
5	2.00
6	2.00
7	2.00
8	2.00

ที่มา : รุจิสดา (2560)



เขย่าหลอดทดลองทั้ง 5 สูตร หม้อหุงข้าวปกติ แห่ก่อนหุง นึ่ง หม้อหุงข้าวปกติ (แช่แข็ง) หม้อหุงข้าว
ลดดัชนีน้ำตาล

ภาพที่ ค.8 กรรมวิธีการเขย่าสาร



นำสารละลายที่เจือจางแล้วนำไปให้ความร้อนด้วย เครื่อง Hot plate เป็นเวลา 5 นาที
ภาพที่ ค.9 กรรมวิธีการนำสารละลายที่เจือจางแล้วนำไปให้ความร้อนด้วย เครื่อง Hot plate



การนำไปหาค่า DNS Method ด้วย เครื่อง UV-VIS spectrophotometer
ภาพที่ ค.10 กรรมวิธีการนำไปหาค่า DNS Method ด้วย เครื่อง UV-VIS spectrophotometer

ไม่มีเนื้อหาจากต้นฉบับ

