สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษากรรมวิธีการทำแห้งและการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวงอก

STUDY OF DRYING METHOD AND PRODUCTION OF HEALTH BEVERAGE FROM GERMINATED RICE.

โดย

นางสาววนิดา บัวเทศ

นางสาวสิรินทรา เฉลิมสุข

วพ
ก1497
2550
เลขหมู่.....
81959
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี...-2 ก.ค. 2551

b...11 ส.ค 2551
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2550

ชื่อเรื่อง การศึกษากรรมวิธีการทำแห้งและการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวงอก

Study of Drying Method and Production of Health Beverage from Germinated Rice

ชื่อ-สกุล นางสาววนิดา บัวเทศ

นางสาวสิรินทรา เฉลิมสุข

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อรุณรัศมี แสงศิลา

บทคัดย่อ

จากการทดลองการศึกษากรรมวิธีการทำแห้งและการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวงอก มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษากรรมวิธีการทำแห้งข้าวงอก คัดเลือกพันธุ์ข้าวและพัฒนาสูตรการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม โดยศึกษากรรมวิธีการทำแห้งข้าวงอก 2 วิธี คือ อบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และคั่วไฟอ่อน ๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งวิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธีการอบ จากนั้นทำการคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่มในการทดลองนี้จะศึกษาพันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวขาว ข้าวเหนียวดำ ข้าวหอมมะลิ เมื่อเปรียบเทียบข้าวทั้ง 3 พันธุ์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) โดยข้าวหอมมะลิเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมในการทำน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง มีคะแนนเฉลี่ยในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ดังนี้ 8.48 8.08 8.08 และ 8.28 ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองของชาข้าวงอกพร้อมดื่ม คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) โดยข้าวหอมมะลิเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมในการผลิตชาข้าวงอกพร้อมดื่ม มีคะแนนเฉลี่ยในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ดังนี้ 8.68 8.44 8.60 7.40 และ 8.64 ตามลำดับ นำข้าวหอมมะลิมาทำข้าวงอกเพื่อใช้ในการพัฒนาสูตรการผลิตที่เหมาะสมในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง มีสูตรการทดลอง 3 สูตรได้แก่สูตร A (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 3 : 4) สูตร B (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 4 : 5) และสูตร C (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 5 : 6) จากผลการทดลอง พบว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) โดยสูตร B เป็นสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังนี้ 8.64 8.80 8.76 8.88 และ 8.88 ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองของชาข้าวงอกพร้อมดื่ม มีสูตรการทดลอง 3 สูตร ได้แก่ สูตร A (ข้าวมอลต์ร้อยละ 4) สูตร B (ข้าวมอลต์ร้อยละ 6) และ สูตรC (ข้าวมอลต์ร้อยละ 8) จากการทดลอง พบว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) โดยสูตร B เป็นสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังนี้ 8.68 8.44 8.60 8.48 และ 8.64 ตามลำดับ

จากงานวิจัยดังกล่าวมีความเป็นไปได้ที่จะผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวงอกของไทยโดยใช้ข้าวหอมมะลิ ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าต้องกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้แก่ข้าพเจ้า ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์อรุณรัศมี แสงศิลา อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำและชี้แนะแนวทางในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนแก้ปัญหา ข้อบกพร่องต่าง ๆ ของปัญหาพิเศษด้วยดีและขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งการช่วยเหลือของเพื่อน ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งในการทำการทดลองและทดสอบชิมประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยดีตลอดมา ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนที่ให้การสนับสนุนที่ให้กำลังใจ กำลังทรัพย์ ความห่วงใยตลอดมา สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอระลึกถึงพระคุณของครูบาอาจารย์ทุกท่านผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้า และหากปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นประโยชน์แก่ผู้ใดก็ตาม ข้าพเจ้าขอมอบความดีแด่ทุกท่านที่กล่าวมาทั้งหมด

วนิดา บัวเทศ
สิรินทรา เฉลิมสุข
มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหาพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความสำคัญของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม	4
2.2 เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ	5
2.3 ข้าว (Rice)	5
2.4 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแปรรูปจากข้าว	31
2.5 การเตรียมมอลต์ในขั้นตอนการผลิตเบียร์	34
2.6 กระบวนการเตรียมมอลต์จากข้าวไทย (malting)	36
2.7 เอนไซม์อะมิเลส	42
2.8 เอนไซม์อะมิเลสในธัญพืช	42
2.9 ชา (Tea)	43
2.10 น้ำตาล (Sugar)	51
2.11 น้ำผึ้ง (Honey)	52
2.12 นมผง (Dry milk or powder milk)	55
2.13 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	58
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	58
3.2 วิธีการดำเนินการ	59
3.3 สถานที่ทำการทดลอง	64
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง	64
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	65
4.1 การศึกษาการคัดเลือกวิธีการทำแห้งข้าวงอก	65
4.2 การคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในทำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม	67
4.3 พัฒนาสูตรการผลิตที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม	73
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	79
5.1 สรุปผลการทดลอง	79
5.2 ข้อเสนอแนะ	80
บรรณานุกรม	81
ภาคผนวก	84
ภาคผนวก ก	85
ภาคผนวก ข	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชื่อทางวิทยาศาสตร์ของข้าวชนิดต่าง ๆ	6
2	องค์ประกอบของแกลบข้าว	15
3	คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวสาร 100 กรัม	20
4	การจำแนกข้าวตามคุณภาพข้าวสุกและปริมาณอะไมโลส	21
5	Nutrient composition of Brown, White and Purple Glutinous Rice	27
6	ประเทศผู้ส่งออกข้าว	29
7	มูลค่าการส่งออกข้าวชนิดข้าวที่ส่งออกและราคาส่งออก	30
8	องค์ประกอบทางเคมีของมอลต์	35
9	Change in proximate composition on progressive germination of rice	38
10	Hydrolytic Enzyme ที่ย่อยอาหารสะสมในเมล็ดข้าวเจ้าและสารโมเลกุลเล็กที่ย่อยได้	41
11	องค์ประกอบน้ำผึ้งที่อยู่ในเกณฑ์ดี	53
12	แร่ธาตุในน้ำผึ้ง	55
13	ปริมาณส่วนผสมของเครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม	61
14	การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง	63
15	การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ชาข้าวงอกพร้อมดื่ม	63
16	ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ใช้วิธีทำแห้งข้าวงอกด้วยวิธีอบและคั่ว	65
17	ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ	68
18	ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่มจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ	70
19	ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งในการพัฒนาสูตรการผลิตจำนวน 3 สูตร	73
20	ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่มในการพัฒนาสูตรการผลิตจำนวน 3 สูตร	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะการเจริญเติบโตของข้าว	7
2	ส่วนต่าง ๆ ของลำต้นข้าว	8
3	ส่วนต่าง ๆ ของรวงข้าว	9
4	รวงข้าว	10
5	ดอกข้าว	11
6	ส่วนต่าง ๆ ของดอกข้าว	12
7	ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว	13
8	องค์ประกอบของเมล็ดข้าว	17
9	โครงสร้างของโปรตีนบอดี้ (Protein bodies)	19
10	การย่อยของกลูโคสในอะไมเลส	21
11	การต่อของกลูโคสในอะไมโลเพคติน	22
12	ข้าวหอมมะลิ	23
13	ข้าวเหนียวขาว	24
14	ข้าวเหนียวดำ	25
15	ข้าวเหนียวดำกะเทาะเปลือก	26
16	น้ำนมข้าวยาคู	31
17	น้ำอาร์ซี	32
18	ธัญพืชชงดื่ม	34
19	การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดข้าวบาร์เลย์ในขณะทำการผลิตมอลต์	35
20	การงอกของเมล็ดข้าว จากผลของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน	39
21	ใบชา	43
22	องค์ประกอบหลักทางชีวเคมีของชา	44
23	ดอกชา	45
24	ผลชา	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	เมล็ดชา	46
26	ใบชาอัสสัม	47
27	ชาเขมร	48
28	ชาจีน	48
29	ใบชาอูหลง	50
30	โครงสร้างทางเคมีของ Hexose sugars	51
31	น้ำผึ้ง	52
32	ขั้นตอนการทำแห้งข้าวงอก	60
33	ขั้นตอนการผลิตเครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่ม	62

ภาพผนวกที่

1	ข้าวงอกมีอายุการเพาะ 3 วัน	88
2	ข้าวงอกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีการอบและคั่ว	88
3	ข้าวงอกที่ผ่านการกะเทาะเปลือก	89
4	น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งจากกรรมวิธีการอบ และคั่ว	89
5	ลักษณะสีของข้าวงอกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีการอบ	90
6	ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งจากข้าวทั้ง 3 พันธุ์	91
7	ผลิตภัณฑ์ชาข้าวงอกพร้อมดื่มจากข้าวทั้ง 3 พันธุ์	91
8	ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ใช้น้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ในอัตราส่วนต่าง ๆ	92
9	ผลิตภัณฑ์ชาข้าวงอกพร้อมดื่มที่ใช้ปริมาณข้าวมอลต์ในอัตราส่วนต่าง ๆ	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ข้าวมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Oryza sativa L. (ตติย สีหร่าย, 2538 : 3) ซึ่งเป็นธัญชาติที่ใช้เป็นอาหารหลักของชาวเอเชีย คนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักประจำวัน และข้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งในแต่ละปีประเทศไทยปลูกข้าวได้ผลิตผลเป็นจำนวนมาก ทำให้สามารถส่งไปจำหน่ายต่างประเทศได้ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2537 : 20) แต่อย่างไรก็ตาม ข้าวในประเทศไทยมีมากจนทำให้ราคาข้าวตกต่ำ เป็นผลให้มีการนำข้าวมาแปรรูปและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวไทย (อรรถวุฒิ ทัศนสองชั้น, 2538 : 1) เช่น แปรรูปเป็นแป้งชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นขนมจีน ข้าวบรรจุซอง ข้าวบรรจุกระป๋อง ข้าวเคลือบวิตามิน ข้าวเคลือบสมุนไพร เป็นต้น ตลอดจนถึงการนำข้าวมาสกัดสารที่มีประโยชน์นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต่าง ๆ เช่น แชมพูจากข้าวหอมมะลิสีดำ ครีมอาบน้ำ (Shower Gel) ซึ่งปัจจุบันก็เริ่มเป็นที่รู้จักและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น (ดา ชฎาพร, 2550 : 17-19)

ปัจจุบันประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนาได้ให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น โดยจะเห็นได้จากการที่ผู้บริโภคเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ผลิตจากพืชหรือธัญพืชมากมาย เช่น น้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมข้าวโพด น้ำนมจากปลายข้าวเจ้า (สมฤดี วิบูลพัฒนะวงศ์, 2540 : 1-2) โดยมีการศึกษาระบุว่าเครื่องดื่มที่ผลิตจากธัญพืชจะให้คุณประโยชน์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับคนทุกเพศทุกวัย รวมทั้งผู้ที่มีระบบย่อยอาหารเสื่อมผู้แพ้นมวัว และผู้ป่วยพักฟื้นสำหรับในประเทศไทยการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวงอกเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจยังมีไม่มาก ซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวงอกนี้สามารถตอบสนองต่อกระแสตลาดและผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญด้านสุขภาพได้ จากงานวิจัยพบว่าเมล็ดข้าวงอกจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยจะประกอบด้วยสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียม ธาตุเหล็ก และเส้นใย (Fiber) ยังพบกรดอะมิโนชนิดที่ละลายน้ำได้ซึ่งในร่างกายมนุษย์สามารถนำไปใช้ได้ทันที ในข้าวขาวดอกหอมมะลิ 105 จะมีปริมาณธาตุเหล็กสูง ข้าวหอมนิลมีปริมาณวิตามินบี 1 สูง และข้าวพันธุ์ข้าวขาวดอกหอมมะลิ ข้าวหอมนิล ข้าวเหนียวดำมีปริมาณวิตามินบี 2 สูงสุด (สุพัตรา เลิศวณิชย์วัฒนา และคณะ, 2538 : 296) และในคัมภีร์ข้าวเจ้าพันธุ์ข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาวดอกหอมมะลิ 105 มีสารแกมมาอะมิโนบิวทีลิก (v-aminobutylic acid, GABA) สารตัวนี้ทำให้จิตสมาธินิ่งขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปในทางการแพทย์จะใช้สารดังกล่าวในการรักษาโรคไฮเปอร์หรือสมาธิสั้นและช่วยป้องกันโรคต่างๆได้ เช่นโรคมะเร็ง โรคเบาหวาน ช่วยในการดูดซึมและเผาผลาญอาหาร ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิตทำให้หัวใจเต้นสม่ำเสมอ และป้องกันโรคความจำเสื่อมได้ (http://pr.ku.ac.th/clipnews/html/08Aug50/07august50/tecnologychawban.htm, 22 สิงหาคม 2550)

จากประโยชน์ของข้าวงอกที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีแนวคิดที่จะทำการศึกษากรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวงอกโดยจะนำพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวเหนียวดำ ข้าวเหนียวขาวมาเพาะเป็นข้าวงอก แล้วผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ได้แก่ น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และ ชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวไทย และได้ผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่เพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษากรรมวิธีการทำแห้งข้าวงอก

1.2.2 เพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวและพัฒนาสูตรการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและ ชาข้าวงอกพร้อมดื่ม

1.2.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวงอกของไทย

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษากรรมวิธีการทำแห้งของข้าวงอก 2 วิธี คือ การอบโดยใช้ตู้อบไฟฟ้า และการคั่ว ทำการคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมจากพันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวเหนียวดำ และข้าวเหนียวขาว นำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ได้แก่ น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม จากนั้นจึงทำการพัฒนาสูตรน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่มโดยการวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ด้วยวิธีHedonic scale scoring test โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 25 คน เป็นนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้กรรมวิธีและสูตรการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวงอกของไทย

1.4.2 ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.4.3 เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวไทย

1.4.4 เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากข้าวโดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มและได้ผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่ที่ผู้บริโภคยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องดื่มเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญอีกประเภทหนึ่ง และมีแนวโน้มของการดื่มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งเป็นตลาดที่มีการแข่งขันค่อนข้างสูง ส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะเครื่องดื่มที่เป็นของเหลวและยังพบในรูปเครื่องดื่มผง เมื่อต้องการดื่มก็นำมาละลายน้ำ ปัจจุบันมีการปรับปรุงส่วนผสมของเครื่องดื่มดัดแปลงและออกแบบภาชนะบรรจุ ให้มีรูปแบบแปลกตา สะดวกต่อการใช้ ง่ายต่อการดื่ม เพื่อจูงใจให้ผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์ ทำให้มีเครื่องดื่มรูปแบบต่าง ๆ มากมายวางจำหน่ายในท้องตลาด

เครื่องดื่มเริ่มวิวัฒนาการมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1773 โดย ดร. เบนจามิน รูซ (Dr. Rush) ซึ่งสนใจศึกษาองค์ประกอบของแร่ธาตุในน้ำ ต่อมาในปี ค.ศ. 1807 เบนจามิน ซิลลิแมน (Benjamin Silliman) ซึ่งได้ทดลองทำน้ำโซดา และตั้งโรงงานผลิตน้ำโซดาขนาดเล็ก ซึ่งได้รับความนิยมเมื่อวางจำหน่ายมีการขยายการผลิตมากขึ้น (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2543 : 121)

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจาก

1.ช่วยลดความกระหายและความอ่อนเพลีย จากการที่ร่างกายสูญเสียน้ำจะช่วยสร้างความสดชื่นกระชุ่มกระชวย ผ่อนคลายความตึงเครียดของร่างกาย

2. สามารถใช้ดื่มได้ในหลายโอกาสที่แตกต่างกันไป เช่น ระหว่างการประชุมจะนิยมเครื่องดื่มประเภท ชา กาแฟ ส่วนงานสังสรรค์ งานฉลอง หรืองานประเพณีต่าง ๆ ก็นิยมใช้เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น สุรา เบียร์ ไวน์ วิสกี้ และน้ำอัดลม หรือน้ำผลไม้ เช่น น้ำส้ม น้ำแตงโม เป็นต้น

3.ช่วยเสริมสุขภาพ เครื่องดื่มบางชนิดทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารเสริม จากการบริโภคอาหารประจำวัน เช่น น้ำนมจากพืช โกโก้ ไมโล โอวัลติน เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์บางชนิดยังช่วยกระตุ้นให้อยากรับประทานอาหารมากขึ้นหากดื่มในปริมาณที่พอเหมาะ

4. มีคุณค่าทางอาหารในแง่ของการเป็นแหล่งพลังงานจากน้ำตาลซูโครส กลูโคส หรือฟรุกโทส ในเครื่องดื่มที่ดูดซึมเข้าสู่กระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) และวัฏจักรเครปส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(kreb'cycle) ได้พลังงานออกมา สำหรับเครื่องดื่มพวกน้ำผลไม้ยังเป็นแหล่งของวิตามิน เกลือแร่ เช่น วิตามินซี วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 ไนอะซิน กรดโฟลิกและกรดแพนโททานิก ซึ่งปริมาณของวิตามินและเกลือแร่แต่ละชนิดจะขึ้นกับประเภทและชนิดของน้ำผลไม้ เกลือแร่และวิตามินต่าง ๆ ที่ได้รับจากเครื่องดื่มนับเป็นแหล่งสำคัญที่ร่างกายต้องการเพื่อนำไปใช้เป็นโคแฟกเตอร์ (cofactor) ในการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการทางชีวเคมีภายในร่างกาย เพื่อให้มีการสร้างพลังงานในรูปเอทีพี (ATP) อย่างสมบูรณ์ แม้จะบริโภคสารอาหารหลัก คือ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน แล้วก็ตาม หากขาดเกลือแร่และวิตามินก็จะทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีของร่างกายลดลง หรือทำงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้นการดื่มเครื่องดื่มหลังการบริโภคอาหารประจำวันแล้ว จะเป็นการสร้างสมดุลในการเผาผลาญสารอาหารหลักให้เกิดพลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2543 : 121)

2.2 เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

ปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ได้ให้ความสำคัญต่ออาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมากขึ้น เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมีหลายชนิด เช่น น้ำอาร์ซี ซึ่งเป็นเครื่องดื่มชนิดหนึ่งของอาหารชีวจิต น้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมธัญพืช และน้ำผลไม้ต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าเครื่องดื่มที่เป็นที่นิยมนั้นล้วนแต่ผลิตมาจากพืชและเมล็ดพืชทั้งหมด เนื่องจากน้ำนมจากพืชและเมล็ดพืชมีสารอาหารดังนี้ คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน วิตามินบี สังกะสี โปตัสเซียม แมกนีเซียมและแคลเซียมไม่มีโคเลสเตอรอล ไขมันค่อนข้างต่ำ และมีไฟเบอร์ชนิดละลายน้ำค่อนข้างสูง ซึ่งไม่มีในเนื้อสัตว์นอกจากนี้ยังมีสารพิษที่ซ่อนอยู่ในเนื้อสัตว์ เช่น วัว ควาย ซึ่งเมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว จะทำให้ระบบย่อยอาหารต้องทำงานหนักมากขึ้น สารพิษเหล่านี้ได้แก่ ฮอร์โมน ยาปฏิชีวนะ เป็นต้น สารพิษเหล่านี้จะสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของสัตว์ ซึ่งไม่ว่าจะรับประทานส่วนใด ก็ได้รับสารพิษในปริมาณที่เท่า ๆ กัน ประโยชน์ที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากพืชและเมล็ดพืชที่กล่าวมานี้เป็นเพียงส่วนหนึ่ง ยังมีสารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายอีกมากมาย ขึ้นกับชนิดและสรรพคุณของพืชชนิดนั้น ๆ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2543 : 121)

2.3 ข้าว (Rice)

ข้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyleledon) ที่สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีน้ำขังจัดเป็นธัญพืชตระกูลหญ้าใน Family : Gramineae มีอยู่หลายชนิด ได้แก่ ข้าวเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวโอ๊ต ข้าวบาเลย์ ข้าวไรย์ และข้าวมิลเล็ต ซึ่งแต่ละชนิดมีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ (Scientific name) แตกต่างกันดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชื่อทางวิทยาศาสตร์ของข้าวชนิดต่าง ๆ

ธัญพืช	ชื่อทางวิทยาศาสตร์
ข้าวเจ้า	Oryza sativa , Oryza glaberrima
ข้าวสาลี	Triticum sp.
ข้าวโพด	Zea mays, L.
ข้าวฟ่าง	Sorghum vulgare, pers.
ข้าวโอ๊ต	Avena sativa, Avena byzatina
ข้าวบาเลย์	Hordeum vulgare, Hordeum distichum
ข้าวไรย์	Secalc cereale
ข้าวมิลเล็ท	Panicum milliaceum, Setaria italica, Echinochloa crusgalli var. frumentacea, Elevine coracana, Pastalum scrobiculatum.

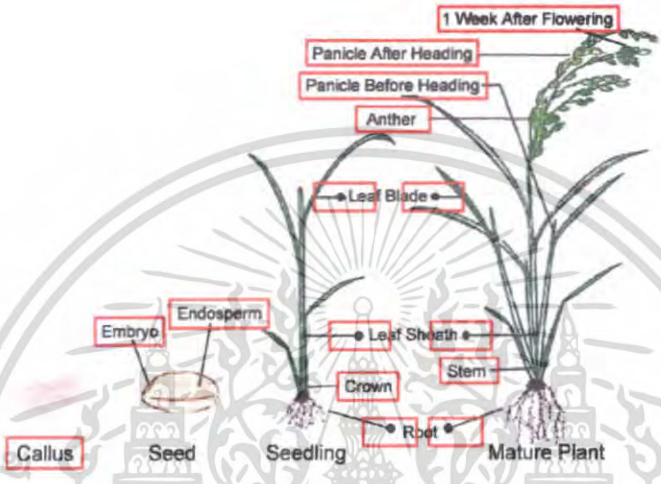
ที่มา : ณัฐลักษณ์ วิศรและสมร กายสี, 2543 : 1)

ก. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าว

เมื่อเอาเมล็ดข้าวไปเพาะให้งอก โดยแช่น้ำนานประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง แล้วเอาเมล็ดขึ้นมาเก็บไว้ในจานแก้วที่มีความชื้นสูง ในห้องที่มีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส เมล็ดจะงอกภายใน 48 ชั่วโมง โดยมีปุยสีขาวเกิดขึ้นที่ปลายด้านหนึ่งของเมล็ดข้าว ซึ่งเป็นปลายด้านที่ติดกับก้านดอก และส่วนที่งอกนั้นก็คือ embryo หรือคัพภะ ต่อไปก็จะมีรากและยอดโผล่ตามออกมา เมื่อเอาเมล็ดที่เริ่มงอกเหล่านี้ไปปลูกในดินที่เปียก ส่วนที่เป็นรากก็จะเจริญเติบโตลึกลงไปในดิน ส่วนที่เป็นยอดก็จะสูงขึ้นเหนือผิวดินแล้วเปลี่ยนเป็นใบ ต้นข้าวเล็ก ๆ นี้ เรียกว่าต้นกล้า หลังจากต้นกล้ามีอายุประมาณ 40 วัน ก็จะมีหน่อใหม่เกิดขึ้น โดยเจริญเติบโตออกมาจากตาซึ่งอยู่ที่โคนต้น ต้นกล้าแต่ละต้นสามารถแตกกอ ได้หน่อใหม่ประมาณ 5 -15 หน่อ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว ระยะปลูกและความอุดมสมบูรณ์ของดิน แต่ละหน่อให้รวงข้าวหนึ่งรวง แต่ละรวงจะมีเมล็ดประมาณ 100 – 200 เมล็ด ปกติข้าวที่โตเต็มที่แล้วจะมีความสูงจากพื้นดินถึงปลายรวงที่สูงที่สุดประมาณ 100 – 200 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว ตลอดถึงความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุดมสมบูรณ์ของดินและความลึกของน้ำ พันธุ์ข้าวบางพันธุ์มีต้นสูงและบางพันธุ์ก็มีต้นเตี้ย ภายในของต้นข้าวมีลักษณะเป็นโพรงและแบ่งออกเป็นปล้อง ๆ ฉะนั้นข้าวต้นสูงจึงล้มง่ายกว่าต้นเตี้ย ลักษณะที่สำคัญของข้าวที่ควรทราบจึงแบ่งออกได้เป็นลักษณะที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต และลักษณะที่เกี่ยวกับการขยายพันธุ์ดังนี้ (ประพาส วีระแพทย์, 2523 : 2-3)



ภาพที่ 1 ลักษณะการเจริญเติบโตของข้าว

ที่มา : http://gene64.dna.affrc.go.jp/RPD/rice6.jpg, 19 กุมภาพันธ์ 2551.

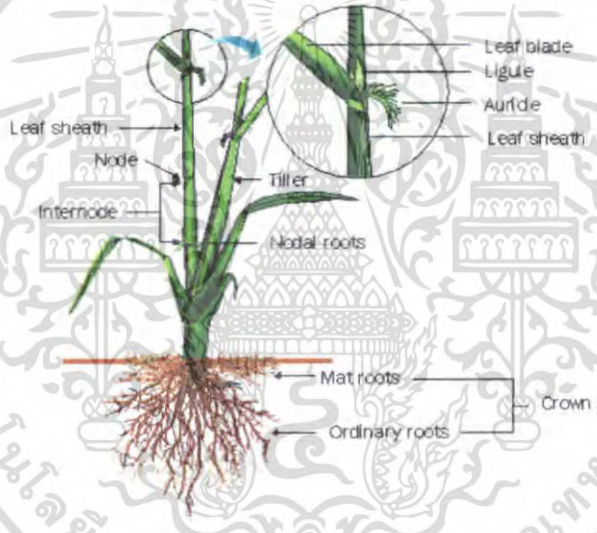
1. ลักษณะที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของต้นข้าว ได้แก่ ราก ลำต้น และใบ

1.1 ราก รากของข้าวเป็นส่วนที่อยู่ใต้ผิวดิน ใช้ยึดลำต้นกับดินเพื่อไม่ให้ต้นล้ม แต่บางครั้งก็มีรากพิเศษเกิดขึ้นที่ข้อซึ่งอยู่เหนือพื้นดินด้วย ต้นข้าวไม่มีรากแก้ว แต่มีรากฝอยแตกแขนงกระจายอยู่ใต้ผิวดิน ด้วยเหตุนี้รากของข้าวจึงไม่ได้อยู่ลึกมากจากพื้นผิวดิน แต่ละแขนงของรากฝอยก็มีรากขนอ่อน รากของต้นข้าว นอกจากจะเกิดที่โคนต้นแล้ว รากก็จะเกิดขึ้นที่ข้อซึ่งอยู่ใต้ดินและอยู่ใต้น้ำด้วย ต้นข้าวใช้รากสำหรับดูดเอาอาหารจากดิน อาหารของต้นข้าวประกอบด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ และน้ำ อาหารแหล่งนี้จะถูกส่งไปที่ใบเพื่อเปลี่ยนเป็นแป้งโดยวิธีการที่เรียกว่า สังเคราะห์แสง

1.2 ลำต้น ลำต้นของข้าวมีลักษณะเป็นโพรงตรงกลางและแบ่งออกเป็นปล้อง ๆ โดยมีข้อกั้นระหว่างปล้อง ความยาวของปล้องนั้นแตกต่างกัน จำนวนปล้องจะเท่ากับจำนวนใบของต้นข้าว ปกติจะมีประมาณ 25 – 30 ปล้อง แต่จะมีใบติดอยู่ที่ต้นให้เห็นเพียง 5 – 7 ใบ ปล้องซึ่งอยู่ที่โคนต้นจะสั้นกว่าปล้องซึ่งอยู่ที่ปลายของลำต้น นอกจากนี้ปล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งอยู่ที่โคนจะมีขนาดโตกว่าปล้องที่อยู่ตรงส่วนปลาย ยกเว้นข้าวขึ้นน้ำที่ต้องยืดต้นให้สูงเมื่อมีน้ำลึก ปล้องของข้าวขึ้นน้ำยาวมาก และปล้องที่อยู่ใกล้ผิวน้ำจะโตกว่าที่อยู่ลึกลงไปในน้ำ ที่ข้อซึ่งเป็นส่วนที่แบ่งลำต้นออกเป็นปล้อง ๆ นั้น มีตาสำหรับเจริญเติบโตออกมาเป็นหน่อข้อละหนึ่งตา และอยู่สลับกันไปจากข้อหนึ่งไปอีกข้อหนึ่ง สีของข้อก็แตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว ซึ่งอาจจะเป็นสีเหลืองหรือสีม่วงก็ได้ ส่วนความยาวของปล้องนั้นก็แตกต่างไปตามชนิดของพันธุ์ข้าวเช่นกัน พันธุ์ต้นสูงจะมีปล้องยาวกว่าพันธุ์ต้นเตี้ย ต้นข้าวถูกหุ้มด้วยกาบใบ จึงทำให้ไม่สามารถมองเห็นลำต้นหรือปล้องของต้นข้าวในระยะแตกกอ แต่ต้นข้าวมีการยืดลำต้นสูงขึ้นในระยะออกรวงจนสามารถมองเห็นลำต้นได้ (ชาญ มงคล, 2536 : 17-18)



ภาพที่ 2 ส่วนต่าง ๆ ของลำต้นข้าว

ที่มา : http://www.ikisan.com/images/Rice/ri.%20gm.%20Roots.gif, 18 กุมภาพันธ์ 2551.

1.3 ใบ ต้นข้าวมีใบไว้สำหรับทำการสังเคราะห์แสง เพื่อเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุ อาหาร น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นแป้ง เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างเมล็ดของต้นข้าว ใบประกอบด้วยกาบใบและแผ่นใบ กาบใบและแผ่นใบเชื่อมติดกันด้วยข้อต่อของใบ กาบใบคือส่วนที่ติดอยู่กับข้อของลำต้นและห่อหุ้มต้นข้าวไว้ แต่ละข้อมีเพียงหนึ่งกาบใบเท่านั้น แผ่นใบคือส่วนที่อยู่เหนือข้อต่อของใบ มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ พันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์จะมีความยาว ความกว้าง รูปร่าง สีของใบ ตลอดถึงการทำมุมของใบกับลำต้นไม่เหมือนกัน นอกจากนี้ที่แผ่นใบของข้าวบางพันธุ์ก็มีขนหรือไม่มีขนด้วย แผ่นใบที่มีขน เมื่อใช้มือจับจะรู้สึกว่าใบนั้นไม่เรียบ แต่แผ่นใบที่ไม่มีขนเมื่อเอามือจับจะรู้สึกเรียบ ๆ สรุปแล้วกล่าวได้ว่าใบข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว และบางพันธุ์มีแผ่นใบทำมุมกว้างหรือทำมุมแคบกับลำต้น เส้นใบของข้าวมองเห็นได้ชัดจากด้านบนของแผ่นใบ เส้นใบจะขนานกันตามความยาวของใบ เพราะข้าวเป็นพืชพวกใบเลี้ยงเดี่ยว ใบข้าวใบสุดท้ายซึ่งหมายถึงใบที่ติดอยู่กับรวงข้าวเรียกว่าใบธง ปกติใบธงจะมีลักษณะสั้นและทำมุมกับลำต้นแตกต่างจากใบอื่น ๆ ที่อยู่ข้างล่าง ที่ข้อต่อของใบซึ่งเป็นส่วนที่ต่อเชื่อมระหว่างกาบใบและแผ่นใบ มีลักษณะคล้าย ๆ กับข้อที่กั้นแบ่งต้นข้าวออกเป็นปล้อง ๆ และที่ข้อต่อของใบนี้มีเยื่อกันน้ำฝนและเขี้ยวกันแมลงติดอยู่ด้วย เขี้ยวกันแมลงมีสองอัน ลักษณะเป็นพู่คล้ายหางกระรอก ติดอยู่ข้างละอันของข้อต่อของใบ ส่วนเยื่อกันน้ำฝนนั้นมีอันเดียวมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ อยู่ด้านในของข้อต่อของใบ และประกบติดอยู่กับลำต้นเยื่อกันน้ำฝนนี้มีขนาดและสีแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว อย่างไรก็ตามใบแก่ ๆ อาจไม่มีเขี้ยวกันแมลงเหลือติดอยู่เลย เพราะว่าได้ร่วงหล่นไปเสียแล้ว จากที่ได้ทราบแล้วว่าต้นข้าวต้นเดียวอาจแตกเป็นหน่อใหม่ประมาณ 5-15 หน่อ หน่อใหม่ที่แตกออกมาจะมีจำนวนใบน้อยกว่าต้นแรกของมัน และบางหน่ออาจไม่มีรวง (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547 : 35)

2. ลักษณะที่เกี่ยวกับการขยายพันธุ์ ต้นข้าวมีการขยายพันธุ์โดยเมล็ดซึ่งเกิดจากการผสมระหว่างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย เพราะฉะนั้นลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับการขยายพันธุ์ได้แก่ รวง ดอกข้าว และเมล็ดข้าว

<u>ภาพที่ 3</u> ส่วนต่าง ๆ ของรวงข้าว
ที่มา : ชาญ มงคล, 2536 : 149

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 รวงข้าว หมายถึง ช่อดอกของข้าว (inflorescence) ซึ่งเกิดขึ้นที่ข้อของปล้องอันสุดท้ายของต้นข้าว ระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องอันสุดท้ายกับข้อต่อของใบธง เรียกว่า คอรวง ดังนั้น คอรวงจะสั้นหรือยาวก็ขึ้นอยู่กับระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องอันสุดท้ายกับข้อต่อของใบธง ชาวนาในภาคใต้ซึ่งเก็บเกี่ยวข้าวด้วยแกระ มีความประสงค์ที่จะปลูกข้าวชนิดที่มีคอรวงยาว แต่ชาวนาที่เก็บเกี่ยวด้วยเคียวนั้น เขาไม่คำนึงถึงความยาวของคอรวงเลย นอกจากนี้ที่ข้อของปล้องสุดท้ายอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฐานของคอรวง (panicle base) รวงข้าวประกอบด้วยก้านอันใหญ่ต่อจากคอรวงขึ้นไป แล้วแตกแขนงแบบ racemose mode branching ออกไปมากมาย โดยแต่ละข้อของก้านอันใหญ่แตกแขนงออกไปเรียกว่าระแง้ปฐมภูมิ (primary branches) และแต่ละข้อของระแง้ปฐมภูมิก็จะแตกแขนงออกไปอีกเป็นระแง้ทุติยภูมิ (secondary branches) ดอกข้าว (spikelets) มีก้านดอก (pedicel) ติดอยู่ที่ระแง้ปฐมภูมิ ลักษณะของรวงข้าว เช่น ความยาว รูปร่าง ความถี่ห่างของข้อของระแง้ปฐมภูมิและระแง้ทุติยภูมิ ตลอดถึงมุมของการแตกแขนงออกไปนั้น แตกต่างไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว การมีข้อของระแง้ปฐมภูมิ และ ระแง้ทุติยภูมิ เรียกว่า ระแง้ถี่ ทำให้มีจำนวนดอก (spikelts) ต่อรวงมาก ซึ่งเป็นลักษณะของพันธุ์ข้าวที่จะให้ผลผลิตสูง (ประพาส วีระแพทย์, 2523 : 2-7)

ภาพที่ 4 รวงข้าว

ที่มา : http://www.gramene.org/species/oryza/images/rice_panicle4.jpg , 19 กุมภาพันธ์ 2551.

2.2 ดอกข้าว หมายถึง ส่วนที่มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียสำหรับผสมพันธุ์ ดอกข้าวประกอบด้วยเปลือกนอกสองแผ่นประสานกันเพื่อห่อหุ้มส่วนที่อยู่ภายในไว้ เปลือกนอกแผ่นใหญ่เรียกว่า lemma ส่วนเปลือกนอกแผ่นเล็กเรียกว่า palea ทั้งสองเปลือกนี้ภายนอกของมันอาจมีขนหรือไม่มีขนก็ได้ ถ้าที่เปลือกนี้ไม่มีขน ที่ใบของมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะไม่มีขนและผิวเรียบด้วย ที่ปลายสุดของ lemma จะมีลักษณะเป็นปลายแหลมยื่นออกมา เรียกว่า หาง (awn) พันธุ์ข้าวบางพันธุ์มีหางสั้นและบางพันธุ์ก็มีหางยาว พันธุ์ที่มีหางยาวเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ เพราะทำให้เก็บเกี่ยวและนวดยาก นอกจากนี้อาจทำให้ผู้เข้าไปเก็บเกี่ยวเกิดเป็นแผลตามผิวหนังได้ง่าย ที่ปลายด้านล่างของ lemma และ palea เท่านั้นที่ประสานติดกันอยู่บนก้านสั้น ๆ ที่เรียกว่า rachilla และที่ด้านบนของ rachilla นี้จะมีแผ่นบาง ๆ สองแผ่นขนาดเท่า ๆ กัน ทำหน้าที่บังคับให้ lemma และ palea ดังกล่าวปิดหรือเปิดได้แผ่นบาง ๆ สองแผ่นนี้เรียกว่า lodicules ที่ฐานของ rachilla จะมีเปลือกบาง ๆ อีกสองแผ่นขนาดเล็กกว่า lemma และ palea และมีรูปร่างค่อนข้างยาวประกบอยู่ที่ฐานของ lemma และ palea เรียกว่า sterile lemmas ซึ่งที่ปลายด้านล่างของ sterile lemmas ก็ประสานติดกันอยู่รอบ ๆ ข้อซึ่งเรียกว่า rudimentaru glumes ต่อลงมาก็จะเป็นก้านดอก (pedicel) ซึ่งติอยู่บนระแง้ทุติยภูมิของรวงข้าวดังกล่าว

ส่วนที่อยู่ภายในซึ่ง lemma และ palea ห่อหุ้มไว้นั้น ได้แก่ เกสรตัวผู้ (stamen) และเกสรตัวเมีย (pistil) เกสรตัวผู้ประกอบด้วยกระเปาะสีเหลือง (anther) ซึ่งภายในมีละอองเกสร (pollen grains) ขนาดเล็กจำนวนมาก กระเปาะนี้ติดอยู่บนก้านยาวเรียกว่า filament และเชื่อมติดอยู่กับฐานของดอก ในดอกข้าวแต่ละดอกจะมีกระเปาะเกสรตัวผู้จำนวน 6 อัน ส่วนเกสรตัวเมียนั้นประกอบด้วยที่รับละอองเกสรตัวผู้ (stigma) ซึ่งมีลักษณะคล้ายหางกระรอกขนาดเล็กจำนวนสองอัน แต่ละอันมีก้าน (style) เชื่อมติดอยู่กับรังไข่ (ovary) ในรังไข่จะมีไข่ ซึ่งเมื่อถูกผสมเกสรแล้วก็จะกลายเป็นเมล็ด

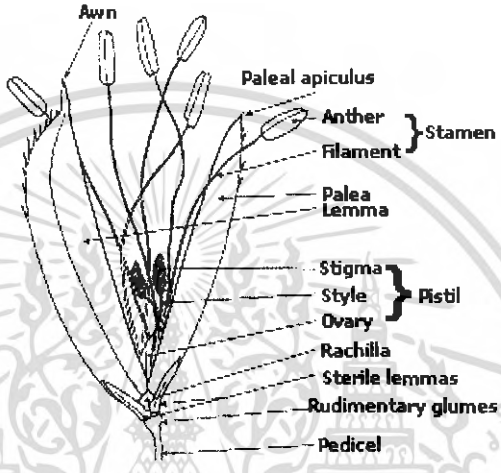
<u>ภาพที่ 5</u> ดอกข้าว

ที่มา : http://i53.photobucket.com/albums/g72/sailomloy/Rice%20Field/BeeFly.jpg, 18 กุมภาพันธ์ 2551.

จึงเห็นได้ว่าดอกข้าวเป็นดอกชนิดที่เรียกว่า ดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) เพราะมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ฉะนั้น การผสมเกสร (pollination)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนใหญ่จึงเป็นแบบการผสมตัวเอง (self - pollination) และมีการผสมเกสรแบบข้ามต้น (cross - pollination) เป็นจำนวนน้อยมากหรือประมาณ 0.5 – 5 % เท่านั้น ปกติการผสมเกสรเกิดขึ้นภายในดอกเดียวกันในเวลาเช้า และก่อนที่ lemma และ palea จะบานออกเล็กน้อย ดอกข้าวจะเริ่มบานจากปลายรวงลงมาสู่โคนของรวงข้าว และรวงหนึ่ง จะใช้เวลาประมาณ 7 วัน เพื่อให้ดอกทุกดอกได้บานและมีการผสมเกสร (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547 : 40)



ภาพที่ 6 ส่วนต่าง ๆ ของดอกข้าว

ที่มา : http://www.training.irri.org/courseware/online/hybridrice/images/ Fig% 203%20b.JPG, 18 กุมภาพันธ์ 2551.

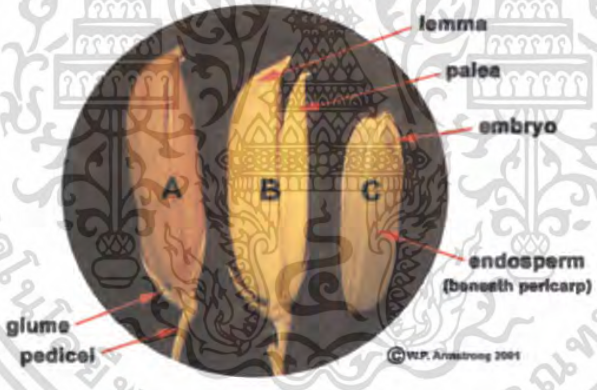
2.3 เมล็ดข้าว หมายถึง ส่วนรวมที่เป็นแป้งที่เรียกว่า endosperm และส่วนที่เป็น embryo ซึ่งถูกห่อหุ้มไว้โดยเปลือกนอกที่เรียกว่า lemma และ palea แป้ง endosperm เป็นแป้งที่เราบริโภค embryo เป็นส่วนที่มีชีวิตและงอกออกมาเป็นต้นข้าวเมื่อเอาไปเพาะ

การที่ละอองเกสรตัวผู้ตกลงบนที่รับละอองเกสรของเกสรตัวเมีย เรียกว่า การผสมเกสร (pollination) หลังจากการผสมเกสรเล็กน้อย ละอองเกสรตัวผู้ก็จะงอกลงไปในก้านของเกสรตัวเมีย เพื่อนำนิวเคลียสจากละอองเกสรตัวผู้ลงไปผสม เพื่อรวมตัวกับไข่และนิวเคลียสอื่น ๆ ในรังไข่ นิวเคลียสที่ได้รวมกับตัวกับไข่ก็จะเจริญเติบโตเป็น embryo ส่วนนิวเคลียสที่ได้รับกับนิวเคลียสอื่น ๆ (polarnuclei) ก็จะเจริญเติบโตเป็นแป้งที่เรียกว่า endosperm หลังจากการผสมเกสรประมาณ 30 วัน เมล็ดข้าวก็จะแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้แกะเปลือกที่เป็น lemma และ palea ของเมล็ดข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวมา ก็จะได้เมล็ดข้าวที่เรียกว่าข้าวกล้อง หรือ brown rice เมล็ดข้าวกล้องมักจะเป็นสีน้ำตาลอ่อน ๆ และเมื่อได้ผ่าตัดเมล็ดข้าวกล้องออกตามความยาว และศึกษาลักษณะของเมล็ดข้าวกล้องอย่างละเอียด ก็พบว่าเมล็ดข้าวกล้องประกอบด้วยเยื่อชั้นนอกบาง ๆ เรียกว่า pericarp layers จำนวน 2 ชั้น เยื่อชั้นกลางหนึ่งชั้นเรียกว่า tegmen และเยื่อชั้นในบาง ๆ อีกหนึ่งชั้นเรียกว่า aleurone layer ถ้า pericarp laters เป็นสีแดง เมล็ดข้าวกล้องก็จะเป็นสีแดง ส่วนภายในที่เป็น endosperm จะมีลักษณะเป็นแป้งสีขาวหรือใส เป็นจำนวนน้อยมากที่มี endosperm ใสกว่า อย่างไรก็ตาม ที่ endosperm ของเมล็ดข้าวเจ้าอาจมีสีขาวขุ่นเกิดขึ้นที่ด้านข้างหรือตรงกลางเมล็ดก็ได้ ซึ่งเรียกว่า ท้องไข่ หรือท้องปลาซิว (chalkiness) (ประพาส วีระแพทย์, 2523 : 6-7)

ข. ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว



ภาพที่ 7 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

ที่มา : http://waynesword.palomar.edu/images/rice6.jpg , 18 กุมภาพันธ์ 2551.

1.แกลบ (Hull หรือ Husk) เป็นส่วนที่ห่อหุ้มผลทั้งเมล็ดหรือข้าวกล้อง (caryopsis) มีลักษณะเป็นเปลือกไม้แข็ง ผิวหยาบ แยกเป็น 2 ฝาประกบกันห่อหุ้มข้าวกล้องตามแนวยาว เรียกว่า เปลือกฝาใหญ่ (lemma) และเปลือกฝาเล็ก (palea) ขอบเปลือกทั้ง 2 ฝา มีลักษณะเกี่ยวกัน ทำให้สามารถควบคุมรูปร่างและขนาดของเมล็ดข้าว นอกจากนี้การเกี่ยวกันของฝาแกลบทั้งสองแตกต่างกันตามพันธุ์หากแกลบและผลหรือเมล็ดข้าวกล้องที่อยู่ภายในอัดตัวกันแน่นจะมีผลช่วยให้การเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บลำบากขึ้น ผิวนอกของเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจมีขนแข็ง (pubescent paddy) ขนแข็งนี้เมื่อหักหลุดออกจากเปลือกจะก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อผิวหนัง

ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์จึงมีความพยายามพัฒนาพันธุ์ข้าวที่เมล็ดมีผิวแกลบเรียบ (glabrous paddy) ส่วนของแกลบมีประมาณ 17-24 % โดยน้ำหนักข้าวเปลือก สีเปลือกส่วนใหญ่ มี 2 สี คือ สีฟางและสีน้ำตาล และมีสีอื่น ๆ อยู่บ้าง เช่น สีดำ แดง เขียวแกมเทา แกลบข้าวมีองค์ประกอบของโปรตีน 1.9-3.0 % ไขมัน 0.3-0.8 % คาร์โบไฮเดรต 26.5-52.9 % เยื่อใย (crude fiber) 34.5-45.9 % เถ้า (ash) 13.2-21.0 % นอกจากนี้แกลบยังอุดมไปด้วยสารซิลิกา (silica) ซึ่งมีอยู่ถึง 18.8-22.3 % และมีลิกนิน (lignin) อยู่ 9–20 % ดังตารางที่ 2 (งามชื่น คงเสรี, 2546 : 12-13)

2. เยื่อหุ้มผล (Pericarp) ภายในส่วนที่แกลบห่อหุ้มไว้ของเมล็ดข้าวเมื่อพัฒนาเต็มที่จะปรากฏชั้นของเซลล์หลายชั้นห่อหุ้มส่วนในอยู่ชั้นเซลล์ต่าง ๆ ประกอบด้วย เยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด (seedcoat or tegmen) และนิวเซลลัส (nucellus) เยื่อหุ้มผลมีปริมาณ 1-2 % ของข้าวกล้อง (caryopsis) เป็นส่วนที่พัฒนามาจากผนังรังไข่ มีความหนาประมาณ 10 ไมครอน ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังเป็นเส้นใย 6 ชั้น เยื่อหุ้มผลนี้ยังแบ่งเป็นเซลล์ชั้นนอก (epicarp) เป็นเซลล์ยาวเรียงตามขวางเป็นแถว ที่ขอบของปลายผนังเซลล์มีลักษณะเป็นรอยหยักเป็นคลื่นถัดมาเป็นเซลล์ชั้นกลาง (hypoderm หรือ mesocarp) ซึ่งเป็นเซลล์ยาวเรียงตามขวางเช่นกัน แต่มีผนังเซลล์เรียบ ผนังเซลล์ของเยื่อหุ้มผลมีความหนาประมาณ 2 ไมครอน ประกอบด้วยสารโปรตีน (protein) เฮมิเซลลูโลส (hemicelluloce) และเซลลูโลส (celluloce) เยื่อหุ้มผลนี้มีสารสีอยู่ทำให้ข้าวกล้องมีสีต่าง ๆ เช่น ขาวแดง น้ำตาลเข้ม น้ำตาลเทา และม่วงหรือเกือบดำ ข้าวกล้องที่มีสีแดงและสีม่วงจะมีสารแอนโธไซยานิน (anthocyanin pigment) อยู่ สีข้าวกล้องมีความสำคัญในทางเศรษฐกิจ ดังมาตรฐานข้าวชนิดดี (ข้าวขาว 100 %) จะไม่ยอมให้ข้าวเมล็ดแดงปนอยู่เลย ในการทำข้าวนึ่งก็เช่นเดียวกันต้องการข้าวกล้องที่มีสีอ่อน เพราะข้าวกล้องที่มีสีเข้มเมื่อผ่านกระบวนการทำข้าวนึ่ง สารสีจะละลายน้ำและซึมเข้าไปในส่วนของเมล็ดของข้าว ทำให้ข้าวสารที่มีสีเข้มแม้จะผ่านการขัดสีแล้วก็ตามและไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคบางกลุ่ม ในทางตรงกันข้ามมีผู้บริโภคอีกกลุ่มนิยมของผู้บริโภคข้าวกล้องสีดำ (ม่วง) และแดงเป็นครั้งคราว สำหรับเป็นอาหารสุขภาพ (health food) อย่างไรก็ตาม มีตลาดข้าวต่างประเทศนำเมล็ดข้าวกล้องสีแดงปนข้าวสารขาวจำหน่ายในตลาดเฉพาะกลุ่มเพื่อทำให้ข้าวสวยมีสีสันเกิดขึ้น (งามชื่น คงเสรี, 2546 : 14-16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของแกลบข้าว

องค์ประกอบ	ปริมาณ
โปรตีน (%) (N x 6.25)	1.9 - 3.0
ไขมัน (%)	0.3 – 0.8
เยื่อใย (%)	34.5 - 45.9
คาร์โบไฮเดรต (%)	26.5 – 29.8
เถ้า (%)	13.2 – 21.0
Silica (%)	18.8 – 22.3
Cellulose (มก./ก.)	0.6 – 1.3
Phosphorus (มก./ก.)	0.3 – 0.7
Lignin (%)	9 – 20
Cellulose (%)	28 – 36
Pentosan (%)	21 – 22
Hemi cellulose (%)	12
ส่วนที่สามารถย่อยได้ (%)	9.3 – 9.5

ที่มา : งามชื่น คงเสรี, 2546 : 13

3. เยื่อหุ้มเมล็ด (Tegmen หรือ Seedcoat) ถัดจากเยื่อหุ้มผลเป็นเยื่อหุ้มเมล็ด เป็นชั้นเซลล์รูปยาว เรียงตามขวางและมีผนังบาง มีความหนาประมาณ 0.5 ไมครอน ในเซลล์มีไขมันอยู่นอกจากนี้ยังมีสารสีอยู่และเช่นเดียวกับเยื่อหุ้มผลทำให้ข้าวกล้องมีสีแตกต่างกัน

4. นิวเซลลัส (Nucellus) ถัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นนิวเซลลัส เมื่อเมล็ดพัฒนาเต็มที่ นิวเซลลัสจะมีความหนาประมาณ 2.5 ไมครอน

5. คัพภะหรือเชื้อพันธุ์ (Embryo or Germ) คัพภะหรือเชื้อพันธุ์อยู่ทางด้านท้องที่อยู่ใกล้ก้านผล มีขนาดเล็กมาก คิดเป็นน้ำหนัก 2- 3 % ของข้าวกล้องหรือผลข้าว ภายในประกอบด้วยต้นอ่อนที่เจริญเป็นต้นข้าว ได้แก่ ยอดอ่อน (embryonic leave or plumule) และรากอ่อนถูกห่อหุ้มด้วยเยื่อหุ้มราก (coleoptile) เพื่อทำหน้าที่ป้องกันยอดอ่อน ในขณะที่รากอ่อนได้รับการปกป้องด้วยเนื้อเยื่อนุ่ม ๆ ของเยื่อหุ้มรากอ่อน (coleorhiza) แกนของคัพภะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะยึดติดกับ scutellum ที่จะพัฒนาเป็นใบเลี้ยง (cotylcdon) ต่อไป ส่วนนอกของคัพภะถูกห่อหุ้มด้วยเยื่ออลูโลน สำหรับเยื่อหุ้มรากอ่อน ถูกห่อหุ้มด้วย scutellum และ epiblast อีกชั้นหนึ่ง (งามชื่น คงเสรี, 2546 : 16)

6. เยื่ออลูโลน (Aleurone layers) เป็นชั้นเซลล์ที่อยู่ใต้เยื่อหุ้มเมล็ด และทำหน้าที่หุ้มคัพภะและเอนโดสเปิร์ม โดยยึดติดแน่นกับเซลล์ชั้นนอกของเอนโดสเปิร์มและคัพภะ เยื่ออลูโลนประกอบด้วยเซลล์ 1-7 ชั้น ภายในเมล็ดข้าวเดียวกัน เยื่อทางด้านผิวหน้าของเมล็ด (dorsal) ที่อยู่คนละด้านกับคัพภะและด้านข้าง (lateral) ที่อยู่ตามแนวความหนาของเมล็ด และความหนาของชั้นอลูโลนยังแตกต่างกันตามพันธุ์ ข้าวที่มีเมล็ดสั้นป้อมมักมีเยื่ออลูโลนหนากว่าข้าวเมล็ดเรียวยาวสำหรับชาวไร่ (upland rice) จะมีชั้นอลูโลนมากกว่านาสวน เซลล์ของเยื่ออลูโลนนี้มีเม็ดโปรตีน ที่ถูกห่อหุ้มด้วยชั้นไขมัน ผนังเซลล์ประกอบด้วยโปรตีน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ส่วนใหญ่เซลล์ของอลูโลนที่อยู่รอบเอนโดสเปิร์มอุดมด้วยกลุ่มโปรตีนและไขมันเซลล์ของอลูโลนที่ห่อหุ้มคัพภะมักเรียกว่า modified aleurone layers ที่มีการจับตัวหลวมกว่าและมีกลุ่มของไขมันและโปรตีนน้อยกว่าเยื่ออลูโลนส่วนอื่น (งามชื่น คงเสรี, 2546 : 16-17)

7. เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) เป็นส่วนที่เป็นข้าวขาวหรือข้าวสาร ภายในประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง (thin wall parenchyma cells) จัดเรียงกันตามแนวรัศมี เมื่อดูจากภาพตัดขวาง ที่กึ่งกลางของเมล็ดตามแนวเส้นผ่าศูนย์กลางจากด้านหลังไปยังท้อง (dorsi-ventral direction) ของเมล็ด เซลล์ที่เรียงกันมักมีรูปทรงยาว ทั้งนี้ข้าวที่มีเมล็ดยาวมักมีความยาวของเซลล์น้อยกว่าที่ข้าวที่มีเมล็ดสั้น สำหรับเซลล์ตามแนวเส้นผ่าศูนย์กลางจากด้านข้างทั้ง 2 ของเมล็ด มักมีรูปทรงหลายเหลี่ยมหรือยาวออกไปเพียงเล็กน้อยเซลล์ที่อยู่บริเวณแกนกลางของเมล็ด (centralcore) มักมีขนาดเล็ก ความยาวและความกว้างของเซลล์ใกล้เคียงกัน มีขนาด 45x50 ถึง 80x105 ไมครอนและมีพื้นที่บริเวณกว้างเพียง 2,250-8,400 ตารางไมครอน ตามแนวรัศมีจากแกนกลางไปยังด้านหลังเมล็ด มีจำนวนเซลล์ 12 - 22 เซลล์ จากแกนกลางไปยังด้านท้องเมล็ดมี 10 -18 เซลล์และจากแกนกลางไปยังด้านข้างมี 10 – 17 เซลล์ ตลอดความยาวของเมล็ดข้าวที่แนวแกนกลางของเมล็ดมี 103- 256 เซลล์ อย่างไรก็ตามจำนวนเซลล์ตามความยาวของเมล็ดนี้ไม่มีความสัมพันธ์กับความยาวเมล็ด เว้นไว้แต่ว่าเมล็ดข้าวมีความยาวมาก จำนวนเซลล์นี้จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของเอนโดสเปิร์มแต่ไม่สัมพันธ์กับรูปร่างของเอนโดสเปิร์ม (งามชื่น คงเสรี, 2546 : 17-20)

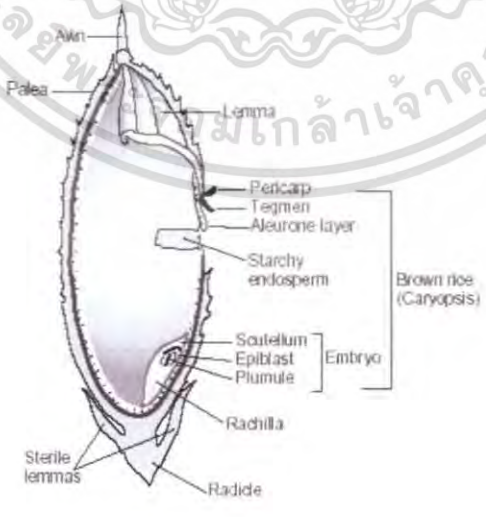
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ค. องค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของข้าว

องค์ประกอบของเมล็ดข้าวและส่วนที่ได้จากการขัดสี อันดับแรกของกระบวนการสีข้าวจะทำการแยกแกลบออกจากเมล็ด (dehulling) เมื่อทำการขัดผิวของข้าวกล้องจะได้รำหยาบและรำละเอียด (bren and polish) และข้าวขาวหรือข้าวสาร (white rice, milled or polished rice) ในส่วนของรำหยาบประกอบด้วยแกลบบางส่วน เยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ดนิวเซลัส เยื่ออลูโลน และคัพภะ ยังมีแป้งปนอยู่มากกว่ารำหยาบ ดังนั้นรำหยาบจึงมีสีน้ำตาลคล้ำกว่ารำละเอียด โดยทั่วไปเมื่อสีข้าวจะได้รำหยาบ 5 – 9 % ของน้ำหนักข้าวเปลือก แต่ส่วนใหญ่มักอยู่ในระดับ 8- 9 % และได้รำละเอียด 2 – 3 % ของน้ำหนักข้าวเปลือก ดังนั้นในการสีข้าวจะได้ข้าวขาวประมาณ 60 – 73 % โดยน้ำหนักข้าวเปลือก ข้าวขาวหรือข้าวสารมีขนาดเล็กกว่าข้าวกล้องเล็กน้อย มีผิวเรียบ สีขาว ไม่เลื่อมมัน (non glistening) ผิวด้านข้างหรือด้านบนตามความหนาของเมล็ดมีรอยเว้าตามความยาวของเมล็ด 2 เส้นขนานกัน เรียกว่า สาแหรก (parallel ridges) เซลล์บางส่วนของเอนโดสเปิร์มฉีกขาด เนื่องจากการขัดสีเอาผิวรำออกได้สมบูรณ์กว่า แม้จะขัดสีเอาผิวรำออกน้อย ข้าวสารมีความหนาแน่น (density) 1.43 – 1.46 กรัม/มิลลิลิตร และมีความหนาแน่นรวม (bulk density) 0.78-0.85 กรัม/มิลลิลิตร (งามชื่น คงเสรี, 2546 : 12-13)

องค์ประกอบอาหารของส่วนต่าง ๆ ที่ได้จากการขัดสีข้าวเปลือกมีเยื่อใยและเถ้าสูงกว่าข้าวกล้องในขณะที่มีคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่า โดยเฉลี่ยข้าวกล้องมีโปรตีนประมาณ 8 % ที่ความชื้น 14 % ทั้งนั้นข้าวกล้องมีโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า pentosan และลิกนิน มากกว่าข้าวขาว



ภาพที่ 8 องค์ประกอบของเมล็ดข้าว

ที่มา : http://www.fao.org/DOCREP/005/Y6159T/y6159t14.gif , 26 กุมภาพันธ์ 2551.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
81959

1. องค์ประกอบของข้าว

1.1 คาร์โบไฮเดรต แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1.1 สตาร์ช ในเมล็ดข้าวเจ้าจะมีสตาร์ชเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 90 % ซึ่งส่วนองค์ประกอบหลักของ สตาร์ชแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ อะมิโลส และอะมิโลเพคติน ปริมาณ อะมิโลสในข้าวจะมีอยู่ในช่วงประมาณ 7- 33 % ส่วนที่เหลือจะเป็นอะมิโลเพคติน อัตราส่วนของอะมิโลสต่ออะมิโลเพคตินมีผลต่อสมบัติด้านต่าง ๆ ของสตาร์ช โดยมีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้ง ความใสและความหนืดของ paste แป้งที่มีอะมิโลสสูงจะดูดน้ำ และมีการพองตัวของเม็ดแป้งช้าลง จึงต้องใช้อุณหภูมิสูงกว่าปกติเพื่อให้เกิดการพองตัวของเม็ดแป้งอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้อัตราส่วนของอะมิโลสต่ออะมิโลเพคตินยัง มีผลต่อเนื้อสัมผัสโดยข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ เมื่อสุกจะมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มและเหนียว และจะร่วนขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออะมิโลสเพิ่มขึ้น (อรอนงค์ วินัยกุล, 2547 : 155)

1.1.2 น้ำตาลอิสระ น้ำตาลอิสระที่พบมากในคัพภะและส่วนเนื้อเมล็ดของข้าวคือ ซูโครส แรฟฟีโนส นอกนี้ยังพบน้ำตาล เมลิไบโอส กลูโคไดฟรักโทส มอลโทไตรโอส และน้ำตาลมอลโทโอลิโกแซ็กคาไรด์อื่น ๆ อีกในเมล็ดข้าวที่กำลังงอก ซึ่งปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%) จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าวและระดับในการขัดสีของข้าวสารนอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณน้ำตาลริดิวซ์จะเพิ่มขึ้นในขณะที่ปริมาณน้ำตาลนอนรีดิวซ์จะลดลงเมื่อนำข้าวไปเพาะให้งอก และน้ำตาลนอนรีดิวซ์จะมีปริมาณลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่ม ในข้าวสารจะมีน้ำตาลประมาณ 0.52 %

1.2โปรตีน โปรตีนในธัญพืชเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง มีคุณค่าทางอาหารสูง มีคุณภาพดี แต่จะมีปริมาณเล็กน้อยในเมล็ด โดยในเมล็ดข้าวมีปริมาณโปรตีนมากรองจากคาร์โบไฮเดรต ในข้าวกล้องมีปริมาณโปรตีนอยู่ประมาณ 5-15.5 % โดยบริเวณรอบนอกเอ็นโดสเปิร์มจะมีปริมาณโปรตีนมากกว่าภายในเมล็ด โปรตีนในเมล็ดข้าวจะสะสมอยู่ในรูปของโปรตีนบอดี้ (Protine bodies) มีรูปร่างกลมและมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 – 4 ไมโครเมตร โปรตีนในข้าวแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

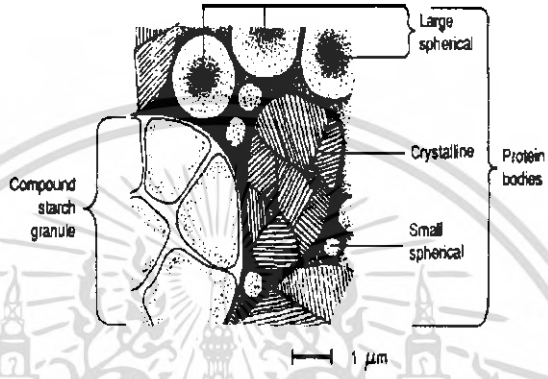
1.2.1 กลูติลิน (Glutelin) เป็นโปรตีนที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นด่าง พบในข้าวประมาณ ร้อยละ 80-85 ของโปรตีนทั้งหมด มีชื่อเรียกว่า โอโรซินิน (oryzenin)

1.2.2 อัลบูมิน (Albumin) เป็นโปรตีนที่ละลายได้ดีในน้ำ มีกรดอะมิโนไลซีนอยู่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 โกลบูลิน (Globulin) เป็นโปรตีนที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นสารละลายเกลือแอมโมเนียซัลเฟต มีปริมาณของกรดอะมิโนไลซีน ร่วมกับกรดอะมิโนในโปรตีนส่วนที่เป็นอัลบูมิน ประมาณ 10-15 % ของโปรตีนทั้งหมด

1.2.4 โพลามิน (Prolamin) เป็นโปรตีนที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายแอลกอฮอล์ มีปริมาณไลซีนต่ำประมาณร้อยละ 5 % เท่านั้น (งามชื่น คงเสรี, 2546 : 34)



ภาพที่ 9 โครงสร้างของโปรตีนบอดี้ (Protein bodies)

ที่มา : http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/t0567e/T0567E02.GIF, 30 ธันวาคม 2550.

1.3 ไขมัน ไขมันที่พบในเมล็ดข้าวจะอยู่ในลักษณะเป็นหยดกลม (Lipid droplet) แทรกอยู่ในชั้นแอลลูโลน มีขนาดเล็กกว่า 1.5 ไมโครเมตร อยู่ในชั้นถัดจากแอลลูโลนมีขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร และอยู่ในส่วนคัพภะขนาดเล็กกว่า 0.7 ไมโครเมตร โดยไขมันแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือไขมันที่อยู่ร่วมกับเม็ดสตาร์ช (starch lipids) และไขมันที่ไม่ได้อยู่ร่วมกับเม็ดสตาร์ช (nonstarch lipids) (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547 : 166) ซึ่งพบว่าบริเวณรอบนอกของเมล็ดข้าวมีปริมาณไขมันประมาณ 85- 90 % ของไขมันทั้งหมด และตรงกลางเมล็ดมีเพียง 60 % ของไขมันทั้งหมด ไขมันที่พบในเมล็ดข้าวเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ โอเลอิค และลินโนเลอิค โดยปริมาณกรดโอเลอิคจะลดลง และกรดลินโนเลอิคจะเพิ่มขึ้นจากชั้นนอกเมล็ดเข้าสู่ชั้นในเมล็ด (รัตติยา ลิมปนาภา และ สุวรัตน์ รักช่วย , 2549 : 7)

1.4 เกลือแร่ เป็นองค์ประกอบที่พบมากที่สุดในส่วนของแกลบ รองลงมาคือรำหยาบ คัพภะและรำละเอียด แร่ธาตุที่พบมากที่สุด ได้แก่ฟอสฟอรัส และเหล็กที่ดีมีปริมาณอยู่ในช่วง 110-230 mg /100 g และ 2.8-3.6 mg /100 g ตามลำดับ แต่มีแคลเซียมค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับน้ำนม มีปริมาณอยู่ในช่วง 10-13 mg /100 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 วิตามิน วิตามินพบมากในส่วนของ รำหยาบ รำละเอียดและคัพภะที่ได้จากการขัดสี เป็นแหล่งสำคัญของวิตามินบางชนิด เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และไนอาซิน โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.1- 0.4 - 0.16 และ 1.0 -3.5 มิลลิกรัม / 100 กรัม ตามลำดับ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547 : 49)วิตามินมีส่วนสำคัญต่อร่างกายในการควบคุมเมตะโบลิซึมต่าง ๆ ช่วยสร้างและ ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ของร่างกายอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบวิตามินอี อีกด้วย ซึ่งเป็นสารป้องกันการเหม็นหืน (ณัฐลักษณ์ วิศร และ สมร กายสี, 2543 : 6-7)

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวสาร 100 กรัม

องค์ประกอบ	ข้าวเจ้ากล้อง	ข้าวเจ้าขาวหอมมะลิ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	352	354
ความชื้น (กรัม)	11.7	12.0
โปรตีน (กรัม)	7.8	6.2
ไขมัน (กรัม)	3.4	1.1
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	72.6	79.8
เถ้า (กรัม)	1.2	0.3
ใยอาหาร (กรัม)	3.4	0.6
วิตามินบีหนึ่ง (มิลลิกรัม)	0.6	0.1
วิตามินบีสอง (มิลลิกรัม)	0.2	0.4
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	4.0	3.0

ที่มา : http:// food.toryod.comfoodPRODUCTcereal.php, 28 ตุลาคม 2550.

2. โครงสร้างของเม็ดแป้ง

จากการศึกษาโดยใช้ light microscope สรุปได้ว่าโมเลกุลของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินภายในเม็ดแป้ง มีการจัดตัวกันเป็นกลุ่มแต่ละกลุ่มมีการจัดเรียงตัวเป็น 2 ลักษณะ คือจัดเป็นลักษณะคล้ายผนึก เรียกว่า crystalline region เป็นส่วนที่มีการจัดเรียงตัวอย่างมีระเบียบประกอบด้วยอะมิโลสเป็นส่วนใหญ่ ส่วนนี้มีการพองตัวจำกัด ไม่ค่อยมีปฏิกิริยากับสารอื่นมากนักและเป็นส่วนที่หักเหแสงเอ็กซ์เรย์ อีกส่วนหนึ่งมีการจัดเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบ ดูดน้ำได้ดีกว่าบริเวณผลึกไวต่อปฏิกิริยาเคมี เรียกว่า amorphorus region (ณัฐลักษณ์ วิศร และ สมร กายสี, 2543 : 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบหลักของข้าวและแป้งข้าวคือ คาร์โบไฮเดรดในรูปของสตาร์ช ซึ่งประกอบด้วยอะไมเลส (amylase) และอะไมโลเพคติน (amylopectin) ข้าวเจ้าและข้าวเหนียวมีปริมาณของอะมิโลสและอะไมโลเพคตินแตกต่างกัน ทำให้คุณภาพของข้าวหุงสุกและแป้งข้าวในด้านสี ความใส และการให้ลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน เมื่อนำข้าวพันธุ์ที่มีอะไมโลสได้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การจำแนกข้าวตามคุณภาพข้าวสุกและปริมาณอะไมโลส

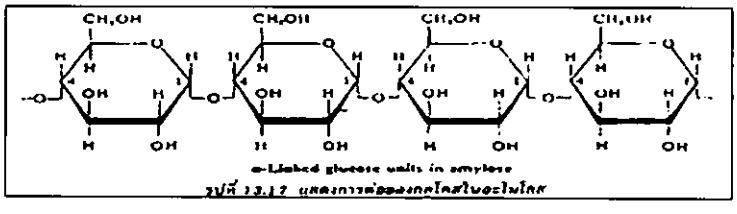
ชนิดข้าว	คุณภาพของข้าวสุก	ปริมาณอะไมโลส
ข้าวเหนียว	เหนียวมาก	0.3
ข้าวเจ้า		
- ข้าวนุ่มเหนียว	นุ่มเหนียว หุงแฉะง่าย	12-19
- ข้าวอ่อน	ค่อนข้างนุ่ม ร่วน	20-25
- ข้าวแข็ง	แข็ง ร่วน หุงขึ้นหม้อ	36-34

ที่มา : http:// food.toryod.com/yodfoodPRODUCTcereal.php, 28 ตุลาคม 2550.

ง. ลักษณะเคมีของข้าว ประกอบไปด้วย

1. อัตราของอะมิโลสในแป้ง

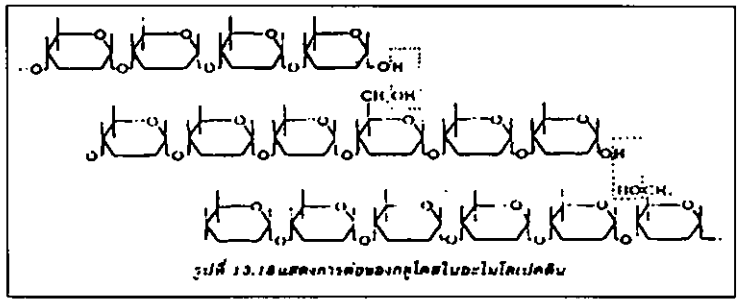
ข้าวพันธุ์ที่มีอะมิโลสสูงจะมีอะมิโลเพคตินต่ำ อะมิโลสจะทำให้ข้าวมีลักษณะร่วนเป็นตัวและแข็ง นอกจากนี้อะมิโลสจะดูดซับน้ำได้ดี แต่ข้าวเจ้าจะมีปริมาณของอะมิโลสในสัดส่วนต่าง ๆ กัน ข้าวเจ้าในประเทศไทยมีสัดส่วนประกอบของแห้งที่มี อะมิโลสปานกลางถึงต่ำคืออยู่ระหว่างร้อยละ 12 – 31 โดยข้าวที่มีความอ่อนนุ่ม เช่น ข้าวหอมมะลิมีอะมิโลสร้อยละ 12 – 18 ซึ่งจัดอยู่ในอะมิโลสต่ำ (งามชื่น ดงเสรี, 2546 : 82)



ภาพที่ 10 การต่อของกลูโคสในอะไมเลส

ที่มา : http://www.geocities.com/yon_lap/21.gif , 15 ธันวาคม 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 การต่อของกลูโคสในอะไมโลเพคติน

ที่มา : http://www.geocities.com/yon_lap/21.gif , 15 ธันวาคม 2550.

2. อุณหภูมิแป้งสุก (Gelatinzation Temperature)

หมายถึง อุณหภูมิซึ่งเมล็ดแป้งเริ่มพองในน้ำร้อน ถ้าอุณหภูมิแป้งสุกสูง ข้าวจะถูกทำให้สุกช้า ข้าวไทยส่วนใหญ่มีอุณหภูมิแป้งสุกปานกลางถึงต่ำ คือ อุณหภูมิแป้งสุกจะไม่เกิน 74 องศาเซลเซียส การประเมินคุณภาพแป้งต้มสุกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้ง ซึ่งช่วยประเมินค่าต่าง ๆ ดังนี้ ค่า gelatinization temperature เป็นค่าอุณหภูมิที่แป้งเริ่มสุก (gelatinzed) ทำให้ความหนืด (viscosity) เริ่มสูงขึ้น ค่าความหนืดสูงขึ้น (peak viscosity) เป็นค่าแสดงถึงความสามารถในการพองตัวของเม็ดแป้งเมื่อต้มสุก

3. กลิ่นหอม

ประเทศไทยมีพันธุ์ข้าวหอมหลายพันธุ์แต่ที่มีชื่อเสียงมากที่สุด คือ ข้าวหอมมะลิ หรือข้าวขาวดอกมะลิ กลิ่นหอมนี้จะเกิดจากสารน้ำมันที่เรียกว่า สาร 2-แอซิทิล -1-ไพร์รอลีน (2-acetyl-1-pyrroline) ซึ่งส่วนใหญ่จะมีอยู่ในเมล็ดข้าวตั้งแต่เนื้อเยื่อของเมล็ดข้าวกล้องจนเข้าไปในเมล็ดข้าวกล้องจะมีสารนี้ประมาณ 0.1-0.2 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในขณะที่ข้าวสารมีเพียง 0.04-0.09 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) กลิ่นหอมในเมล็ดข้าวจะสูญเสียไปได้ ถ้าเก็บรักษาข้าวไม่ดี หรือทิ้งไว้เป็นเวลานานทำให้สารน้ำมันนี้ค่อย ๆ ระเหยและหมดไปในที่สุด (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2546 : 168)

4. ความคงตัวของแป้ง (Gel Consistency)

ความนุ่มของข้าวจะขึ้นกับความคงตัวของแป้ง ข้าวพันธุ์ที่มีความคงตัวของแป้งที่ต่ำจะนุ่มกว่าข้าวพันธุ์ที่มีความคงตัวของแป้งสูง เมื่อนึ่งสุกแล้ว (กรมวิชาการเกษตร, 2547 : 47)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. ชนิดของข้าวที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม

1. ข้าวหอมมะลิ (Thai jasmine rice)

ภาพที่ 12 ข้าวหอมมะลิ

ที่มา : http://www.abbazs.com/cfcAdmin/images/mContent_Image2272550125604.jpg, 28 กุมภาพันธ์ 2551.

ข้าวที่ปลูกเพื่อใช้เป็นข้าวหอมมะลิมี 2 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข.15 ซึ่งข้าว กข. 15 ก็คือข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่นำไปอาบรังสีแกมมาทำให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ประมาณ 4-6 % ซึ่งข้าวทั้งสองพันธุ์นี้ เป็นข้าวเจ้าหอม มีลักษณะ คือ ความสูง 140 ซม. ลำต้นมีสีเขียวจาง ใบเขียวลักษณะยาวค่อนข้างแคบ ใบธงทำมุมกับคอรวง เก็บเกี่ยวง่าย เมล็ดข้าวจะฟักตัวในเวลาประมาณ 8 สัปดาห์ เมล็ดมีเปลือกสีน้ำตาล ยาว 7.4 มม. รูปร่างเรียว ข้าวหอมมะลิ ที่มีชื่อเรียกว่าข้าวหอมมะลินั้น มีที่มาจากสีของข้าวที่ขาวเหมือนดอกมะลิ แต่มีกลิ่นหอมเหมือนใบเตยความหอมของข้าวหอมมะลิ เกิดจากสารระเหยชื่อ 2-acctyl-1-pyrdcnc ซึ่งเป็นสารที่ระเหยหายไปได้ การรักษาความหอมของข้าวหอมมะลิให้คงอยู่นานนั้นจึงควรเก็บข้าวไว้ในที่เย็น อุณหภูมิประมาณ 15 องศาเซลเซียส เก็บข้าวเปลือกที่มีความชื้นต่ำ 14-15% ลดความชื้นข้าวเปลือกที่อุณหภูมิไม่สูงเกินไป (วรวิทย์ พาณิชพัฒน์, 2530 :18)

ลักษณะที่สำคัญของข้าวหอมมะลิ คือ เมื่อหุงหรือนึ่งสุกแล้วเมล็ดข้าวจะนุ่ม เนื่องจากในข้าวหอมมะลิมีอะมิโลส (amylose) 14-17 % ข้าวจึงอ่อนนิ่มมากกว่าข้าวเจ้าทั่วไป แต่ร่วนน้อยกว่าและมีกลิ่นหอม มีคุณค่าทางโภชนาการคือวิตามินบี 1 บี 2 ไนอาซิน คาร์โบไฮเดรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีน นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยแร่ธาตุหลายชนิด เช่น เหล็ก แคลเซียม และ ฟอสฟอรัส ปัจจุบัน (อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์ และคณะ, 2550 : 4)

2. ข้าวเหนียวขาว (Glutinous Rice)

ภาพที่ 13 ข้าวเหนียวขาว
ที่มา : http://www.thaimaparn.co.th/jasrice.gif, 26 กุมภาพันธ์ 2551.

ข้าวเหนียวขาว เป็นพันธุ์ข้าวนาสวนที่เป็นข้าวเหนียว ใช้ปลูกในฤดูนาปีในท้องที่ต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีการทำนาโดยอาศัยน้ำฝน และมักจะมีความแห้งแล้งในฤดูการทำนา เพราะข้าวเหนียวขาว เป็นพันธุ์ที่มีความสามารถในการทนแล้ง ใบยาวสีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง เมล็ดยาวเรียว ข้าวเปลือกสีน้ำตาล ระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 5 สัปดาห์ เมล็ดข้าวยาว 7.23 มม. กว้าง 2.28 มม. หนา 1.77 มม.ลักษณะไวต่อช่วงแสง คุณภาพข้าวสุกนุ่มเหนียว (ประพาส วีระแพทย์, 2523 : 60) ในเมล็ดข้าวเหนียวข้าวจะมีอะไมโลเพคติน (amylopectin) ถึง 95 % มีอะไมโลส (amylose) น้อยมาก บางครั้งพบว่าไม่มีเลย

2.1 สารอาหารในข้าวเหนียวขาว คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินบีรวม วิตามินบี1 บี2 วิตามินอี ไนอะซิน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส สังกะสี ทองแดง ธาตุเหล็ก และ เส้นใยอาหาร

2.2 ประโยชน์ของข้าวเหนียวขาว นอกจากข้าวเหนียวจะมีประโยชน์ทางด้านอาหารแล้ว ยังมีประโยชน์ต่อร่างกายด้วย เช่น

2.2.1. บำรุงร่างกาย

2.2.2. ช่วยขับลมในร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3. สร้างสารอาหาร

2.2.4. เสริมสมรรถภาพกระเพาะอาหาร

2.2.5. ช่วยบำรุงผิวพรรณให้เนียนขึ้น

2.3 สรรพคุณทางยา

2.3.1 ข้าวเหนียว นำมาบดเป็นผงใช้ทาภายนอกแก้โรคเหงื่อออกมากผิดปกติ รากข้าวเหนียว นำมาต้มกับน้ำให้งวด ใช้ดื่ม ทำให้ชุ่มคอ ละลายเสมหะ แก้เหงื่อออกมาก รวมทั้งโรคพยาธิในต่อมน้ำเหลือง

2.3.2 น้ำข้าว นอกจากรับประทานเป็นอาหารได้แล้ว น้ำข้าวอุ่น ๆ ดื่มแล้วชุ่มคอ ยังมีคุณสมบัติบรรเทาอาการร้อน กระหายน้ำ หรืออาเจียนเป็นเลือดตาแดงหรือเลือดกำเดาออกง่าย

2.3.3 น้ำซาวข้าว ใช้ดื่ม มีรสชุ่มเย็น บรรเทาอาการร้อนกระวนกระวายหรือกระหายน้ำ รักษาโรคอหิวาตกโรค อาหารไม่ย่อยและแก้พิษได้

2.3.4 ต้นข้าวอ่อนข้าวเหนียว นำไปต้มกับน้ำให้งวด ใช้ดื่มจะช่วยการย่อยอาหารดีขึ้น ช่วยหล่อลื่นลำไส้และช่วยขับเสมหะและอาการไอโดยไม่รู้สาเหตุ ข้าวงอกต้มน้ำให้งวด ดื่มช่วยย่อยอาหารอย่างดี เพราะในข้าวงอกมีน้ำย่อยแป้ง

(http://eclassnet.kku.ac.th/ed-office/display/disp-articles.php?id=618, 28 กุมภาพันธ์ 2551)

3. ข้าวเหนียวดำ (Purple Rice)

<u>ภาพที่ 14</u> ข้าวเหนียวดำ

ที่มา : http://www.sininrice.com/SininFile/information/images/bt99.jpg , 26 กุมภาพันธ์ 2551.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Oryza sativa* L.

วงศ์ : Gramineae

ชื่อสามัญ : Common Rice

ข้าวเหนียวดำ หรือเรียกตามภาษาพื้นเมืองของทางเหนือว่า ข้าวก่ำ เป็นการเรียกตามลักษณะสีของเมล็ดที่มีสีม่วงดำ หรือแดงก่ำ นิยมปลูกมากในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย นอกจากนี้ยังมีปลูกทั่วไปในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐเวียดนาม อินเดีย ญี่ปุ่น และสาธารณรัฐประชาชนจีน พันธุ์ข้าวเหนียวดำมีลักษณะเป็นข้าวพันธุ์ไวแสง และเป็นข้าวเหนียว ปลูกได้เฉพาะฤดูนาปี นอกจากนี้ข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองจะมีความสามารถในการทนแล้งและการฟื้นตัวจากแล้งได้ดี ต้านทานต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียว ลักษณะเฉพาะที่แตกต่างไปจากข้าวทั่วไปที่เห็นอย่างชัดเจนคือการปรากฏของสีม่วงบนส่วนต่าง ๆ ของต้น เช่น กาบใบ แผ่นใบ กลีบดอก เปลือกเมล็ด และเยื่อหุ้มเมล็ด เป็นต้น ปริมาณของสีจะเข้มข้นแตกต่างกันไป เป็นลักษณะเฉพาะประจำพันธุ์ ซึ่งตามภูมิปัญญาท้องถิ่นข้าวเหนียวดำไร่ จะมีลักษณะสีม่วงเฉพาะส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดเท่านั้น ในขณะที่ข้าวเหนียวดำนา จะมีลักษณะสีม่วงปรากฏอยู่ในส่วนอื่นๆ ด้วย นอกจากนี้อาจแบ่งลักษณะสีม่วงปรากฏอยู่ในส่วนอื่นๆ ด้วย นอกจากนี้อาจแบ่งลักษณะประจำตามสีเยื่อหุ้มเมล็ดโดยเฉพาะข้าวเหนียวดำนาเรียกตามท้องถิ่น คือ ข้าวก่ำล้วน (เมล็ดข้าวมีสีม่วงทั้งเมล็ด) กับ ข้าวก่ำผ่า (เมล็ดมีสีม่วงเพียงบางส่วน)

ภาพที่ 15 ข้าวเหนียวดำกะเทาะเปลือก

ที่มา : http://www.all-creatures.org/recipes/images/i-rice-blacksticky.jpg , 26 กุมภาพันธ์ 2551.

3.1 สารอาหารสำคัญในข้าวเหนียวดำ

3.1.1 แกมม่าออไรซานอล (Gamma Oryzanol) ซึ่งปกติสารตัวนี้พบในข้าวกล้องขาวในปริมาณมากพอสมควร แต่ในข้าวเหนียวดำ พบว่า สารแกมม่าออไรซานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีปริมาณสูงกว่าในข้าวกล้องขาวอีกมาก จากการทดลองของคณะผู้ทำการวิจัย พบว่า สารแกมม่าออไรซานอล กระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกันในหนูเพิ่มขึ้น นอกจากนั้น สารแกมม่าออไรซานอล ยังช่วยขจัดไขมันจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ลดไตรกรีเซอร์ไลด์ และ เพิ่มระดับของไขมันชนิดดี (HDL) ในเลือด และยังมีผลต่อการทำงานของต่อมใต้สมอง ยับยั้งการหลั่งกรดในกระเพาะอาหาร และยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือด ลดน้ำตาลในเลือด และเพิ่มระดับฮอร์โมนอินซูลินของคนเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ด้านการหืนของไขมันในรำข้าวด้วย

3.1.2 แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) สารตัวนี้พบในข้าวเหนียวดำเท่านั้น (ข้าวเจ้าและข้าวสาลีไม่พบสารชนิดนี้) คุณสมบัติของสารแอนโทไซยานิน ช่วยต้านอนุมูลอิสระ ช่วยการหมุนเวียนของเลือด ชะลอการเสื่อมของเซลล์ร่างกาย และ ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปอดด้วย

จากการวิจัย จึงได้ข้อสรุปว่า ข้าวเหนียวดำ มีคุณค่าสูงกว่าข้าวชนิดอื่นๆ รวมทั้งข้าวขาวกล้องด้วย เนื่องจากข้าวเจ้าขาวแม้จะเป็นข้าวกล้อง ก็ไม่มีสารแอนโทไซยานิน นอกจากนั้น สารแกมม่าออไรซานอลในข้าวก่ำ ก็มีปริมาณมากกว่าข้าวเจ้ามาก ดังนั้น การบริโภคข้าวก่ำ จึงได้ทั้งสารแกมม่าออไรซานอล และสารแอนโทไซยานิน พร้อมๆ กัน ซึ่งสารอาหารทั้งสองชนิดจะช่วยบำรุงซ่อมแซมอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายให้สมบูรณ์อยู่เสมอ และ ช่วยป้องกันโรคหัวใจ ลดคอเรสเตอรอล ลดน้ำตาลในเลือด ยับยั้งการเจริญเติบโตของมะเร็ง กระเพาะยับยั้งการหลั่งกรดในกระเพาะอาหาร และยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือด ได้คุณค่าทางยารักษาโรค

นอกจากนั้นในข้าวเหนียวดำยังมีสารอาหาร คาร์โบไฮเดรต วิตามินเอ วิตามินอี ฟอสฟอรัส แคลเซียม ธาตุเหล็ก โพแทสเซียม แมกนีเซียม มีกรดไขมันที่จำเป็นและเส้นใยอาหาร ซึ่งได้แก่ กรดโอเลอิค กรดไลโนเลอิค และกรดปาล์มมิติก (http://www.siamrath.co.th/Education.asp?ReviewID=173010, 23 ธันวาคม 2550.)

ตารางที่ 5 Nutrient composition of Brown, White and Purple Glutinous Rice

Nutrients Brown rice	White rice	Black glutinous rice	(expected values)
Moisutur (%)	12.0	12.0	12.0
Kcal (100g)	360	363	360-363
Protein (%)	7.5	6.7	7.0-8.0
Fat (%)	1.9	0.4	1.5-2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Nutrients Brown rice	White rice	Black glutinous rice	(expectedvalues)
Ash (%)	1.2	0.5	1.0-1.5
Fiber (%)	0.9	0.3	0.9-1.0
CHO (%)	77.4	80.4	75.0-80.0
b -carotene (mg/kg)	3.58	0.12	4.0-5.1
Thiamine (mg/100g)	0.34	0.07	N.A.
Niacin (mg/100g)	4.7	1.6	N.A.

ที่มา : http://images.google.co.th/imgres?imgurl=http://eservice.agri.cmu.ac.th/download/project/115, 28 กุมภาพันธ์ 2551.

3.2 สรรพคุณทางยา

ข้าวเหนียวดำ ภาษาพื้นเมืองของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า ข้าวก่ำ ตามลักษณะสีของเมล็ดที่มีสีแดงเข้ม หรือ สีม่วงเข้ม ข้าวก่ำเป็นทั้งอาหารที่ใช้บริโภคในชีวิตประจำวันปกติ และ เป็นยารักษาโรคด้วย ซึ่งคนไทยสมัยโบราณทราบดีว่า ข้าวก่ำมีคุณค่าในการรักษาโรคต่างๆ มากมาย เช่น

3.2.1 โรคตกเลือดในสตรี สมัยก่อน หากสตรีคลอดลูก หรือตกเลือดมาก การรักษาก็คือ การนำเอาต้นข้าวก่ำมาต้ม เคี่ยวน้ำให้งวดเล็กน้อย แล้วรับประทาน

3.2.2 โรคท้องร่วง การรักษาโดยการนำข้าวก่ำที่ไม่ขัดสี มาทำข้าวหลาม แล้วให้รับประทาน

3.2.3 โรคผิวหนัง โดยใช้ข้าวก่ำ ป่นรวมกับดินประสิวเล็กน้อย แล้วนำไปนึ่งจนสุแล้วปั้นเป็นลูกกลอน

(http://www.siamrath.co.th/Education.asp?ReviewID=173010, 23 ธันวาคม 2550.)

ฉ. การส่งออกข้าวไทยในปี 2550

ในปัจจุบันพบว่า ข้าวไทยได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วโลกในเรื่องคุณภาพที่ดี ทั้งนี้ ข้าวที่ผลิตในประเทศไทยได้แบ่งออกเป็นประเภทเมล็ดป้อม และยังมีข้าวเมล็ดยาว โดยส่วนใหญ่แล้วพันธุ์ข้าวที่นิยมเพาะปลูก คือ ข้าวหอมมะลิ 105 อย่างไรก็ตาม ข้าวไทยก็พบปัญหาจากการแข่งขันในตลาดโลกในหลายประการ แม้ว่าภาวะการแข่งขันในการส่งออกข้าวจะสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันรวมถึงสภาพปัญหาที่มาจากพื้นที่เพาะปลูกและสภาพอากาศ แต่อนาคตการส่งข้าวไทยในปี 2550 นี้ยังมีลู่ทางที่ดี ดังเห็นได้จากการรายงานของคณะกรรมการตรวจข้าวและฝ่ายมาตรฐานสินค้าและเอทีเอเนท์ สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย ที่ได้ทำการสรุปไว้ว่า ปริมาณการส่งออกข้าวรวมตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง7 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 มีปริมาณการส่งออกรวม 2,747,863 เมตริกตัน เทียบกับระยะเดียวกันของปี พ.ศ. 2549 มีปริมาณการส่งออกรวม 2,521,451 เมตริกตัน เพิ่มขึ้น 226,385 เมตริกตัน หรือเพิ่มขึ้นโดยประมาณ 8.97 % สำหรับในส่วนของการค้าข้าวโลกทั้งการนำเข้าและส่งออกพบว่ามีการขยายตัว ซึ่งในปี พ.ศ. 2550 นี้พบว่าปริมาณการค้าข้าวโลกมีปริมาณ 29.48 ล้านตัน ข้าวสารโดยเพิ่มขึ้น 3.62 % นอกจากนี้แล้วสต็อกข้าวคงเหลือจากปลายปี พ.ศ. 2549 นั้นมีปริมาณที่ลดลง 7.92 % เมื่อเทียบกับช่วง 2 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยจัดได้ว่าเป็นผู้ส่งข้าวไปยังต่างประเทศรายใหญ่ที่สุดของโลกในปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากรายงานการส่งออกข้าวของแต่ละประเทศในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ประเทศผู้ส่งออกข้าว

ประเทศผู้ส่งออก	2545/46	2546/47	2547/48	2548/49	2549/50	2550/51
ไทย	7,552	10,137	7,274	7,376	8,800	9,000
เวียดนาม	3,795	4,295	5,174	4,705	5,000	4,800
อินเดีย	4,421	3,172	4,687	4,537	4,300	4,100
ปากีสถาน	1,958	1,986	3,032	3,000	3,100	3,200
สหรัฐอเมริกา	3,834	3,090	3,862	3,363	1,400	2,700
จีน	2,583	880	656	1,216	1,000	1,500

หน่วย : 1000 (Milld basis)

ที่มา : สิรางค์ กลั่นคำสอน, 2550 : 35-36

ทั้งนี้ เป็นเพราะผู้ผลิตที่เป็นคู่แข่งทางการค้ารายสำคัญของประเทศไทย ซึ่งคือประเทศเวียดนาม และอินเดีย ลดปริมาณการส่งออกข้าว ในส่วนของประเทศเวียดนามนั้นประสบกับภัยธรรมชาติและศัตรูพืช ทำให้ไม่มีผลผลิตเหลือพอที่จะส่งออก อีกทั้งยังต้องมีการนำเข้าข้าวจากกัมพูชาประมาณปีละ 5 แสนตัน เพื่อนำมาส่งออกต่อจากการขายข้าวล่วงหน้า สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศอินเดียซึ่งมีขนาดประชากรจำนวนมากกำลังประสบปัญหาขาดแคลนข้าวสาลี ทำให้ปริมาณการส่งออกข้าวของอินเดียลดลง

นอกจากนี้ ประเทศผู้นำเข้ารายใหญ่ได้เพิ่มปริมาณการนำเข้า ไม่ว่าจะเป็นประเทศอินโดนีเซียที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ El Nino ทำให้เกิดภัยแล้ง น้ำท่วม การเพาะปลูกล่าช้า ส่งผลให้ผลผลิตลดลง ทำให้รัฐบาลอินโดนีเซียได้มีการประกาศซื้อข้าวเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 5 แสนตันในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 ซึ่งได้มีความเชื่อมั่นว่าจะมีการซื้อข้าวจากผู้ส่งออกไทย นอกจากนี้แล้ว ประเทศฟิลิปปินส์ซึ่งมีประชากรมากถึง 84 ล้านคน ซึ่งผู้ผลิตในประเทศไม่สามารถผลิตข้าวได้เพียงพอต่อความต้องการของประชากร อีกทั้งยังเผชิญกับสภาพอากาศที่แปรปรวน อุณหภูมิลดต่ำลงมากทำให้อากาศแห้งแล้งส่งผลต่อผลผลิต ได้มีการรายงานว่ารัฐบาลฟิลิปปินส์อาจจะไม่ซื้อข้าวจากประเทศสหรัฐอเมริกาเนื่องจากปัญหาการปนเปื้อนของข้าวที่ผ่านการตัดแต่งพันธุกรรม โดยเมื่อปลายปี พ.ศ. 2549 องค์การอาหารแห่งชาติฟิลิปปินส์ได้ทำการยกเลิกการประมูลซื้อข้าวจากประเทศสหรัฐอเมริกา

ตารางที่ 7 มูลค่าการส่งออกข้าวชนิดข้าวที่ส่งออกและราคาส่งออก

รายการ	2545	2546	2547	2549	2549	ม.ค-เม.ย.		(%)
						2549	2550	50/49
ส่งออก(ล้านตัน)	7.25	7.60	10.14	7.30	7.42	2.39	2.66	11.3
- มูลค่า (ล้านบาท)	67,193	76,368	110,376	90,874	97,349	30,176	34,257	13.5
- มูลค่า (US$)	1,554	1,844	2,749	2,278	2,553	764	965	26.3
ชนิดข้าวส่งออก (ล้านตัน)								
- ข้าวคุณภาพดี	4.39	4.85	7.36	5.01	5.38	1.82	N.A.	N.A.
- ข้าวคุณภาพต่ำ	1.22	1.25	0.58	0.42	0.38	0.11	N.A.	N.A.
- ข้าวนึ่ง	1.64	1.50	2.20	1.87	1.66	0.46	N.A.	N.A.
ราคาเฉลี่ย (บาท/ตัน)								
-ราคาส่งออก ($/ตัน)	214	245	271	312	344	319	363	13.8
ราคาส่งออก (บาท/ตัน)	9,237	10,052	10,885	12,448	13,119	12,624	12,872	2.0

ที่มา : สิรางค์ กลั่นคำสอน, 2550 : 35-36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสรุปแล้วทิศทางการค้าข้าวไทยในปี 2550 นี้ ถือว่ามีสถานการณ์และแนวโน้มการส่งออกที่ดี ทั้งนี้เนื่องจากประเทศมีสต๊อกข้าวเพียงพอ เพื่อส่งออก ประกอบกับประเทศผู้ส่งออกที่เป็นคู่แข่งขันมีปริมาณผลผลิตที่ลดลง ทำให้ราคาข้าวในประเทศเหล่านั้นสูงขึ้น อย่างไรก็ตามปัจจัยลบที่ส่งผลต่อการส่งออกก็ขึ้นกับค่าเงินบาทที่แข็งค่าขึ้นเมื่อเทียบกับเงินเหรียญสหรัฐฯ ตลอดจนปัญหาการปลอมปนก็เป็นประเด็นสำคัญซึ่งรัฐบาลควรให้ความสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพข้าว เพื่อส่งผลต่อความน่าเชื่อถือในการส่งข้าวไปยังต่างประเทศ (สิรางค์ กลั่นคำสอน, 2550 : 35-36)

2.4 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแปรรูปจากข้าว

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย ซึ่งในแต่ละปีคนไทยปลูกข้าวได้เป็นจำนวนมาก ทำให้สามารถส่งไปจำหน่ายต่างประเทศได้หากแต่ราคาไม่สูงนัก จึงได้นำมาแปรรูปและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ โดยผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแปรรูปจากข้าวสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ เครื่องดื่มประเภทที่ไม่มีแอลกอฮอล์และเครื่องดื่มประเภทที่มีแอลกอฮอล์ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (อภิเดช หวังรวมกลาง, 2549 : 12)

เครื่องดื่มประเภทที่ไม่มีแอลกอฮอล์ ได้แก่

1.ข้าวยาคู

เป็นผลิตภัณฑ์แรกสุดที่ได้จากข้าวเจ้า ข้าวยาคูทำจากเมล็ดข้าวอ่อน เป็นเมล็ดที่มีเนื้อข้าวอยู่แล้วแต่ยังไม่ถึงเวลาที่จะเก็บเกี่ยวได้ วิธีทำข้าวยาคู ให้นำข้าวอ่อนทั้งรวงมาตำให้เปลือกแตกออก เนื้อข้าวสีขาวผสมกับสีเขียวของเปลือกข้าวและก้านรวง ทำให้ได้น้ำข้าวสีเขียวอ่อนดูน่ารับประทาน นำน้ำข้าวนี้ไปต้มไฟ และคอยคนไม่ให้เป็นลูก ใส่น้ำตาลทรายให้ได้รสหวานอ่อน ๆ จะได้ ข้าวยาคูเป็นอาหารธัญพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีรสอร่อย และมีกลิ่นหอมของข้าวอ่อน เหมาะอย่างยิ่งสำหรับคนป่วยและคนชรา (http:// www.sakulthai.com., 25 ตุลาคม 2550)

ภาพที่ 16 น้ำนมข้าวยาคู

ที่มา : http://www.ampolfood.com/home/products_vfit.php?vfit=3, 25 กุมภาพันธ์ 2551.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำอาร์ซี

ภาพที่ 17 น้ำอาร์ซี

ที่มา : http://www.geocities.com/lifebycheewajit/water.htm , 27 กุมภาพันธ์ 2551.

R.C. ย่อมาจาก Rejuvenating Concoction ได้คำว่า Rejuvenating แปลว่า กระปรี้กระเปร่า กระชุ่มกระชวย มีชีวิตชีวา Concoction แปลว่า การเอาน้ำต่างๆ มาต้มเคี่ยวรวมกันน้ำอาร์.ซี.จึงเป็นน้ำที่ดื่มเพื่อความกระปรี้กระเปร่า ช่วยแก้อาการอ่อนเพลียด้วย ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา เพราะมีส่วนประกอบของกลูโคส DNA/RNA และวิตามินแร่ธาตุ จากธรรมชาติ ซึ่งจะช่วยแก้อาการอ่อนเพลียนี้ได้

วิธีทำน้ำอาร์ซี

1. เริ่มจากการนำข้าวเปลือกแข็ง ได้แก่ ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เลย์ ลูกเดือย และลูกบัว อย่างละ 1 กำมือ ต้มกับน้ำ 2 ลิตร ต้มจนเดือด

2. ใส่ข้าวแข็งปานกลาง คือ ข้าวซ้อมมือ ข้าวเหนียวซ้อมมือ และข้าวแดง (ข้าวมันปู) อย่างละ 2 กำมือ ตามลงไป ต้มจนเดือดเป็นครั้งที่สอง

3. ใส่ข้าวโอ๊ต 1 กำมือเป็นส่วนสุดท้าย แล้วปิดไฟทันที ปล่อยให้ข้าวต่างๆนอนก้น ตักเอาแต่น้ำใสๆ ดื่มร้อนๆ อาจเติมจมูกข้าวสาลีและงาดำลงไปด้วย เพื่อเพิ่มคุณค่าและให้กลิ่นที่หอมน่าดื่มยิ่งขึ้น (http://202.129.59.150/prapathai/nana/frwater/rc.htm, 27 กุมภาพันธ์ 2551)

3. เครื่องดื่มมอลต์ข้าว

เครื่องดื่มจากธัญพืชเป็นภูมิปัญญาดั้งเดิมของเกษตรกรไทยที่นิยมรับประทานกันมายาวนานในกลุ่มคนบางกลุ่ม และในปัจจุบันมีการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นเหล่านี้มาปรับปรุงเพื่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตในเชิงพาณิชย์ ซึ่งทำให้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายของผู้บริโภค โดยเครื่องดื่มธัญพืชที่ได้รับความนิยม ได้แก่ เครื่องดื่มจากมอลต์ข้าวไทย น้ำนมข้าว เครื่องดื่มธัญพืชจะได้รับความนิยมจากผู้สูงอายุ แต่จากกระแสความใส่ใจด้านคุณภาพและกระแสชีวจิต ปัจจุบันกระแสการบริโภคอาหารชีวจิต ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ด้วยการดูแลสุขภาพ โดยการบริโภคอาหารที่ผลิตจากธัญพืชต่าง ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากธัญพืชได้รับความนิยมมากขึ้น โดยมีการศึกษาระบุไว้ว่าเครื่องดื่มที่ผลิตจากธัญพืชจะให้คุณประโยชน์ต่าง ๆ โดยเป็นแหล่งที่เสริมวิตามินบีที่สำคัญหลายชนิด ให้คุณค่าสารอาหารเทียบเท่านมถั่วเหลือง และมีเส้นใยอาหารที่ช่วยให้ระบบทางเดินอาหารของคนดีขึ้น อีกทั้งยังสามารถทดแทนอาหารหลักบางมื้อได้ (http://www.toryod.com/Powerpoint/PLMalt , 27 กุมภาพันธ์ 2551)

4. ชาจากต้นอ่อนข้าวสาลี

พัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากต้นอ่อนของข้าวสาลี ซึ่งมีโปร–วิตามินเอ วิตามินบีรวม ซี อี และ เค เป็นจำนวนมาก ช่วยรักษาโรคภูมิแพ้ และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้น้ำต้นข้าวสาลีมีโปรตีนอยู่ร้อยละ 25 ซึ่งสูงมากเมื่อเทียบกับเนื้อปลา ไข่ นม หรือถั่วต่าง ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์ชาข้าวสาลีได้รับความนิยมจากผู้บริโภค

4.1 ขั้นตอนการผลิตชาจากข้าวสาลี

1. เพาะต้นกล้าข้าวสาลีและตัดเมื่ออายุ 10 - 12 วัน (แตกใบอ่อนประมาณ 4 ใบ เป็นช่วงอายุที่มีอาหารสะสมมาก) โดยตัดให้เหนือข้อลำต้น ใบข้าวสาลีที่ตัดมาแล้วต้องทำให้เสร็จวันต่อวัน เพื่อให้คงคุณค่าสารอาหาร

2. เลือกใบที่ปราศจากโรค/แมลง ล้างด้วยน้ำสะอาด พักสะเด็ดน้ำ

3. หั่นใบให้มีขนาดความยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร ผึ่งซับน้ำบนผ้าขาวบาง

4. นำใบที่หั่นมานวดในกระทะด้วยมือโดยใช้ไฟอ่อน ๆ กระทะที่ใช้ต้องไม่มีกลิ่นหรือผ่านการทำอาหารมาก่อน(หากเป็นกระทะที่ใช้เฉพาะการผลิตชาจะดีไม่ดูดกลิ่น) ตรวจความร้อนโดยใช้มือสัมผัสกระทะหากสามารถสัมผัสได้ถือว่าให้ความร้อนพอดี เมื่อนวดจนแห้งแล้วพักให้เย็น

5. บรรจุชาในภาชนะทึบแสงเพื่อป้องกันไม่ให้สูญเสียคุณค่าสารอาหาร และไม่ให้เปลี่ยนเป็นสีเหลือง

(http://www.tistr.or.th/tistr2006/main_data/between_research update01.htm, 12 มกราคม 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ธัญพืชชงดื่ม "ซองเดอร์"

ภาพที่ 18 ธัญพืชชงดื่ม
ที่มา : www.dip.go.th/e-journal, 15 ธันวาคม 2551.

ธัญพืชชงดื่ม ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ได้นำธัญพืชของไทย เช่น ข้าวกล้อง ข้าวหอมนิล ข้าวฟ่าง ถั่ว งา มาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพให้คนไทยได้บริโภคของดีในราคาถูก ในการผลิตเครื่องดื่มธัญพืช ใช้วัตถุดิบประเภทข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมนิล ข้าวฟ่าง ลูกเดือย ถั่วเหลือง ถั่วเขียว งา เป็นต้น เริ่มจากการนำเมล็ดธัญพืชปลอดสารพิษมาผสมตามอัตราส่วนของแต่ละสูตรแต่ละรส จากนั้นนำมาต้มให้สุก ผ่านเครื่องอบแห้ง รีดออกมาเป็นแผ่น จากนั้นจึงนำไปร่อนเป็นเกล็ด เรียกว่า 'เกล็ดซีเรียล' เสร็จแล้วนำไปผสมน้ำตาลที่บดละเอียดนำไปอบอีกครั้ง แล้วจึงบรรจุใส่ซอง ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นระบบปิด เพื่อไม่ให้ผลิตภัณฑ์กระทบกับอากาศ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะอาดและมีคุณภาพ (จุฑามณี สิริ, 2550 : 23-24)

2.5 การเตรียมมอลต์ในขั้นตอนการผลิตเบียร์

บาเลย์มอลต์ (Barley malt)

ข้าวบาเลย์เป็นส่วนผสมหลักในการทำเบียร์ ซึ่งนำมาผลิตมอลต์เป็นส่วนผสมที่ได้จากแป้งและน้ำตาล ซึ่งเป็นสับสเตรทสำหรับการหมักให้เกิดเอทานอล นอกจากนั้นยังประกอบด้วยโปรตีนซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารของยีสต์ ตลอดจนสี ฟอง กลิ่นของรสชาติของเบียร์เมื่อหมักเสร็จแล้ว องค์ประกอบทางเคมีของมอลต์แสดงในตารางที่ 8

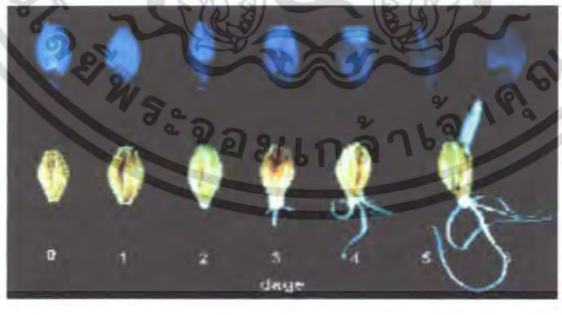
ข้าวบาเลย์ที่นำมาทำมอลต์ต้องมีการคัดเลือกสายพันธุ์ ที่เหมาะสมต่อการผลิตมอลต์และพัฒนาให้เหมาะสมต่อการผลิตเบียร์ ข้าวบาเลย์ที่ใช้มีด้วยกัน 2 ชนิด ซึ่งแตกต่างกันในเรื่องของจำนวนรวงต่อต้น โดยพันธุ์แรกมีจำนวน 6 รวงต่อต้น ปลูกมากต่อนกลาง

ของสหรัฐอเมริกา แคนาดา ตลอดจนในออสเตรเรีย ส่วนพันธุ์ที่สองมีจำนวน 2 รวงต่อต้นปลูกในเขตตะวันตก และยุโรป ทั้งสองพันธุ์ให้เบียร์รสชาตินุ่ม (พิเชฐ วัชรศักดิ์ไพศาล , 2536 : 89)

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางเคมีของมอลต์

องค์ประกอบทางเคมี	เปอร์เซ็นต์
Moisture	4.0
Starh and dextrins	52.5
Simple sugars	9.5
Total protein	13.0
Soluble protein	5.4
Ellulose	6.0
Other fiber	10.0
Fat	2.5
Mineral	2.5

ที่มา : Owades 200 : 156 (อ้างโดยปิ่นมณี ขวัญเมือง :2549 ,124-126)



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดข้าวบาร์เลย์ในขณะทำการผลิตมอลต์

ที่มา : http://www.crc.dk/flab/barley.htm, 15ธันวาคม 2550.

การทำมอลต์เริ่มต้นด้วยการแช่ข้าวบาเลย์ในน้ำ หรือน้ำที่มีการให้อากาศผ่าน (aerated water) โดยอาจใช้ภาชนะเป็นแทงค์น้ำ มีการเปลี่ยนน้ำหลายครั้ง แช่จนข้าวบาเลย์มีความชื้นสูงถึง 45 % นำมาผึ่งอากาศประมาณ 4-6 วัน จนข้าวบาเลย์เริ่มงอกซึ่งระยะที่ข้าวบาเลย์เริ่มงอกนี้จะมีการผลิตเอนไซม์ที่สำคัญ ได้แก่ อัลฟาอะไมเลส เบต้าอะไมเลส ตลอดจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรติเอส และ เซลลูเลส โดยเอนไซม์อะไมเลสจะย่อยแป้งในข้าวบาเลย์ให้เป็นกรดอะมิโน และเซลลูเลสจะทำให้ผนังเซลล์อ่อนตัว เอนไซม์ทั้งหมดจะถูกสร้างขึ้นบริเวณชั้นที่สอง ของ aleurone layer และส่งไปยังเอนโดสเปิร์มมีการงอกของข้าวบาเลย์เกิดขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทำมอลต์ จึงนำไปอบแห้ง ซึ่งต้องควบคุมอุณหภูมิโดยอุณหภูมิที่สูงจะมีผลต่อสีของมอลต์ มอลต์ที่ทำแห้งแล้วเก็บไว้ได้ไม่เกิน 1 ปี หรือบางครั้งก็มากกว่า

นอกจากใช้ข้าวบาเลย์แล้ว ข้าว ข้าวโพด และข้าวฟ่างยังใช้เป็นองค์ประกอบของมอลต์ โดยองค์ประกอบเหล่านี้ไม่มีผลต่อ กลิ่น รส สี และฟอง แต่จะช่วยเพิ่มคาร์โบไฮเดรตของวอร์ท (wort) ปริมาณที่ใช้มีตั้งแต่ 10-50 % ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของเบียร์ที่ผลิตถ้าใช้ข้าวหรือข้าวฟ่าง จะต้องบอกก่อนทำ mashing ทั้งแป้งมอลต์และธัญพืชอื่น ๆ จัดเป็น complex polysaccharide โดยมีองค์ประกอบของอะไมโลสประมาณ 35 % และอะไมโลสเพคตินประมาณ 65% มอลต์บางชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะที่ทำให้มีสี กลิ่นรสแตกต่างกันไป คาราเมล หรือ cystal เป็นมอลต์ที่ทำจากการให้ความร้อนแก่มอลต์ที่ยังไม่แห้งด้วยไอน้ำ ภายใต้ความดัน ใช้ทำเบียร์ที่มีสีเข้ม (dark beers) ซึ่งเรียกว่า homclatemalt ซึ่งให้สี กลิ่นและรสของเบียร์ที่พิเศษกว่าเบียร์ทั่วไป มอลต์อาจนำไปทำให้สีเข้มด้วยการอบที่อุณหภูมิสูง (200 องศาฟาเรนไฮซ์ หรือมากกว่า) เป็นเวลานาน (ปิ่นมณี ขวัญเมือง, 2549 : 124-126)

2.6 กระบวนการเตรียมมอลต์จากข้าวไทย (malting)

เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญภายในเมล็ดแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ

ก. การแช่น้ำ (steeping)

เป็นการเตรียมความพร้อมในการงอกของเมล็ด โดยนำเมล็ดข้าวเข้าที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว นำมาแช่เพื่อเพิ่มปริมาณความชื้นในเมล็ดข้าว ให้เหมาะสมในการงอก เมื่อปริมาณความชื้นเพียงพอจะทำให้เกิดการเพิ่มระดับของฮอร์โมนที่ใช้ในการงอก เช่น Gibberllins และยังกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์เอนไซม์อีกด้วย ความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 4 ชั่วโมง แรกหลังการแช่น้ำ หลังการจากนั้นจะเพิ่มขึ้นช้า ๆ และเพิ่มขึ้นอย่างคงที่หลังจากแช่น้ำแล้ว 26 ชั่วโมง หรือเมื่อเมล็ดข้าวมีความชื้นถึง 33.3 % ในช่วงแรกน้ำซึมเข้าสู่เปลือกนอกที่หุ้มเมล็ด และผ่านไปยังเนื้อเมล็ดจนความชื้นในเมล็ดค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจาก 12 % จนถึงประมาณ 42 % ในช่วงนี้เมล็ดข้าวจะมีการเตรียมพร้อมในการงอก รากและต้นอ่อนจะดูดซึมน้ำอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ Endosperm จะมีอัตราการดูดน้ำช้าลง อัตราการดูดซึมน้ำของเมล็ดจะขึ้นอยู่กับสภาพการปลูก พันธุ์ของข้าว และอุณหภูมิน้ำในการแช่ข้าว ข้าวที่เปลือกหนาจะใช้เวลาในการแช่นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าที่มีเปลือกบาง สำหรับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ ถ้าน้ำอุณหภูมิที่สูงจะใช้เวลาในการแช่สั้นกว่าน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ เพราะอัตราเร็วในการแพร่ของน้ำเข้าสู่เมล็ดจะเร็วกว่า แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่สูงของน้ำจะทำให้มีการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ได้ง่าย ระยะเวลาที่น้อยที่สุดในการแช่คือ 18 ชั่วโมง หรือให้ความชื้นในเมล็ดอย่างน้อย 30 % จึงทำให้ข้าวงอกได้ สำหรับข้าวเจ้าใช้การแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก็เพียงพอที่ทำให้การงอกที่เหมาะสมตามต้องการได้

ระหว่างการแช่น้ำถ้าเปลือกเกิดการปริแตกออกหรือมีรอยแยก จะทำให้สารอาหารรวมทั้งแป้งที่อยู่ในเมล็ดละลายออกมากับน้ำ ได้เป็นส่วนหนึ่งทำให้เกิด malting loss การหายใจของต้นอ่อนการใช้สารอาหารภายในเมล็ด การผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำก็เป็นการทำให้เกิด malting loss ได้เช่นกันการหายใจของต้นอ่อนจะช่วยเพิ่มออกซิเจนในน้ำจะช่วยให้การแช่มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เพราะการแช่ในสภาพที่ไร้ออกซิเจน จะทำให้ต้นอ่อนเกิดการสลายอาหารภายในเมล็ดไปเป็นพลังงาน คาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ เมื่อความเข้มข้นของแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นมาก ๆ ก็จะทำให้เกิดสภาวะที่เป็นพิษรวมทั้งกลิ่นที่ไม่ต้องการอีกด้วย และถ้าการแช่ไม่เพียงพอในแกนกลางของเมล็ดข้าวก็จะแห้ง ได้มอลต์ที่ได้มีคุณภาพต่ำแต่ถ้าการแช่นานเกินไปจะทำให้เมล็ดมีการงอกในช่วงเริ่มต้นช้าลง จึงเกิดการเจริญของรา แบคทีเรียและกลิ่นที่ไม่ดีเกิดขึ้น ดังนั้นในขั้นตอนนี้ต้องระวังและควบคุมไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเชื้อจุลินทรีย์ และการเกิดกลิ่นที่ไม่ต้องการด้วย (ณัฐลักษณ์ วิศร และ สมร กายสี, 2543 : 12)

ข. การเพาะให้งอก (Germination)

หลังจากผ่านกระบวนการแช่น้ำเสร็จสมบูรณ์แล้ว เมล็ดข้าวจะถูกนำมาทำให้งอก ซึ่งโดยทางกายภาพ การทำให้งอก คือ กระบวนการที่ทำให้รากงอกและต้นอ่อนงอกจากเมล็ด ทั้งนี้รากจะงอกจากเมล็ดก่อนแล้วต้นอ่อนจึงงอกเป็นลำดับต่อมา

การทำให้ข้าวงอก ทำโดยนำข้าวที่ได้จากกระบวนการแช่น้ำไปทำให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลาประมาณ 5 นาที แล้วนำไปเกลี่ยให้ทั่วบนตะแกรง ถาด หรือ ภาชนะที่เตรียมไว้โดยเฉพาะ ในการนี้ต้องพรมน้ำ เพื่อรักษาระดับความชื้นให้คงที่อยู่ตลอดเวลา คือ มีความชื้นประมาณ 42-46 % และมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียง 100 % มากที่สุด สำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการทำให้เมล็ดงอกอยู่ระหว่าง 13-16 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 วัน ทั้งนี้ต้อง ควบคุมดูแลให้มีการถ่ายเทอากาศอยู่ตลอดเวลาด้วย และนอกจากนี้ความสามารถในการงอกของพันธุ์ต่าง ๆ ที่เก็บไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน จะไม่เท่ากัน (ณัฐลักษณ์ วิศร และ สมร กายสี, 2543 : 11-15)

ในระหว่างการทำให้งอกโปรตีนในเมล็ดข้าวจะถูก hydrolyse ไปเป็น peptide และ amino acids และการ hydrolysis นี้ จะต้องไม่ถูกทำให้หยุดจนกว่าจะปริมาณของ soluble nitrogenous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

compound ในปริมาณที่เพียงพอ และในระหว่างนี้จะต้องมีการควบคุมเพื่อให้แน่ใจว่าปริมาณของแอลฟาและเบต้าอะไมเลส จะมีอยู่ในระดับที่เพียงพอ แต่การ hydrolyse starch เพื่อใช้ในการหายใจและการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ที่เกิดจากการงอก ปัจจัยที่สำคัญในการทำให้งอก คือ การควบคุมความชื้นในเมล็ด อุณหภูมิ และปริมาณอากาศที่ต้องมีอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา จุดมุ่งหมายของการทำให้เกิดการงอกก็เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ endrosperm และผลผลิตของมอลต์ที่มีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุด การทำให้งอกที่อุณหภูมิสูงกว่า 13-16 องศาเซลเซียสจะทำให้เกิดอัตราการเจริญของต้นอ่อนมากกว่า

Malting Loss หมายถึง leach loss และ metabolic loss ซึ่งรวมถึงการสูญเสียน้ำหนักที่เกิดจากการที่เมล็ดใช้คาร์โบไฮเดรต เพื่อให้เกิดการงอกรากและต้นอ่อนการสูญเสียดังกล่าวจะมีค่าประมาณ 8.4 และ 9.3 % สำหรับ leaching loss และ metabolic loss ตามลำดับอิทธิพลของการทำมอลต์ (malting) ต่อความแข็งของเมล็ดข้าว คือจะมีความแข็งลดลงตั้งแต่วันแรกของการทำให้งอกและลดลงเรื่อย ๆ เมื่อใช้เวลาในการทำให้งอกมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเอนไซม์ protease และ carbohydrase จะย่อยผนังเซลล์ และ starch ในระหว่างการทำให้งอกเป็นผลทำให้ความแข็งของ cell wall และ partial modification ของ endosperm ลดลง ดังนั้น ผลที่ตามมาคือความแข็งของ kernel ลดลง การเปลี่ยนแปลงของระดับ protein, ash, total carbohydrates, thaiamine และ phytate phosphorus ของมอลต์หลังจากทำให้งอกตั้งแต่ 1-5 วัน จะเป็นดังตารางที่ 9 (ณัฐลักษณ์ วิศร และ สมร กายสี, 2543 : 14)

ตารางที่ 9 Change in proximate composition on progressive germination of rice

Germination Period (days)	Protein g (%)	Ether Extractivers g (%)	Ash g (%)	Crude Fiber g (%)	Phytate-P g (%)	Thaiamine Microgra (%)
Ungerminated Control	7.0	2.3	1.4	1.9	169	220
1	6.7	2.3	1.2	1.9	154	210
2	6.2	2.0	1.1	2.1	148	226
3	6.0	1.9	1.1	2.2	145	247
4	5.9	1.8	1.0	2.2	140	285
5	5.9	1.8	1.0	2.3	140	ND

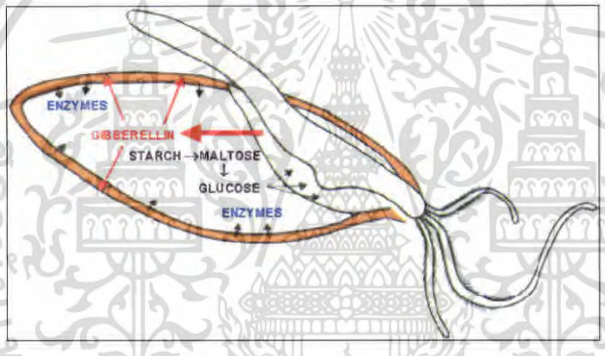
Average of two determination, analysis was conducted on dehusked rice.ND-Notdetermined.

ที่มา : พิเชฐ วัชรศักดิ์ไพศาล, 2536 : 102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณดังกล่าวทำในระหว่างการทำให้งอก 5 วัน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการเพิ่มของกิจกรรมแอลฟาอะมิเลส การทำให้งอกเป็นผลทำให้เกิดการลดลงของระดับสารต่าง ๆ เนื่องจากการแช่น้ำและการ migration ของส่วนประกอบบางอย่างที่เป็นผลให้เกิดรากและต้นอ่อน การลดลงดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดของ starch จะเป็นเหตุให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ crude fiber

ในระหว่างการทำให้งอกนี้ จะมีการเจริญของจุลินทรีย์ด้วย เนื่องจากมีความชื้นและอาหารเหมาะแก่การเจริญ ซึ่งจุลินทรีย์พวกนี้ได้แก่ แบคทีเรีย รา และ ยีสต์ แต่จะถูกทำลายในระหว่างการอบแห้ง แต่ในบางกรณีเชื้อจุลินทรีย์นี้อาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของมอลต์ ได้ (พิเชฐ วัชรศักดิ์ไพศาล, 2536 : 102)



ภาพที่ 20 การงอกของเมล็ดข้าว จากผลของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน
ที่มา : http://www.crc.dk/flab/the.htm. 15 ธันวาคม 2550.

มีงานวิจัยจากสถาบันการค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้มีการศึกษาเรื่อง การใช้ประโยชน์จากคัพภะข้าวและข้าวกล้องงอกเป็นอาหารสุขภาพ พัฒนากรรมวิธีการผลิตข้าวกล้องงอกที่มี GABA สูง (GABA enriched-rice) จากข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ และนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ จากผลงานวิจัยพบว่า ในคัพภะข้าวเจ้ามี GABA สูงสุดในข้าวขาวดอกมะลิ 105 (37.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ส่วนข้าวเหนียวพบ GABA สูงสุดในพันธุ์ R258 (72.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ข้าวกล้องงอกจากพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 จะให้ปริมาณ GABA สูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ซึ่งจากการศึกษาประโยชน์ของข้าวกล้องเพื่อการบริโภคที่ได้ประโยชน์สูงสุดทำให้ทราบว่า "ข้าวกล้อง" ซึ่งประกอบด้วยจมูกข้าว มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายจำนวนมาก อาทิ ใยอาหาร กรดไฟติก (Phytic acid) กรดเฟรูลิก (Ferulic acid) วิตามินบีและอี และ GABA (กรดแกมมา แอมิโนบิวทิริก) ซึ่งช่วยป้องกันโรคต่าง ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น โรคมะเร็ง เบาหวาน และช่วยในการควบคุมน้ำหนักตัว การบริโภคข้าวกล้องให้ได้ประโยชน์สูงสุดจะต้องนำข้าวกล้องมาแช่น้ำทำให้งอกก่อน ซึ่งข้าวกล้องงอกนี้จะมีสารอาหารเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะ GABA ที่เพิ่มขึ้นซึ่ง GABA เป็นกรดอะมิโน ชนิดหนึ่งที่ผลิตจากกระบวนการ decarboxylation ของกรดกลูตามิก กรดชนิดนี้มีบทบาทสำคัญในการเป็น neurotransmitter ในระบบประสาทส่วนกลาง มีการใช้กรดในการรักษาโรคเกี่ยวกับระบบประสาทหลายโรค เช่น โรควิตกกังวล นอนไม่หลับ โรคลมชัก และยังมีคุณสมบัติในการลดความดันโลหิตด้วย (http://pr.ku.ac.th/clipnews/html/08Aug50/70august50/tecnologychawban.htm, 27 กุมภาพันธ์ 50)

ค. การอบแห้ง (Kilning)

การอบแห้งจะทำหลังจากการทำให้งอกแล้ว โดยนำ green malt ซึ่งจะมีความชื้นประมาณ 45 % มาอบในตู้อบลมร้อน โดยผ่านลมร้อนไปบนเมล็ดซึ่งเกลี่ยอยู่บนถาดหรือตะแกรงจะได้ผลิตภัณฑ์สุดท้าย มีความชื้นประมาณ 4 % การอบแห้งจะทำให้สามารถเก็บมอลต์ไว้ได้นานหลายเดือน โดยไม่เสียคุณค่าทางอาหาร และยังช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ลงด้วย (ณัฐลักษณ์ วิศร และ สมร กายสี, 2543 : 11-15)

ในกระบวนการทำมอลต์มีเอนไซม์ที่สำคัญ 2 ตัวแอลฟาและเบต้าอะมิเลส ซึ่งในการอบแห้งจะเป็นการให้ความร้อนเพื่อกำจัดความชื้นออกจาก green malt ซึ่งจะต้องทำการกำจัดความชื้นออกโดยไม่ทำลายการทำงานของเอนไซม์ทั้ง 2 ตัวนี้ ที่ความชื้นสูงเอนไซม์จำนวนมาก จะไวต่อความร้อน ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เอนไซม์ถูกทำลายจะต้องให้ความร้อนแก่ green malt อย่างระมัดระวังและใช้อุณหภูมิต่ำ หลังจากมอลต์ถูกทำให้มีความชื้นลดต่ำลง อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นทำให้เกิด browning reaction จะทำให้ได้มอลต์ที่มีสีและกลิ่น ต่าง ๆ กัน ซึ่งโดยทั่วไปจะมีการแปรผัน ระหว่างการทำงานของเอนไซม์กับสีและกลิ่นมอลต์ คือ ถ้าต้องการให้มีการทำงานของเอนไซม์สูง จะทำให้สีและกลิ่นของมอลต์ที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร และในทางกลับกันถ้าต้องการสีและกลิ่นของมอลต์ลักษณะดี จะต้องการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงและใช้เวลานานเพื่อลดการทำงานเอนไซม์ลง

อุณหภูมิของการอบแห้งไม่ค่อยมีอิทธิพลต่อปริมาณของ starch และ โปรตีนในมอลต์มากนัก ซึ่งบางครั้งจะมีการลดของปริมาณ reducing sugar และ total free amino acid ซึ่งจะเป็นได้ชัดเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูง การลดลงของ ปริมาณ reducing sugar และ total free amino acid อาจเป็นผลทำให้เกิด maillard reaction เมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูง

หลังจากเมล็ดผ่านกระบวนการทำมอลต์แล้ว จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ด เช่น เกิดการย่อยสลายสารโมเลกุลเล็ก ๆ ที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น glucose, amino acid และ fatty acid เป็นต้น และ phytate ซึ่งเป็นสารประกอบฟอสเฟตและอินโนซิทอลที่พบมากในพืช ซึ่งในระหว่างการงอก เอนไซม์ไฟเทส จะย่อยกรดไฟติก ทำให้เกิด breakdown ของกรดไฟติกไปเป็นไมโอซินอินโนซิทอลและ ฟอสฟอรัส และ อินทรีย์เกิดเป็น complex ของ inorganic phosphorus ทำให้ร่างกายไม่สูญเสียแร่ธาตุที่จำเป็น เช่น Fe, Mg และ Cu เนื่องจากการรวมกันเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของ phytate กับแร่ธาตุดังกล่าว สำหรับ hydrolytic enzyme สำคัญที่ย่อยสารอาหารในเมล็ดข้าวเจ้าในระหว่างการทำมอลต์ และสารโมเลกุลเล็กที่ย่อยได้จะแสดงไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 Hydrolytic Enzyme ที่ย่อยอาหารสะสมในเมล็ดข้าวเจ้าและสารโมเลกุลเล็กที่ย่อยได้

อาหารสะสม	เอนไซม์	สารประกอบที่เป็นผลจากการย่อย
Starch	Amylase	Maltose,Glucose
	Maltase	Glucose
	Phosphorylase	Glucose-1-Phosphate
Lipid	Lipases	Fatty acid , Glycerol
Protein	Protease	Amino acid , Peptide
	Cellulase	Cellbiose
Cellulose	Cellobiase	Glucose
Hemicellulose	Cytases	Hexoses , Pentose
Phytin	Phytase	Inorganic Phosphate and Ions
Ribonucleic Acid	Ribonucleases	Ribonucleotide

ที่มา : ณัฐลักษณ์ วิศรและสมร กายสี, 2543 :16

นอกจากนี้มอลต์ที่ผ่านกระบวนการทำมอลต์แล้วจะให้กลิ่นหอมเฉพาะตัว และสีน้ำตาลซึ่งเป็นสีที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมาจากการเกิด maillard reaction

หลังจากการทำมอลต์แล้ว จะต้องผ่านการกะเทาะ เพื่อแยกเปลือกข้าวออก โดยใช้เครื่องสีแบบลูกกลิ้งยาง ซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้งยาง 2 อัน วางใกล้กัน โดยเวลาสีข้าวเปลือกจะผ่านเข้าไปในร่องระหว่างลูกกลิ้งทั้งสอง และถูกบีบให้เปลือกหลุดออกมาและใช้ลมเป่าเพื่อแยกสิ่งเจือปนหรือข้าวเปลือกเมล็ดลีบที่มีน้ำหนักเบาออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 เอนไซม์อะมิเลส

เอนไซม์อะมิเลสเป็นเอนไซม์ที่ย่อยสลายแป้งและไกลโคเจน ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากการย่อยคือ มอลโตส เอนไซม์อะมิเลสพบได้ในสัตว์ จุลินทรีย์พืช เช่น เมล็ดธัญพืชที่กำลังงอกจะมีเอนไซม์อะมิเลสเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเมล็ดที่งอกจำเป็นต้องใช้อาหาร สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้า และแหล่งอาหารที่สำคัญก็คือแป้งที่สะสมเอนไซม์อะมิเลส มีอยู่ 2 ชนิด คือ แอลฟาอะมิเลส (α-amylase) และเบต้าอะมิเลส (β - amylase)

แอลฟาอะไมเลสมีชื่อทางเคมีว่า α- 1,4 – gluconohydrolase สามารถย่อยโมเลกุลของแป้งได้ในสภาพ paste (ไม่สามารถย่อยได้ในสภาพเม็ดแป้ง) ในตำแหน่งพันธะ α- 1,4 – ไกลโคซิลิดิก แบบสุ่ม ทำให้ลดความหนืดของแป้งอย่างรวดเร็วได้ผลผลิตเริ่มต้นเป็นมอลโตส, มอลไตรโอส และมอลโตเตตราโอส ส่วนที่เหลือจะเป็นพวกลิมิดเดกซ์ตริน แอลฟาอะมิเลสไม่สามารถย่อยพันธะ α-1,6 ไกลโคซิดิกได้ซึ่งจะพบได้ในอะมิโลเพคตินผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยของอะมิโลสอย่างสมบูรณ์ คือ มอลโตสและกลูโคส ในขณะที่อะมิโลเพคติน จะให้ผลสุดท้ายเป็น มอลโตส กลูโคส และ โอลิโกแซคคาไรด์ที่มีพันธะ α-1,6 เหลืออยู่

เบต้าอะมิเลสหรือ β - 1,4 –glucan maltohydrolase เป็นเอนไซม์ที่ย่อยโมเลกุลแป้งตรงตำแหน่งพันธะ α - 1,4 ไกลโคซิดิก โดยเริ่มจากปลาย non-reducing ซึ่งจะได้น้ำตาลมอลโตสครั้งละ 1 โมเลกุล และไม่สามารถย่อยพันธะ α-1,6 ไกลโคซิดิก ผลจากการย่อยแป้งด้วยเบต้าอะมิเลสจะได้ ลิมิดเดกซ์ตรินและมอลโตส

กลูโคอะมิเลสหรือ α- 1,4 – glucan gluconohydrolase เป็นเอนไซม์ที่ย่อยโมเลกุลแป้งตรงตำแหน่งพันธะ α- 1,4 ไกลโคซิดิก โดยเริ่มจากปลาย non-reducing ซึ่งจะได้กลูโคสครั้งละ 1 โมเลกุลและสามารถย่อยพันธะ α-1,6 ไกลโคซิดิกได้แต่ช้ามาก (ณัฐลักษณ์ วิศร และสมร กายสี, 2543 : 17)

2.8 เอนไซม์อะมิเลสในธัญพืช

ขณะที่เมล็ดพืชกำลังงอกนั้น ปริมาณของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยแป้งจะเพิ่มสูง ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดพืชที่กำลังงอก จำเป็นต้องใช้อาหารสำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้า และแหล่งอาหาร ที่สำคัญคือแป้งที่สะสมอยู่ในเมล็ดนั่นเอง เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยแป้งที่สำคัญ ได้แก่ แอลฟาอะมิเลส และเบต้าอะมิเลส

ต้นกล้าของธัญพืชแต่ละชนิด จะมีปริมาณของเอนไซม์แอลฟาอะมิเลสและเบต้าอะมิเลสแตกต่างกัน ต้นกล้าข้าวบาร์เลย์จะมีเบต้าอะมิเลสเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ต้นกล้าข้าวฟ่างจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบต้าอะมิเลสเป็นส่วนน้อย ส่วนใหญ่เป็นแอลฟาอะมิเลส และอัตราส่วนของแอลฟาอะมิเลสต่อเบต้าอะมิเลสสูงกว่าต้นกล้าข้าวฟ่าง

ในเปลือกของเมล็ดธัญพืชจะมีสารแทนนิน ซึ่งเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เมล็ดธัญพืชที่มีแทนนินสูง จะมีความต้านทานต่อแมลงและจุลินทรีย์ได้ดี และเนื่องจากแทนนินสามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนได้ จึงมีผลต่อการไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในพืชด้วย ดังนั้นเมล็ดพืชที่มีปริมาณแทนนินต่ำ จะมีแอลฟาอะมิเลสและเบต้าอะมิเลสเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ 2-4 วัน ของการงอก ส่วนเมล็ดธัญพืชที่มีแทนนินสูงไม่มีแอคติวิตี้ ของแอลฟาอะมิเลสและเบต้าอะมิเลสเลยจนกระทั่งต้นกล้ามีอายุการงอก 4 วัน และแอคติวิตี้ ของเอนไซม์จะสูงขึ้น เมื่อต้นกล้ามีการงอก 8 วัน

Capanzana, 1989 ศึกษาการเตรียมเพาะต้นกล้าข้าวเปลือก โดยจะนำต้นกล้าข้าวเปลือกมาแช่น้ำเป็นเวลา 26 ชั่วโมงที่อุณหภูมิประมาณ 25 ± 3 °C เมล็ดข้าวเปลือกจะมีความชื้นประมาณ 33.3 % โดยในช่วง 4 ชั่วโมงแรกความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากนั้นจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหลังจากแช่เมล็ดข้าวเปลือกในน้ำประมาณ 24 – 26 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดข้าวเปลือกมาเพาะพบว่า แอคติวิตี้ ของแอลฟาอะมิเลสในต้นกล้าข้าวเปลือกที่กำลังงอกจะเพิ่มขึ้น โดยที่เมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่งอกนั้น เอนไซม์จะมีแอคติวิตี้น้อยมาก (ณัฐลักษณ์ วิศรและสมร กายสี, 2543 : 17-18)

2.9 ชา (Tea)

ภาพที่ 21 ใบชา

ที่มา : http://www.oknation.net/blog/print.php?id=204087 , 15 ธันวาคม 2550.

ชื่อสามัญ : Tea

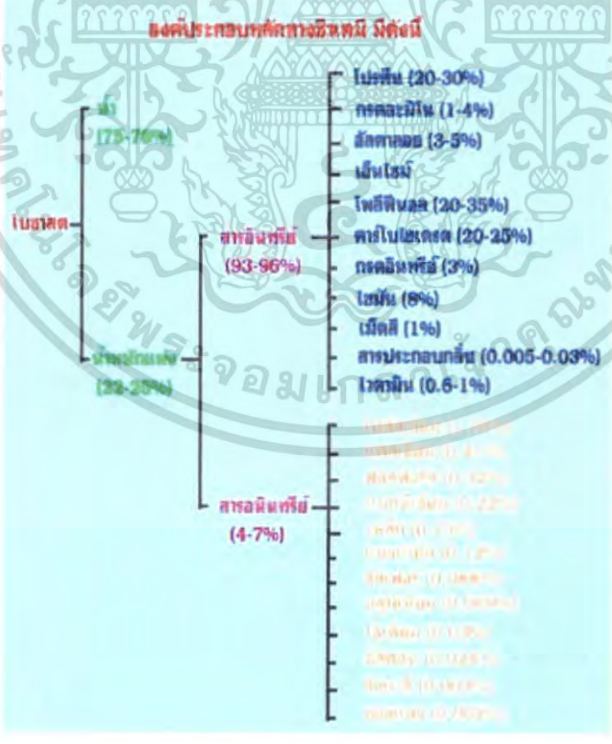
ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Camellia sinensis* (L.) *Okuntze.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชา (Camellia sinensis) เป็นพืชที่นำมาทำเป็นเครื่องดื่ม เป็นที่นิยมบริโภคของคนทั่วโลก เช่นเดียวกับกาแฟ และโกโก้ โดยจีนเป็นประเทศแรกที่เริ่มนำชามาทำเป็นเครื่องดื่มเมื่อกว่า 2,000 ปีที่แล้ว จากนั้นความนิยมในการดื่มน้ำชา ก็ได้แพร่กระจายไปทั่วโลก ทั้งในทวีปอเมริกา ยุโรป เอเชีย และในบางประเทศของทวีปแอฟริกาด้วย ในบรรดานักดื่มชาทั่วโลก ชาวอังกฤษถือได้ว่ามีการดื่มชามากที่สุด คือ ดื่มคนละ 3.06 กิโลกรัม/ปี รองลงมาได้แก่ สาธารณรัฐไอร์แลนด์ อิรัก ฮ่องกง ญี่ปุ่น อินเดีย และไทย ตามลำดับ

ก. ชาและองค์ประกอบของชา

ชาเป็นไม้พุ่มอายุยืน ประกอบด้วยสารโพลีฟีนอล (polyphenols) มากถึง 20-35 % ซึ่งมีผลต่อรสฝาดและสีของน้ำชา ข้อมูลจากการหมัก (decomposition) และการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าชามีองค์ประกอบทางอินทรีย์ (organic matter) ไม่น้อยกว่า 450 ชนิด และยังพบสารอนินทรีย์ (inorganic mater) ไม่น้อยกว่า 15 ชนิด



ภาพที่ 22 องค์ประกอบหลักทางชีวเคมีของชา

ที่มา : http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/char/cha12.htm , 30 ธันวาคม 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1. ต้นชา เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก สูงประมาณ 30 ฟุต ทรงพุ่มเป็นรูปกรวย

2. ระบบราก ต้นชาที่เพาะจากเมล็ดจะมีรากแก้ว และมีรากฝอยหาอาหาร รากชาจะมีการสะสมของคาร์โบไฮเดรตในรูปของแป้ง ซึ่งมีการแตกยอดใหม่ (flushing) ของต้นชาจะขึ้นกับการสำรองคาร์โบไฮเดรตในราก โดยทั่วไปต้นชาที่งอกจากเมล็ดจะมีรากหยั่งลึกในดินเฉลี่ยประมาณ 1.5 เมตร แต่อาจมีความยาวถึง 3 เมตร หรือมากกว่าก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นชาและสภาพดิน

3. ใบ เป็นใบเดี่ยว การจัดเรียงตัวของใบเป็นแบบสลับ 1 ใบต่อ 1 ข้อ โดยพัฒนาจากตาที่มุมใบ ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย ปลายใบแหลม แผ่นหนา หน้าใบเป็นมัน ใบยาวประมาณ 7-30 เซนติเมตร ใต้ใบมีขนอ่อนปกคลุม ปากใบมีมากบริเวณใต้ใบ ชาอัสสัมจะมีใบสีอ่อน

4. ดอก จะเกิดออกมาจากตาระหว่างลำต้นกับใบมีทั้งดอกเดี่ยว และดอกช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีทั้งเกสรตัวผู้และตัวเมียเกสรตัวผู้มีสีเหลืองจำนวนมาก ก้านเกสรตัวผู้ยาวประมาณ 8-10 มิลลิเมตร อับเกสรตัวผู้มี 2 ช่องก้านชูเกสรตัวเมียสั้น ยอดเกสรตัวเมียมี 3-5 กลีบดอกชามีสีขาว จำนวน 5-8 กลีบ ลักษณะโค้งเว้าแบบ obovate กลีบเลี้ยงสีขาว 5-6 กลีบ

ภาพที่ 23 ดอกชา

ที่มา : http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/char/cha11.htm, 1 มกราคม 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผล เป็นแคปซูล (capsule) เปลือกหนาสีน้ำตาลอมเขียว แบ่งเป็น 3 ช่อง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2.0 เซนติเมตร จากเริ่มติดผลถึงผลแก่ใช้เวลาประมาณ 9-12 เดือน เมื่อผลแก่เต็มที่ ผลจะแตกทำให้เมล็ดหล่นลงดินได้

ภาพที่ 24 ผลชา

ที่มา : http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/char/cha11.htm, 1 มกราคม 2550.

6. เมล็ด มีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.8-1.6 เซนติเมตร มีใบเลี้ยง 2 ใบ อวบหนา มีน้ำมันมากลักษณะหุ้มต้นอ่อนไว้ ผนังเมล็ดแข็งหนาเชื่อมติดกับเปลือกหุ้มเมล็ด (testa) ซึ่งมีลักษณะบางเหนียว ในผลชาสดจำนวน 1 กิโลกรัม จะมีเมล็ดชา 400-600 เมล็ด เมล็ดชาเมื่อนำมาปลูกจะสามารถงอกได้ใน 2-3 อาทิตย์ซึ่งต้นอ่อนมีลักษณะตั้งตรง

ภาพที่ 25 เมล็ดชา

ที่มา : http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/char/cha11.htm, 1 มกราคม 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ชาแบ่งออกได้เป็น 3 พันธุ์ใหญ่ๆ คือ

1. ชาอัสสัม Assem Tea

ภาพที่ 26 ใบชาอัสสัม

ที่มา : http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/char/cha11.htm, 1 มกราคม 2550.

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Camellia sinensis Var.assamica (Mast.)*

ลักษณะเป็นลำต้นเดี่ยว สูงประมาณ 6-18 เมตร ใบใหญ่เจริญเติบโตเร็ว ทนแล้ง ดอกออกเป็นช่อๆ ละ 2-4 ดอก ชาอัสสัมสามารถแบ่งออกเป็นพันธุ์ย่อยได้ 5 สายพันธุ์คือ

1.1 พันธุ์อัสสัมใบจาง (Light leaved Assam jat) ต้นมีขนาดเล็ก ยอดและใบมีสีเขียวอ่อน ลักษณะใบเป็นมันวาว ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอ ให้ผลผลิตต่ำและคุณภาพไม่ดี เมื่อนำมาทำชาจีนจะมีสีน้ำตาล

1.2 พันธุ์อัสสัมใบเข้ม (Dark leaved Assam jat) ยอดและใบมีสีเขียวเข้ม ใบนุ่มเป็นมัน มีขนปกคลุม ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี เมื่อนำมาทำชาจีน จะมีสีดำ

1.3 พันธุ์มานิปุริ (Manipuri jat) เป็นพันธุ์ที่แข็งแรง ให้ผลผลิตสูง ใบมีสีเขียวเข้มเป็นประกาย ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย ทนแล้งได้ดี

1.4 พันธุ์พม่า (Burma jat) ใบมีสีเขียวเข้ม ใบแก่มีสีเขียวแกมน้ำเงิน ใบกว้างแผ่นใบรูปไข่ ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 พันธุ์ลูไซ (Lushai jat) ขอบใบหยักลึก ปลายใบเห็นได้ชัด

2. ชาเขมร Indo-China Tea

ภาพที่ 27 ชาเขมร

ที่มา : http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/char/cha11.htm, 1 มกราคม 2550.

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Camellia sinensis Var. Indo-China*

ลักษณะลำต้นเดี่ยว สูงประมาณ 5 เมตร ใบแข็งเป็นมัน ใบยาว ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย แผ่นใบม้วนงอเป็นรูปคล้ายตัววี ก้านใบสีแดง ในฤดูแล้งใบจะมีสีแดงเรื่อ ๆ ยอดอ่อนรสฝาดจัด มี แทนนินสูง ทนแล้งได้ดี

3. ชาจีน chaina Tea

ภาพที่ 28 ชาจีน

ที่มา : http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/char/cha11.htm, 1 มกราคม 2550.

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Camellia sinensis Var-sinensis*

ลักษณะลำต้นเป็นพุ่มเตี้ย สูงประมาณ 2-3 เมตร ใบมีสีเขียวเข้ม ขนาดเล็ก ยาวแคบ ขนาดใบยาว 3.8-6.4 เซนติเมตร ตั้งตรง ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย เส้นใบมองเห็นไม่ชัด ข้อถี่ปล้องสั้น ทนทานต่ออุณหภูมิต่ำและสภาพแวดล้อมที่ผันแปรได้ดี ผลผลิตต่ำเมื่อเทียบกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มพันธุ์ชาอัสสัม ชาพันธุ์นี้ปลูกมากในประเทศจีน สายพันธุ์ที่นิยมปลูกจะแตกต่างกันไป ในแต่ละท้องที่ เช่น สายพันธุ์ชิงชิงอูหลง ชิงขิงต้าพัง เตไกวอิน ฯลฯ

ง. ประโยชน์ของชา

ชาเป็นเครื่องดื่มที่มีธาตุอาหารหลายชนิดเป็นองค์ประกอบที่ช่วยบำรุงให้ร่างกายมีสุขภาพดี ซึ่งประโยชน์ของชา พอจะสรุปได้ดังนี้

1. ชาช่วยกระตุ้นให้ระบบประสาทและร่างกายสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากชามีสารคาเฟอีนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งคาเฟอีนนี้จะไปกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางและระบบหมุนเวียนของโลหิต ช่วยให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย มีอิทธิพลต่อขบวนการเมตตาโบลิซึมของเซลล์ร่างกาย ช่วยขยายหลอดเลือด

2. ชา ช่วยแก้กระหายและช่วยในการย่อยอาหาร ในช่วงอากาศร้อน การดื่มชาจะช่วยให้มีความรู้สึกสดชื่นขึ้น เนื่องจากในชามีสารโพลีฟีนอล (polyphenol) คาร์โบไฮเดรต และกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบ เมื่อสารเหล่านี้เกิดปฏิกิริยากับน้ำลาย จะช่วยกระจายความร้อนส่วนเกินในร่างกาย พร้อมกับชะล้างสารพิษต่าง ๆ ออกไป

3. ชาช่วยฆ่าเชื้อโรค ลดการอักเสบ ช่วยสมานแผล ช่วยในการขับถ่าย และชะล้างสารพิษในร่างกาย เนื่องจากในชามีสารโพลีฟีนอล สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (colon bacillus) เช่น ไทฟอยด์ อหิวาตกโรค ฯลฯ โดยทำให้โปรตีนของเชื้อแบคทีเรียนั้นแข็งตัว

4. ชาช่วยทำให้สุขภาพแข็งแรง ช่วยให้หลอดเลือดมีความยืดหยุ่นมากขึ้น (permeable) ช่วยไม่ให้เส้นเลือดแข็งตัวง่าย กรด pantothenic ช่วยทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น วิตามินบี 1 สามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของเมล็ดเลือด วิตามินบี 2 ช่วยลดการอักเสบ เช่น การอักเสบที่ผิวหนัง การอักเสบของเหงือก และอาการของโรคปอดบวม เป็นต้น(http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/char/cha13.htm, 1 มกราคม 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. ชาอูหลง (Oolong Tea)

ภาพที่ 29 ใบชาอูหลง

ที่มา : http://web.radompon.com/actionbeam/1%20(11).jpg , 26 กุมภาพันธ์ 2551.

ชาอูหลง เป็นชากึ่งหมัก (Semi-fermented tea) ทั่วไปหมักที่ 10-80 % แบ่งเป็นหมักอ่อน หมักปานกลาง และหมักเข้ม ชาอูหลงที่ผ่านการหมักไม่เกิน 20% จะถือว่ามีสาระสำคัญที่เป็นประโยชน์เทียบเคียงชาเขียว (Green tea) ชาอูหลงยิ่งหมักนาน สีและรสชาติของน้ำชาจะยิ่งเข้มข้นมากขึ้น คุณลักษณะพิเศษของชาอูหลงคือ กลิ่นหอม และมีรสชาติชุ่มคอ ดื่มชาอูหลงซักพักจะรู้สึกชุ่มคอ และรสชาติของชาจะติดคออยู่นาน นอกจากนี้ชาอูหลง ยังมีสารสำคัญต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น Epigallocatechin Gallate (EGCG) ที่สามารถยับยั้งการสร้างสารไนโตรซามีน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งรุนแรง (สารไนโตรซามีน เกิดจาก แร่ธาตุไนโตรเจนในร่างกาย ทำปฏิกิริยากับ อามีน ที่อยู่ในรูปของอาหารที่เรารับประทานเข้าไป โดยเฉพาะอาหารทะเล)

Polyphenol Catechin ที่มีอยู่ในใบ ยังสามารถลดปริมาณไขมันในเส้นเลือด และลดคลอเรสเตอรอล โดยสารตัวนี้เมื่อเข้าสู่ร่างกาย จะไปทำให้ไขมันแตกตัวและละลาย อีกทั้งยังช่วยระงับการเพิ่มปริมาณของไขมัน และคลอเรสเตอรอลอย่างได้ผล

Theobromin สามารถลดปริมาณไขมันที่ไปเกาะตามผนังของเส้นโลหิต ที่ทำหน้าที่สูบฉีดโลหิตไปสู่หัวใจ และทำให้เส้นโลหิตฝอยมีความยืดหยุ่นไม่เปราะ และไม่แตกหักได้ง่าย ลดความเหนียวและชะลอการจับตัวของโลหิต เป็นการเพิ่มความคล่องตัวต่อการไหลของโลหิต ทำให้การไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น นอกจากนี้ในชาอูหลงยังมี Glycosides ที่ช่วยป้องกันโรคเบาหวาน diuretic ช่วยขับปัสสาวะ และ asthma ป้องกันโรคหอบหืดได้

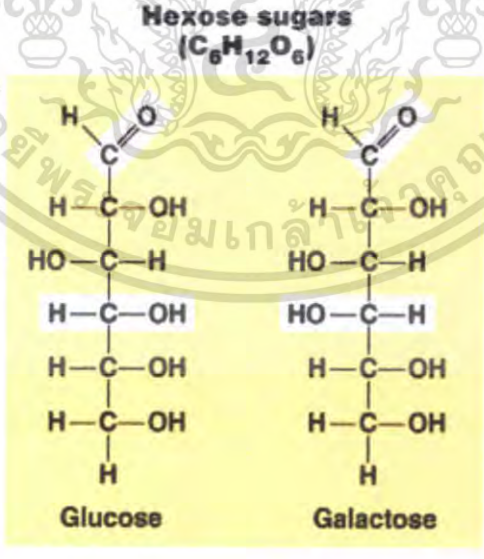
(http://www.hillkoff.com/tea.php, 1 มกราคม 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 น้ำตาล (Sugar)

น้ำตาล คือ สารให้ความหวานตามธรรมชาติชนิดหนึ่ง มีเรียกกันหลายแบบ ขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของน้ำตาล เช่น น้ำตาลทราย น้ำตาลกรวด น้ำตาลก้อน น้ำตาลปีบ เป็นต้น แต่ในทางเคมี โดยทั่วไปหมายถึง ซูโครส หรือ แซคคาโรส ไดแซคคาไรด์ ที่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งสีขาว น้ำตาลเป็นสารเพิ่มความหวานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขนมหวาน และเครื่องดื่ม ในทางการค้าน้ำตาลผลิตจาก อ้อย และหัวบีท (sugar beet) น้ำตาลที่มีองค์ประกอบทางเคมีแบบง่ายที่สุด หรือ โมโนแซคคาไรด์ เช่น กลูโคส เป็นที่เก็บพลังงาน ที่จะต้องใช้ในกิจกรรม ทางชีววิทยา ของเซลล์ ศัพท์ทางเทคนิคที่ใช้เรียกน้ำตาลจะลงท้ายด้วยคำว่า "-โอส" (-ose) เช่น กลูโคส

น้ำตาลเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีรสหวาน โดยมากได้จากน้ำตาล มะพร้าว อ้อย ถ้าเป็นความหมายเฉพาะอย่าง และทำด้วยอะไร ก็เติมคำนั้นๆ ลงไป เช่น ทำจากตาลเรียกว่าน้ำตาลโตนด ทำจากมะพร้าวเรียกว่าน้ำตาลมะพร้าว ทำจากอ้อยแต่ยังไม่ได้ทำเป็นน้ำตาลทรายเรียกว่าน้ำตาลทรายดิบ ทำเป็นเม็ด ๆ เหมือนทรายเรียกว่าน้ำตาลทราย ทำเป็นก้อนแข็งเหมือนกรวดเรียกว่าน้ำตาลกรวดหล่อเป็นปึกเรียกว่าน้ำตาลปึก เป็นต้น (http://www.mitrphol.com/th/allsugar/allsugar.asp?id=12, 20 กุมภาพันธ์ 2551)



ภาพที่ 30 โครงสร้างทางเคมีของ Hexose sugars

ที่มา : http://www.vcharkarn.com/uploads/9/9499.gif , 20 ธันวาคม 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 น้ำผึ้ง (Honey)

น้ำผึ้ง เป็นผลิตผลของน้ำหวานจากดอกไม้ และจากแหล่งน้ำหวานอื่น ๆ ที่ผึ้งงานนำมาเก็บสะสมไว้ และผ่านขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และทางกายภาพบางประการ แล้วสะสมไว้ในรังผึ้ง

ภาพที่ 31 น้ำผึ้ง

ที่มา : http://static.flickr.com/68/214960964_e3a581c202.jpg, 15 ธันวาคม 2550.

ก. วิธีการผลิตน้ำผึ้ง

เมื่อผึ้งงานเก็บน้ำหวานจากดอกไม้ลงสู่กระเพาะน้ำหวาน จะมีเอนไซม์จากต่อมน้ำลายขับออกมาเปลี่ยน หรือเมตาบอไลซ์น้ำตาลกลูโคสและฟรุกโทสให้เป็นน้ำตาลแปรรูป (invert sugar) คือ น้ำตาลลีวูโลส เดกซ์โทรส และมอลโทส นอกจากนั้นยังมีน้ำตาลอื่น ๆ อีก แต่มีจำนวนน้อยมาก ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นตั้งแต่ผึ้งเริ่มบินกลับรัง ในขณะที่ผึ้งกระพือปีกจะเกิดพลังงานความร้อน ช่วยเร่งการทำงานของเอนไซม์ ตลอดจนช่วยเผาผลาญลดความชื้นในน้ำหวาน ให้กลายเป็นน้ำผึ้งเร็วขึ้น เมื่อผึ้งงานกลับถึงรัง จะคายน้ำหวานแปรรูปนี้ให้กับผึ้งงานประจำรัง ซึ่งจะรับกันด้วยปากต่อปาก น้ำหวานแปรรูปนี้ยังไม่เป็นน้ำผึ้งที่สมบูรณ์ เพราะยังมีความชื้นหรือน้ำในน้ำหวานจำนวนมากถึง 30-40 % ต่อมาผึ้งงานประจำรัง จะนำน้ำหวานนี้ไปเก็บในหลอดรวงน้ำผึ้ง ตอนเย็นผึ้งกลับรังกันเป็นส่วนใหญ่ จะช่วยกันกระพือปีกช่วยให้มีการระเหยของน้ำหวานอีก จนได้น้ำผึ้งที่สมบูรณ์ คือ มีน้ำเหลืออยู่เพียง 20-25 % เท่านั้น หลังจากนั้นผึ้งงานจะใช้ไขผึ้งปิดหลอดรวงที่เก็บน้ำผึ้งไว้ใช้ เพื่อให้พลังงานในชีวิตประจำวัน และยามขาดแคลนอาหารต่อไป (กรมอาชีวศึกษา, 2523 : 21)

เมื่อผึ้งงานสร้างฝาขี้ผึ้งปิดฝาหลอดรวมแล้ว แสดงว่าน้ำผึ้งเข้มข้นได้ที่แล้ว ผู้เลี้ยงจะนำรวงผึ้งมาปาดฝารวงด้วยมีดปาดฝา แล้วจึงนำรวงผึ้งนั้นเข้าเครื่องสลัดหมุน ให้น้ำผึ้งไหลออกจากรวงโดยแรงเหวี่ยง จะได้น้ำผึ้งที่สะอาด แต่อาจมีเศษไขผึ้ง หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ ติดมา จึงต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรองด้วยผ้ากรอง แล้วเก็บไว้ในถังสูงที่มีฝาปิดมิดชิด ป้องกันมดและฝุ่นละอองตกลงไปในถัง การบรรจุน้ำผึ้งจากถังลงสู่ขวด จะไขก๊อกให้น้ำผึ้งจากก้นถังลงสู่ขวดบรรจุ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้มีฟองอากาศติดปนเข้ามา (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2529 : 162)

ตารางที่ 11 องค์ประกอบน้ำผึ้งที่อยู่ในเกณฑ์ดี

องค์ประกอบหลัก	ร้อยละ (น.น.โดยประมาณ)
น้ำ	20(ไม่ควรเกินจำนวนนี้)
น้ำตาลชนิดต่างๆ	79
(เลวูโลส เดกซ์โตรส มอลโตส ฯลฯ)	
กรดชนิดต่างๆ	0.5
แร่ธาตุ ไวตามิน เอนไซม์	0.5

ที่มา : พงศ์เทพ อัครธนกุล, 2534 :152

ข.ลักษณะของน้ำผึ้งที่ดี

1. มีความข้น และหนืดพอสมควร ซึ่งแสดงว่ามีน้ำน้อย น้ำผึ้งที่ดีไม่ควรมีน้ำเกินร้อยละ 21 หากมีน้ำเจือปนมากกว่านั้น จะทำให้จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตและทำลายคุณค่าของน้ำผึ้งได้

2. มีสีตามธรรมชาติ ตั้งแต่สีเหลืองอ่อนถึงสีน้ำตาล ใส ไม่ขุ่นทึบ

3.มีกลิ่นหอมของน้ำผึ้งและดอกไม้ตามแหล่งที่ได้มา ปกติพืชที่ใช้ผลิตน้ำผึ้งมีหลายชนิด ที่นิยมคือ ลำไย ลิ้นจี่ และสาบเสือ น้ำผึ้งลำไยนับเป็นน้ำผึ้งที่มีรสหอมหวานเป็นพิเศษเหนือกว่าน้ำผึ้งจากพรรณไม้อื่นทั้งหมด

4. ปราศจากกาก ไขผึ้ง หรือเศษตัวผึ้งปะปน รวมทั้งวัสดุต่าง ๆ แขวนลอยอยู่

5. ปราศจากลิ่น รส ที่น่ารังเกียจอื่นใด หรือกลิ่นบูดเปรี้ยว ไม่มีฟอง

6.ไม่มีการใส่สารปรุงแต่งสี กลิ่น รสใด ๆ ลงในน้ำผึ้ง

ค. ประโยชน์ของน้ำผึ้ง

1.ช่วยคลายความเหน็ดเหนื่อย อ่อนเพลียจากการตรากตรำทำงานหนัก เล่นกีฬา อดนอน หรือดื่มสุรา

2. ช่วยเสริมสร้างสุขภาพให้แก่ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยระยะพักฟื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บำรุงประสาทและสมองให้สดชื่น แจ่มใส

4. ช่วยระงับประสาท อาการหงุดหงิด นอนไม่หลับ แก้ตะคริว

5. บรรเทาอาการไอ และหวัด

6. ลดกรดในกระเพาะ ช่วยให้อาหารย่อยดีขึ้น ท้องไม่ผูก เนื่องจากน้ำผึ้งถูกดูดซึมได้ทันที เมื่อสัมผัสลำไส้ ต่างจากน้ำตาลชนิดอื่นที่คงค้างอยู่ และถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์หรือกรด

7. แก้เด็กปัสสาวะรดที่นอนได้ เนื่องจาก น้ำผึ้งมีน้ำตาลฟรุกโตส ซึ่งมีคุณสมบัติดูดความชื้นได้ดีกว่าน้ำตาลชนิดอื่น จึงสามารถดูดน้ำกลับและอุ้มน้ำไว้ทำให้เด็กไม่ปัสสาวะรดที่นอน

8. แก้โรคโลหิตจางเนื่องจากน้ำผึ้งมีธาตุเหล็กซึ่งเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบิน ช่วยเพิ่มเม็ดเลือดแดง

9. แก้ความดันโลหิตสูง

จากคุณประโยชน์ของน้ำผึ้ง รวมทั้งรสหวานตามธรรมชาติและกลิ่นรสเฉพาะตัว จึงนิยมนำน้ำผึ้งมาเป็นส่วนผสมในอาหารต่างๆ เพื่อเพิ่มคุณค่าและให้รสหวาน เช่น

- ผสมในเครื่องดื่มต่าง ๆ ได้แก่ ชา กาแฟ นม โยเกิร์ต น้ำมะนาว หรือในต่างประเทศจะนำไปทำเบียร์หรือไวน์

- ผสมในขนมอบและขนมหวานต่างๆ คุณสมบัติพิเศษอย่างหนึ่งของน้ำผึ้งในขนมปัง คือ น้ำผึ้งประกอบด้วยน้ำตาลฟรุกโตส ซึ่งมีคุณสมบัติดึงความชื้นไว้ได้นานดังนั้นขนมปังหรือขนมที่ผสมน้ำผึ้งจะนิ่มอยู่นานกว่าใช้น้ำตาลทรายธรรมดา หลังจากนำออกจากเตาอบ

- ผสมในผลิตภัณฑ์ที่ทำจาก ธัญพืชเป็นอาหารเช้า หรือผสมในอาหารเด็ก

-ทำเป็นสเปรด (spreads) สำหรับทาขนมปัง เป็นต้น

นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนผสมในยา เพื่อเพิ่มความคงตัวและมีรสหวานรับประทานง่าย รวมทั้งมีประโยชน์ทางยา (พงศ์เทพ อัครธนกุล, 2534 : 158)

ง. คุณสมบัติของน้ำผึ้ง

คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำผึ้ง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีความถ่วงจำเพาะ = 1.4225 น้ำผึ้ง 3,785 มิลลิลิตร (1 แกลลอน) หนัก 5,375 กรัม น้ำผึ้ง 0.453 กิโลกรัม (1 ปอนด์) มีปริมาตร 318.9 มิลลิลิตร

พลังงานคิดเป็นแคลอรี่ของน้ำผึ้ง 0.453 กิโลกรัม (1 ปอนด์) ให้พลังงาน 1,380 แคลอรี น้ำผึ้ง 100 กรัม ให้พลังงาน 303 แคลอรี

(http://www.thailanna.co.th/index.php?lay=show&ac=article&Id=194946 , 27 กุมภาพันธ์ 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แร่ธาตุในน้ำผึ้ง

ปริมาณแร่ธาตุในน้ำผึ้ง	(มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)
แคลเซียม	4 - 30
คลอรีน	0.002 - 0.02
ทองแดง	0.01 - 0.1
เหล็ก	0.1 - 3.4
แมกนีเซียม	0.7 – 13
แมงกานีส	0.02 - 10
ฟอสฟอรัส	2 – 60
โพแทสเซียม	10 - 470
โซเดียม	0.6 – 40
สังกะสี	0.2 - 0.5

ที่มา : http://www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/bsp_12_2545_hunny.pdf, 25 กุมภาพันธ์ 2551

2.12 นมผง (Dry milk or powder milk)

นมผงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำนมสดมาระเหยน้ำออกจนหมด ด้วยกรรมวิธีต่างๆ จนได้นมมีลักษณะเป็นผง มีน้ำหนักเบาง่ายต่อการขนส่งใช้ในการผลิตนมพร้อมดื่ม นมข้น และผลิตภัณฑ์นมอื่นๆ โดยเฉพาะนมข้นไม่หวาน และนมข้นหวาน นมผงมี 3 ประเภท ได้แก่

ก. นมผงธรรมดา (dry whole milk) เป็นนมผงที่ทำจากน้ำนม โดยไม่มีการแยกเอาส่วนประกอบใด ๆ ในน้ำนมออกมีมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 26 นิยมใช้ในการผลิตนมพร้อมดื่ม

ข. นมผงพร่องมันเนย (partly non-fat dry milk) เป็นนมผงที่ทำจากน้ำนมที่แยกมันเนยออกเกือบหมด มีมันเนยไม่เกินร้อยละ 1.5 นิยมใช้ในการผลิตนมดืนรูป นมปรุงแต่ง นมแปลงไขมัน

2.13 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิติศักดิ์ เนียมชาวนาและคณะ (2549) ได้จัดทำโครงงานเพื่อศึกษาแนวทางที่จะนำข้าวเหนียวและข้าวเจ้าที่มีอยู่ในชุมชนมาผลิตเป็นอาหารเสริมสุขภาพในรูปของข้าวมอลต์ (malt rice)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดชงดื่ม โดยนำข้าวเหนียวและข้าวเจ้ามาเพาะให้งอก ต้นอ่อนยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร แล้วนำไปอบจนแห้งต่อจากนั้นนำไปบดให้ละเอียดที่สุดมาผสมครีมเทียม น้ำตาลชงดื่ม จากการทดลองผลิต พบว่าสามารถผลิตมอลต์จากข้าวเหนียวและข้าวเจ้าให้กลิ่นและรสชาติใกล้เคียงกับมอลต์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (http://www.toryod.com/Powerpoint/PLMalt, 21 ตุลาคม 2550)

ณัฐลักษณ์ วิศร และ สมร กายสี (2543 : 20-22) ได้ทำปัญหาพิเศษเรื่อง น้ำนมข้าวพร้อมดื่ม(Rice beverage) การทดลองนี้มุ่งพัฒนากระบวนการผลิตน้ำนมข้าวพร้อมดื่มโดยนำข้าวเปลือกมาแช่ค้างคืน แล้วนำเมล็ดข้าวมาเพาะต่อในกระบะไม้ พรมน้ำวันละ 2-3 ครั้ง เพาะไว้ 4 วัน จะได้มอลต์สด นำไปอบที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมอลต์ที่ได้มาบดให้ได้แป้ง นำไปผสมกับน้ำอัตราส่วนที่เหมาะสมนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำของเหลวใสไปพาสเจอร์ไรส์ ได้เป็นผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวพร้อมดื่ม

สุพัตรา เลิศวณิชย์วัฒนา และคณะ (2538 : 296) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวงอก (Product Developoment Beverage from Germinated Rice) งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับข้าว โดยทำการศึกษาพันธุ์และระยะเวลาในการเพาะที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยนำเมล็ดข้าวทั้ง 4 พันธุ์ที่นำมาศึกษาได้แก่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปทุมธานี 1 หอมนิล และข้าวเหนียวดำ จากนั้นนำมากำจัดเมล็ดลีบและแตกหัก ล้างด้วยน้ำสะอาด แช่เอทานอลเข้มข้น 70 % นาน 2 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง แล้วแช่ในน้ำสะอาด (ข้าว : น้ำ =1 : 3 w/v)ใน อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง รินน้ำทิ้งและรอให้สะเด็ดน้ำ ใส่เมล็ด 100 กรัม/กระบะเพาะ ขนาด 24*19*8.5 ซม. ที่รองด้วยผ้าสำลีเพาะชุ่มน้ำเกลี่ยเมล็ดให้ทั่วกระบะ และคลุมทับด้วยผ้าสำลีเพาะชุ่มน้ำเพาะที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง ก็จะได้เมล็ดข้าวงอกนำเมล็ดข้าวงอกมาทำการวิเคราะห์วิตามินบี 1 (Schanderl, 1973) วิตามินบี2 (A.O.A.C., 1995) แคลเซียม และเหล็กนำเมล็ดข้าวงอกที่ได้รับการคัดเลือกมาผลิตเป็นแป้งข้าวงอก โดยนำเมล็ดข้าวงอกที่ได้ลวกน้ำเดือดนาน 5 นาที อบแห้งโดยตู้อบลมร้อน (tray dry) 60 °C นาน 8 ชั่วโมงกะเทาะเปลือก บดเป็นแป้ง แล้วแป้งข้าวงอกดิบผสมน้ำ (22%) ให้ความร้อนจนเดือดคนตลอดเวลา ผ่านเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง 120-130 °C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.004 นิ้ว แรงดันไอน้ำ35 psi ความเร็วรอบ 28 รอบ/นาที จากนั้นนำแป้งข้าวงอกดิบมาทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภิเตช หวังรวมกลาง (2549) ได้ทำปัญหาพิเศษ เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมอลต์ข้าวเสริมข้าวโอ๊ต โดยศึกษากรรมวิธีการผลิตที่สภาวะการอบแห้งข้าวงอก อุณหภูมิ 50 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และวิธีการบด 2 วิธี บดหยาบ บดละเอียดและนำมาสกัดเป็นเครื่องดื่มมอลต์ข้าว ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวโอ๊ตที่ใช้เสริม ดังนี้ 100 มิลลิลิตรต่อ 0.5 กรัม 100 มิลลิลิตรต่อ 1 กรัม และ 100 มิลลิลิตรต่อ 1.5 กรัม ได้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมอลต์ข้าวเสริมข้าวโอ๊ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ก. อุปกรณ์และวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

1.วัตถุดิบ

1. ข้าวเหนียวขาว (ข้าวเปลือก)
2. ข้าวเหนียวดำ (ข้าวเปลือก)
3. ข้าวหอมมะลิ 105 (ข้าวเปลือก)
4. นมผง ยี่ห้อ มิชชั่นไฮแคล (รสจืด)
5. น้ำผึ้งแท้ ยี่ห้อ สวนจิตรลดา
6. ชาอูหลงแห้ง
7. น้ำตาลทราย

2. อุปกรณ์

1. เครื่องครัว
2. เครื่องชั่งละเอียด
3. เครื่องปั่น
4. ตู้อบไฟฟ้า
5. เตาแก๊ส
6. ผ้าขาวบาง

3. อุปกรณ์ในการทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

1. กระดาษ A4
2. อุปกรณ์เครื่องเขียน
3. แผ่นดิสก์
4. กล้องถ่ายรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการดำเนินการ

3.2.1 ศึกษากรรมวิธีการทำแห้งข้าวงอก

3.2.1.1 วิธีการเตรียมข้าวงอก

เริ่มจากการเพาะข้าวโดยการนำข้าวเปลือกล้างทำความสะอาดให้เรียบร้อยเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมาในระหว่างเก็บเกี่ยว นำไปแช่น้ำ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นกับเมล็ดข้าว ล้างทำความสะอาดอีกครั้ง เพื่อกำจัดกลิ่น จากนั้นนำไปทำให้สะเด็ดน้ำ และนำข้าวมาเพาะในตะกร้า ชั้นแรกเป็นสำลีชุบน้ำบิดพอหมาดแผ่ให้เต็มตะกร้า ชั้นที่สองเป็นผ้าขาวบางชุบน้ำบิดพอหมาด จากนั้นนำเมล็ดข้าวที่ผ่านการแช่น้ำเพาะลงในตะกร้าเกลี่ยให้ทั่ว คอยพรมน้ำวันละ 2-3 ครั้ง เป็นเวลา 3 วัน ข้าวจะแตกยอดยาวประมาณ 1 เซนติเมตร นำออกจากตะกร้า ล้างน้ำให้สะอาดอีกรอบ ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ

3.2.1.2 ขั้นตอนการทำแห้งข้าวงอก

เปรียบเทียบวิธีการทำแห้ง 2 วิธี มีผลต่อคุณลักษณะด้านสีและกลิ่นของข้าวงอก

(1) วิธีการอบข้าวงอก นำข้าวที่เพาะได้เข้าอบในอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

(2) วิธีการคั่วข้าวงอก นำข้าวที่เพาะมาคั่วโดยใช้ไฟอ่อน ๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

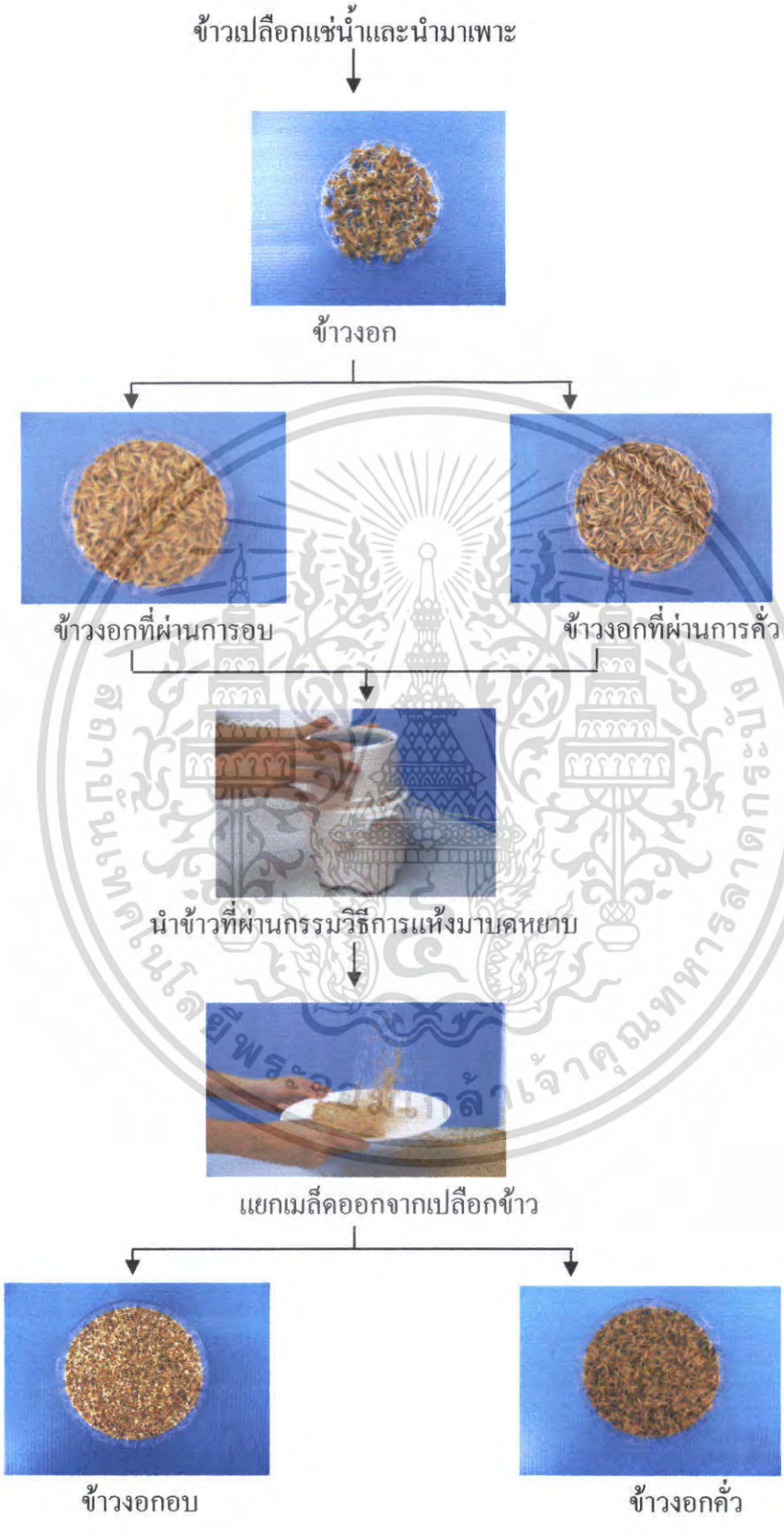
3.2.1.3 ขั้นตอนการกะเทาะเปลือกข้าว

นำข้าวที่ผ่านกรรมวิธีการทำแห้งแล้วมาบดอย่างหยาบโดยใช้เครื่องปั่นไฟฟ้าเพื่อกะเทาะเปลือกข้าวออก จากนั้นแยกเปลือกออกจากเมล็ดข้าวโดยการฝัดส่วนที่เป็นแกลบออกให้เหลือแต่เมล็ดข้าวที่ต้องการ

3.2.1.4 ขั้นตอนการบดข้าวงอก

นำเมล็ดข้าวที่ได้มาบดอย่างละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 32 ขั้นตอนการทำแห้งข้าวงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.5 ขั้นตอนการต้มสกัดมอลต์ข้าว

นำข้าวงอกที่ได้จากการอบและการคั่วจากข้อ 3.2.1.2 ไปต้มให้เดือด 10 นาที โดยใช้อัตราส่วน น้ำ : ข้าวมอลต์ (400 มิลลิลิตร ต่อข้าวมอลต์ 20 กรัม) เพื่อสกัดเอาน้ำข้าวมอลต์ นำไปผลิต ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง ทำการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ ด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมที่ได้จากการทำแห้งทั้ง 2 วิธี เพื่อคัดเลือกวิธีการทำแห้งข้าวงอกที่เหมาะสม

3.2.2 การคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม

การศึกษาการคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการผลิตเครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ในการทดลองนี้จะศึกษาพันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวขาว ข้าวเหนียวดำ ข้าวหอมมะลิ โดยนำข้าวทั้ง 3 พันธุ์มาเพาะให้งอกตามวิธีการในข้อ 3.2.1.1 และทำแห้งข้าวงอกตามกรรมวิธีการทำแห้งที่เหมาะสมที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2.1.2 นำข้าวที่อบแล้วมาบดอย่างหยาบเพื่อกะเทาะเปลือกข้าวออก จากนั้นทำ การต้มสกัดน้ำข้าวมอลต์เพื่อผลิตเครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสม ในการผลิตเครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่ม โดยมีสูตรการผลิตดังตารางที่ 13 และมีวิธีการทำดังภาพที่ 33

ตารางที่ 13 ปริมาณส่วนผสมของเครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม

ชื่อผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง	ข้าวมอลต์	20
	น้ำ	400
	นมผง	8
	น้ำผึ้ง	15
ชาข้าวงอกพร้อมดื่ม	ข้าวมอลต์	20
	น้ำ	500
	ชาอูหลง	2.5
	น้ำตาล	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 33 ขั้นตอนการผลิตเครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การพัฒนาสูตรการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่ม

การพัฒนาสูตรการผลิตที่เหมาะสม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่ม เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น โดยการทดลองนี้จะนำข้าวที่ผ่านการคัดเลือกซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่เหมาะสม มาเพาะให้งอกตามวิธีการในข้อ 3.2.1.1 และทำให้แห้งโดยวิธีการอบ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำข้าวที่อบแล้วมาบดอย่างหยาบเพื่อกะเทาะเปลือกข้าวออก จากนั้นทำ การต้มสกัดน้ำข้าวมอลต์ เพื่อทำผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่ม และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม โดยมีสูตรการผลิตดังตารางที่ 14 และ 15

ตารางที่ 14 การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ(กรัม)		
	สูตร A	สูตร B	สูตร C
ข้าวมอลต์ (หอมมะลิ)	20	25	30
น้ำ	400	400	400
นมผง	8	8	8
น้ำผึ้ง	15	20	30

ตารางที่ 15 การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ชาข้าวงอกพร้อมดื่ม

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ(กรัม)		
	สูตร A	สูตร B	สูตร C
ข้าวมอลต์ (หอมมะลิ)	20	30	40
น้ำ	500	500	500
ชาอูหลง	2.5	2.5	2.5
น้ำตาล	20	20	20

3.2.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่มในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยรวมด้วยวิธี Hedonic scale scoring test โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 25 คน เป็นนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบประเมินความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale Test) และทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยวิธี Ducan New Multiple Range Test, DMRT

3.3 *สถานที่ทำการทดลอง*

ห้องปฏิบัติการ (ค. 150 อาคารปฏิบัติการจอมไตร) ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง

เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 การศึกษาการคัดเลือกวิธีการทำแห้งข้าวงอก

การศึกษากรรมวิธีการทำแห้งข้าวงอกมี 2 วิธีการ ดังนี้ โดยนำข้าวหอมมะลิเพาะให้งอก นำไปทำแห้ง โดยการอบและคั่ว อบที่อุณหภูมิที่ 90 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำข้าวงอก ไปคั่วโดยใช้ไฟอ่อน ๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำข้าวงอกที่อบและคั่วมาทำผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคเพื่อคัดเลือกกรรมวิธีการทำแห้งข้าวงอกที่เหมาะสม ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 25 คน มีผลการทดสอบดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ใช้วิธีทำแห้งข้าวงอกด้วยวิธีอบและคั่ว

ลักษณะที่ทดสอบ	วิธีการทำแห้งข้าวงอก	
	อบที่อุณหภูมิ 90 °C / 3 ช.ม.	คั่วไฟอ่อน/ 1 ช.ม.
สี	8.20	6.64
กลิ่น	8.08	6.92
รสชาติ	8.24	7.24
เนื้อสัมผัส	7.72	7.28
ความชอบโดยรวม	8.36	7.52

1) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสี

จากตารางที่ 16 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสีต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง ที่ได้จากวิธีการทำแห้งข้าวงอกแบบอบและคั่ว พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ใช้วิธีการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบ และคั่วมีคะแนนตามลำดับดังนี้ 8.20และ 6.64 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกันจะพบว่าน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ได้จากการอบข้าวงอกจะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า เนื่องจากการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบจะได้สีของน้ำนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีสีขาวนวล แต่การทำแห้งข้าวงอกโดยการคั่ว น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ได้จะมีสีน้ำตาลเข้ม ดังนั้นผู้บริโภคจะให้การยอมรับสีของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง จากการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบมากกว่า การทำแห้งข้าวงอกโดยการคั่ว

2) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่น

จากตารางที่16 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่นต่อ น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ได้จากวิธีการทำแห้งแบบอบและคั่ว พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ใช้วิธีการทำแห้งข้าวงอก โดยการอบและคั่วมีคะแนนตามลำดับ ดังนี้ 8.08 และ 6.92 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันจะพบว่า น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ได้จากการอบข้าวงอกจะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า เนื่องจากการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบ กลิ่นของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งจะมีกลิ่นหอมของข้าวมอลต์ ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัวแต่น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ใช้วิธีการทำแห้งโดยการคั่ว จะมีกลิ่นเหมือนข้าวคั่วและกลิ่นเหม็นไหม้ เพราะส่วนของเอ็มบริโอ (Embryo) เมื่อถูกกับความร้อนโดยตรงจะไหม้ ทำให้ขาดกลิ่นหอมซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัวของมอลต์ไป ดังนั้นผู้บริโภคจะให้การยอมรับกลิ่นของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง จากการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบมากกว่าการทำแห้งข้าวงอกโดยการคั่ว

3) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติ

จากตารางที่ 16 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ได้จากวิธีการทำแห้งข้าวงอกแบบอบและคั่ว พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวงอกที่ใช้วิธีการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบและคั่ว มีคะแนนตามลำดับดังนี้ 8.24 และ 7.24 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันจะพบว่าน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ได้จากการอบข้าวงอกจะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า เนื่องจากการทำแห้งข้าวงอกโดยการคั่วน้ำนมจะมีรสชาติขมเล็กน้อย ดังนั้นผู้บริโภคจะให้การยอมรับรสชาติของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง จากการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบมากกว่าการทำแห้งข้าวงอกโดยการคั่ว

4) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัส

จากตารางที่16 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ได้จากวิธีการทำแห้งข้าวงอกแบบอบและคั่ว พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวงอกที่ใช้วิธีการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบและคั่ว มีคะแนนตามลำดับดังนี้ 7.72 และ 7.28 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันจะพบว่า น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ได้จากการอบข้าวงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า เนื่องจากการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบจะมีเนื้อสัมผัสของน้ำนมที่ข้นกว่า เพราะสามารถสกัดแป้งออกมาได้มากกว่า ดังนั้นผู้บริโภคจะให้การยอมรับเนื้อสัมผัสของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งจากการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบมากกว่า การทำแห้งข้าวงอกโดยการคั่ว

5) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม

จากตารางที่ 16 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ได้จากวิธีการทำแห้งแบบอบและคั่ว พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ใช้วิธีการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบและคั่วมีคะแนนตามลำดับ ดังนี้ 8.36 และ 7.52 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันจะพบว่า น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ได้จากการอบข้าวงอกจะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า เนื่องจากการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบจะช่วยปรับปรุงลักษณะสี กลิ่น รสชาติ ของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

การศึกษาการคัดเลือกวิธีการทำแห้ง ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด คือ การทำแห้งโดยวิธีการอบ เพราะให้สีของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่มีสีขาวนวล มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของข้าวมอลต์มาก รสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื้อสัมผัสมีความข้นหนืดพอดี และยังมีประโยชน์อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ จึงเลือกวิธีการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบ เพื่อไปคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสม ในการผลิตน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่มต่อไป

4.2 การคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่ม

เมื่อได้กรรมวิธีการทำแห้งที่เหมาะสมแล้ว จึงนำมาศึกษาการคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการผลิตเครื่องดื่ม น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม โดยศึกษาจากพันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเหนียวขาว ข้าวเหนียวดำ นำข้าวทั้ง 3 พันธุ์มาเพาะให้งอก ทำแห้งโดยวิธีการอบที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 3 ชม. และนำมาทำผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม จากนั้นทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคเพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสม ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 25 คน มีผลการทดลองดังตารางที่ 17 และตารางที่ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ

สูตร	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ข้าวหอมมะลิ	8.48[a 1/]	8.08[a]	8.08[a]	7.76[a]	8.28[a]
ข้าวเหนียวขาว	6.64[b]	7.32[b]	7.32[b]	7.04[a b]	7.36[b]
ข้าวเหนียวดำ	6.52[b]	6.92[b]	6.40[c]	6.92[b]	6.84[b]

หมายเหตุ

1/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าคะแนนที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

1) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสี

จากตารางที่17 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสีต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง ทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งในสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิ 8.48 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมากซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวขาว และสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวดำ มีคะแนนเฉลี่ยคือ 6.64 และ 6.52 ตามลำดับ มีเกณฑ์คะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากสีของพันธุ์ข้าวต่างพันธุ์จะให้สีที่แตกต่างกัน เช่น ข้าวเหนียวดำเมื่อนำมาทำน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง จะมีสีดำซึ่งน้ำนมควรมีสีขาวนวล ถ้ามีสีเข้มหรือสีดำจะไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ดังนั้นสีของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งโดยสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิจึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านสีมากที่สุด

2) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านด้านกลิ่น

จากตารางที่17 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่นต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งในสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิ 8.08 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมากซึ่งมีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 7.32 และ 6.92 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง และระดับชอบเล็กน้อยตามลำดับ เนื่องจาก ข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ มีกลิ่นของน้ำมันในข้าวน้อยกว่า ข้าวหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะลิซึ่งมีกลิ่นหอมของสารน้ำมันที่เรียกว่า สาร 2-แอซิทิล -1-ไพร์รอลีน (2-acetyl-1-pyrroline) ซึ่งกลิ่นเฉพาะตัวของข้าวหอมมะลิ (วรวิทย์ พาณิชพัฒน์, 2530 :18) จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นมากที่สุด

3) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติ

จากตารางที่ 17 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิคือ 8.08 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมากซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ โดยมีคะแนนเฉลี่ยคือ 7.32 และ 6.40 ตามลำดับ ซึ่งมีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง และระดับชอบเล็กน้อยตามลำดับ เนื่องจาก ข้าวเหนียวขาว เมื่อนำมาทำเป็นนมแล้วจะมีรสชาติจืด เพราะข้าวเหนียวขาวมีอะไมโลเพคตินมากจึงยากที่จะสกัดแป้งออกมาได้ และข้าวเหนียวดำจะมีรสชาติขมเป็นเพราะสารแทนนินในข้าวเหนียวดำ จึงทำให้น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ใช้ข้าวเหนียวดำมีรสชาติขม แต่ข้าวหอมมะลิเมื่อนำมาทำเป็นน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งรสชาติจะหวาน ดังนั้นรสชาติของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งโดยสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิจึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติมากที่สุด

4) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัส

จากตารางที่17 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัส ต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งสูตรข้าวหอมมะลิ และสูตรข้าวเหนียวขาว ซึ่งคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.76 และ7.04 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรข้าวเหนียวดำ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) มีคะแนนเฉลี่ย 6.84 ซึ่งมีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากเนื้อสัมผัสของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งโดยใช้ข้าวหอมมะลิจะมีเนื้อสัมผัสที่ข้นหนืดพอดี และเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นนม ดังนั้น เนื้อสัมผัสของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งโดยสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิจึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม

จากตารางที่17 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม ต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งในสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิ คือ 8.28 คะแนนมีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับความชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.36 และ 6.84 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง และระดับความชอบเล็กน้อย ตามลำดับ เนื่องจาก น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง สูตรข้าวหอมมะลิมี สี กลิ่น รสชาติใกล้เคียงกับเครื่องดื่ม น้ำนมข้าวที่ขายในท้องตลาดทำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดลอง การคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คือ สูตรข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เพราะให้สีของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งมีสีขาวนวล มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของข้าวหอมมะลิ รสชาติหวานเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื้อสัมผัสมีลักษณะข้นหนืดพอดี จึงเลือกสูตรข้าวหอมมะลิ เพื่อนำไปพัฒนาสูตรในการผลิตน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งต่อไป

ตารางที่ 18 ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่มจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ

สูตร	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ข้าวเหนียวขาว	7.28^{b} 1/	7.28^{b}	7.28^{b}	7.56^{b}	7.44^{b}
ข้าวเหนียวดำ	6.80^{b}	7.56^{b}	7.24^{b}	7.40^{b}	7.32^{b}
ข้าวหอมมะลิ	8.68^{a}	8.44^{a}	8.60^{a}	8.48^{a}	8.64^{a}

หมายเหตุ

1/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าคะแนนที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสี

จากตารางที่18 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสีต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่มในสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิ 8.68 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวขาวและสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวดำ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 7.28 และ 6.80 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบปานกลางและระดับชอบเล็กน้อย ตามลำดับ เนื่องจากสีของพันธุ์ข้าวต่างพันธุ์ จะให้สีที่แตกต่างกัน ข้าวเหนียวดำเมื่อนำมาทำชาข้าวงอกพร้อมดื่มแล้วจะมีสีดำ ซึ่งชาควรมีสีน้ำตาลอ่อนและใส ถ้าสีเข้มหรือสีดำจะไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ดังนั้นสีของชาข้าวงอกพร้อมดื่มโดยสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิ จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านสีมากที่สุด

2) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่น

จากตารางที่ 18 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่นต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่มในสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิ 8.44 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวดำและสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวขาว ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 7.56 และ 7.28 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง ตามลำดับ ข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำมีกลิ่นของน้ำมันในข้าวน้อยกว่า ข้าวหอมมะลิซึ่งมีกลิ่นหอมของสารน้ำมันที่เรียกว่าสาร 2-แอซิทิล -1-ไพร์รอลีน (2-acetyl-1-pyrroline) ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัวของข้าวหอมมะลิ (วรวิทย์ พาณิชพัฒน์, 2530 :18) ดังนั้น จึงช่วยเสริมให้ชาข้าวงอกพร้อมดื่มโดยสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิ จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นมากที่สุด

3) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติ

จากตารางที่ 18 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่มในสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิ 8.60 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวขาวและสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวดำ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 7.28 และ 7.24 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง เนื่องจากข้าวเหนียวดำเมื่อนำมาทำเป็นชาแล้วจะมีรสขมเป็นเพราะสารแทนนินในข้าวเหนียวดำ จึงทำให้ชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ที่ใช้ข้าวเหนียวดำมีรสชาดิขม จึงไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ดังนั้นข้าวหอมมะลิเมื่อนำมาทำเป็นชาข้าวงอกพร้อมดื่มจะหวานเล็กน้อยจึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติมากที่สุด

4) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัส

จากตารางที่18 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่มในสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิ 8.48 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวขาวและสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวดำ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 7.56 และ 7.40 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง เนื่องจากเนื้อสัมผัสของชาข้าวงอกพร้อมดื่ม โดยสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิ จะมีเนื้อสัมผัสที่เหลวใสพอดี และเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ชา จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุด

5) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม

จากตารางที่18 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ในสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิ 8.64 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวขาว และสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวดำ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 7.44 และ 7.32 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง เนื่องจากชาข้าวงอกพร้อมดื่มในสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิจะให้ สี กลิ่น รสชาติ ใกล้เคียงกับเครื่องดื่มชาที่ขายในท้องตลาด ทำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด

จากผลการทดลอง เพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ชาข้าวงอกพร้อมดื่ม สูตรที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คือ สูตรข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เพราะให้สีของชาข้าวงอกพร้อมดื่มมีสีน้ำตาลอ่อนและใส มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของข้าวมอลต์ รสชาติหวานเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื้อสัมผัสมีความเหลวใสพอดี จึงเลือกสูตรข้าวหอมมะลิ เพื่อนำไปพัฒนาสูตรในการผลิตชาข้าวงอกพร้อมดื่มต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การพัฒนาสูตรการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม

เมื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมคือข้าวหอมมะลิ สำหรับทำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง และชาข้าวงอกพร้อมดื่ม จากการทดลองในข้อ 4.2 ได้แล้วจึงนำมาพัฒนาสูตรการผลิตที่เหมาะสมเพื่อให้ได้เครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น การพัฒนาน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง มี 3 สูตร โดยใช้น้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ในอัตราส่วนดังนี้ 3 : 4 4 : 5 และ 5 : 6 ต่อปริมาตร 100 มิลลิลิตร ส่วนการพัฒนาชาข้าวงอกพร้อมดื่ม มี 3 สูตร โดยใช้อัตราส่วนข้าวมอลต์ร้อยละ 4 6 และ 8 ตามลำดับในการผลิตชาข้าวงอกพร้อมดื่มปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 25 คน ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบประเมินความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale Test) และทำการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อคัดเลือกตัวอย่างที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมีผลการทดลองดังตารางที่ 19 และ 20

ตารางที่ 19 ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งในการพัฒนาสูตรการผลิตจำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะที่ทดสอบ	ตัวอย่างน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง		
	A[1/]	B	C
สี	6.68[b2/]	8.64 [a]	6.84[b]
รสชาติ	6.48[b]	8.80 [a]	6.68[b]
กลิ่น	6.20[b]	8.76[a]	6.60[b]
เนื้อสัมผัส	6.60[b]	8.88[a]	6.76[b]
ความชอบโดยรวม	6.36[b]	8.88[a]	6.72[b]

หมายเหตุ

[1/] A = น้ำผึ้ง : ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) อัตราส่วน 3 : 4
B = น้ำผึ้ง : ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) อัตราส่วน 4 : 5
C = น้ำผึ้ง : ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) อัตราส่วน 5 : 6

2/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าคะแนนที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสี

จากตารางที่19 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสีต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง สูตร B (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 4 : 5) คือ 8.64 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ สูตร C (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 5 : 6) และสูตร A (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 3 : 4) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 6.84 และ 6.68 ตามลำดับ มีเกณฑ์คะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากอัตราส่วน น้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์น้อย จะทำให้สีของน้ำนมข้าวงอกที่ได้มีสีขาวใส แต่ถ้าใช้อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์มากขึ้นจะได้น้ำนมข้าวงอกที่มีสีขาวขุ่นจนออกน้ำตาลอ่อน ๆ โดยทั่วไป น้ำนมควรมีสีขาวนวลจึงจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นสีของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งในสูตร B จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านสีมากที่สุด

2) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่น

จากตารางที่19 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่นต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง สูตร B (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 4 : 5) คือ 8.80 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ สูตร C (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 5 : 6) และสูตร A (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 3 : 4) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 6.68 และ6.48 ตามลำดับ มีเกณฑ์คะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากอัตราส่วน น้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์น้อยจะทำให้น้ำนมมีกลิ่นข้าวมอลต์ และน้ำผึ้งไม่มากเท่าที่ควร แต่ถ้าอัตราส่วน น้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์มากขึ้น น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งจะมีกลิ่นของน้ำผึ้งมากจนทำให้ไม่ได้กลิ่นของข้าวมอลต์ ดังนั้นกลิ่นของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง สูตร B ซึ่งมีกลิ่นข้าวมอลต์และมีกลิ่นน้ำผึ้งพอดี จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นมากที่สุด

3) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติ

จากตารางที่19 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง สูตร B (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 4 : 5) คือ 8.76 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ สูตร C (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวงอก 5 : 6) และ สูตรA (อัตราส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำผึ้งต่อข้าวงอก 3 : 4) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 6.68 และ6.48 ตามลำดับ มีเกณฑ์คะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากอัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์น้อย จะทำให้น้ำนมข้าวงอกมีรสชาติจืด แต่ถ้าปริมาณน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์มากขึ้น รสชาติของน้ำนมข้าวงอกจะหวานมาก ดังนั้นรสชาติของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งสูตร B ซึ่งมีรสชาติหวานพอดี จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติมากที่สุด

4) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัส

จากตารางที่ 19 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง สูตร B (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 4 : 5) คือ 8.88 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ สูตร C (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 5 : 6) และสูตร A (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 3 : 4) มีคะแนนเฉลี่ย 6.76 และ6.60 ตามลำดับ มีเกณฑ์คะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากอัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ มีผลต่อเนื้อสัมผัสของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง คือ ถ้าอัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์น้อย น้ำนมจะมีเนื้อสัมผัสไม่ข้น แต่ถ้าอัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์มากขึ้น เนื้อสัมผัสของน้ำนมจะข้นหนืดเกินไป ดังนั้น เนื้อสัมผัสของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งสูตร B มีเนื้อสัมผัสที่ข้นหนืดพอดีจึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุด

5) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม

จากตารางที่ 19 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง สูตร B (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 4 : 5) คือ 8.88 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ สูตร C (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 5 : 6) และสูตร A (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 3 : 4) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 6.72 และ6.36 ตามลำดับ มีเกณฑ์คะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งสูตร B ซึ่งมี สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ใกล้เคียงกับเครื่องดื่มน้ำนมข้าวมอลต์ที่ขายตามท้องตลาดมากที่สุด

จากการทดลองการพัฒนาสูตรการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คือ สูตร B ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เพราะให้สีของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งมีสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาวนวล มีกลิ่นหอมของข้าวมอลต์และน้ำผึ้งเท่า ๆ กัน เนื้อสัมผัสมีลักษณะข้นหนืดพอดี และยังมีประโยชน์อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ เป็นแหล่งของวิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียม ธาตุเหล็ก และเส้นใย ซึ่งช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานได้ดีและยังมีสารแกมมาอะมิโนบิวทีลิก (v-aminobutylic acid, GABA) ซึ่งสารตัวนี้ทำให้จิตสมาธินิ่งขึ้น ช่วยป้องกันโรคต่าง ๆได้ เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน ช่วยในการดูดซึมและเผาผลาญอาหาร ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนโลหิต (http://pr.ku.ac.th./clipnews/html/08Aug50/07august50/tecnologyhawban.htm, 22 สิงหาคม 2550)

ตารางที่ 20 ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่มในการพัฒนาสูตรการผลิตจำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะที่ทดสอบ	ตัวอย่างชาข้าวงอกพร้อมดื่ม		
	A[1/]	B	C
สี	6.36[b2/]	8.48[a]	6.28[b]
กลิ่น	6.24[b]	8.24[a]	6.04[b]
รสชาติ	6.20[b]	8.64[a]	6.20[b]
เนื้อสัมผัส	6.08[b]	8.44[a]	6.24[b]
ความชอบโดยรวม	6.28[b]	8.52[a]	6.32[b]

หมายเหตุ

[1/] A = ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) ข้าวมอลต์ร้อยละ 4 (โดยปริมาณ)

B = ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) ข้าวมอลต์ร้อยละ 6 (โดยปริมาณ)

C = ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) ข้าวมอลต์ร้อยละ 8 (โดยปริมาณ)

2/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าคะแนนที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

1) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสี

จากตารางที่ 20 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสีต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม สูตร B (ข้าวมอลต์ร้อยละ 6) คือ 8.48 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ สูตร A (ข้าวมอลต์ร้อยละ 4) และ สูตร C (ข้าวมอลต์ร้อยละ 8) ซึ่งมีคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ย 6.36 และ 6.28 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจาก สูตร A ใช้ข้าวในปริมาณน้อย จึงได้ชาที่มีลักษณะใส ส่วนสูตร C ซึ่งใช้ข้าวมอลต์ในปริมาณเพิ่มมากขึ้นต่อปริมาณน้ำคงที่ จึงได้ชาที่มีลักษณะขุ่นและสีเข้ม เพราะปริมาณแป้งที่สกัดออกมาจากข้าว ดังนั้น สูตร B จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านสีมากที่สุด

2) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่น

จากตารางที่ 20 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่นต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม สูตร B (ข้าวมอลต์ร้อยละ 6) คือ 8.24 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตร A (ข้าวมอลต์ร้อยละ 4) และ สูตร C (ข้าวมอลต์ร้อยละ 8) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 6.24 และ 6.04 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจาก สูตร A ใช้ข้าวปริมาณน้อย จึงได้ชาที่มีกลิ่นหอมของมอลต์เพียงเล็กน้อย ส่วนสูตร C ซึ่งใช้ข้าวมอลต์ในปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งได้แต่กลิ่นของข้าวมอลต์ ไม่ได้กลิ่นของชา ซึ่งชาข้าวมอลต์พร้อมดื่มควรมีกลิ่นของข้าวมอลต์และชา ดังนั้น สูตร B จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากด้านกลิ่นที่สุด

3) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติ

จากตารางที่ 20 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม สูตร B (ข้าวมอลต์ร้อยละ 6) คือ 8.64 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตร A (ข้าวมอลต์ร้อยละ 4) และ สูตร C (ข้าวมอลต์ร้อยละ 8) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 6.20 และ 6.20 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจาก สูตร A ใช้ข้าวปริมาณน้อย จึงได้ชาข้าวงอกพร้อมดื่มมีรสชาติจืด ส่วนสูตร C ซึ่งใช้ข้าวมอลต์ในปริมาณเพิ่มมากขึ้น จึงได้ชาทีมีรสชาติที่หวานมาก เพราะในข้าวหอมมะลิจะมีรสหวานอยู่ในตัว จึงไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ดังนั้น สูตร B มีรสชาติหวานพอดี จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติมากที่สุด

4) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัส

จากตารางที่ 20 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อชาข้าวงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมดื่ม สูตร B (ข้าวมอลต์ร้อยละ 6) คือ 8.44 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตร C (ข้าวมอลต์ร้อยละ 8) และ สูตร A (ข้าวมอลต์ร้อยละ 4) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 6.24 และ 6.08 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากสูตร A ใช้ข้าวปริมาณน้อย จึงได้ชาข้าวงอกพร้อมดื่มไม่เข้มข้น ส่วนสูตร C จะได้ชาที่มีความเข้มข้นสูง แต่ชามีลักษณะขุ่น เพราะปริมาณข้าวที่ใช้มากเกินไป ดังนั้น สูตร B มีเนื้อสัมผัสที่ใสพอดี จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุด

5) การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม

จากตารางที่ 20 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดต่อชาข้าวงอกพร้อมดื่ม สูตร B (ข้าวมอลต์ร้อยละ 6) คือ 8.52 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตร C (ข้าวมอลต์ร้อยละ 8) และสูตร A (ข้าวมอลต์ร้อยละ 4) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 6.32 และ 6.28 ตามลำดับ มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ในสูตร B ซึ่งมี สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ใกล้เคียงกับเครื่องดื่มชาข้าวมอลต์ ที่ขายตามท้องตลาดมากที่สุด

จากผลการทดลองเพื่อการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ชาข้าวงอกพร้อมดื่ม สูตรที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คือ สูตรข้าวมอลต์ร้อยละ 6 ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เพราะให้สีของชาข้าวงอกพร้อมดื่มมีสีน้ำตาลอ่อนและใส มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของข้าวมอลต์ รสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื้อสัมผัสมีความเหลวใสพอดี และยังมีประโยชน์อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ และสามารถช่วยป้องกันโรคต่าง ๆ ได้ เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน ช่วยในการดูดซึมและเผาผลาญอาหาร ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต และป้องกันโรคความจำเสื่อมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษากรรมวิธีการทำแห้ง และการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวงอกเพื่อให้ได้เครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางโภชนาการเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ศึกษากรรมวิธีการทำแห้งข้าวงอก 2 วิธี คือ อบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และคั่วไฟอ่อน ๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนแบบ 9 ระดับ (9- Point Hedonic Scale Test) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) และค่าความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Ducan New multiple Test, DMRT โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 25 คน พบว่าวิธีการทำแห้งโดยการอบได้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 8.20 8.08 8.24 7.72 และ 8.36 ซึ่งวิธีการอบ จะให้สีของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่มีสีขาวนวล มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของข้าวมอลต์มาก รสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื้อสัมผัสมีความข้นหนืดพอดี และยังมีประโยชน์อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ จึงเลือกวิธีการทำแห้งข้าวงอกโดยการอบ เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มจากข้าวงอกต่อไป

จากนั้นทำการคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมจากข้าว 3 พันธุ์ได้แก่ ข้าวเหนียวขาว ข้าวหอมมะลิ ข้าวเหนียวดำ เพื่อผลิตเครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการทำน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง คือ ข้าวหอมมะลิ มีคะแนนเฉลี่ยในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.48 8.08 8.08 และ 8.28 ตามลำดับ ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เพราะให้สีของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งมีสีขาวนวล มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของข้าวหอมมะลิ รสชาติหวานพอดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื้อสัมผัสมีลักษณะข้นหนืดพอดี ส่วนพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการทำชาข้าวงอกพร้อมดื่ม คือ ข้าวหอมมะลิ มีคะแนนเฉลี่ยในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.68 8.44 8.60 7.40 และ 8.64 ตามลำดับ ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เพราะให้สีของชาข้าวงอกพร้อมดื่มมีสีน้ำตาลอ่อนและใส มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของข้าวมอลต์รสชาติหวานเล็กน้อย เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเนื้อสัมผัสมีความเหลวใสพอดีจึงเลือกสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวหอมมะลิ เพื่อนำไปพัฒนาสูตรในการผลิตน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่มต่อไป

การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งและชาข้าวงอกพร้อมดื่ม ผลของน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง มีสูตรการทดลอง 3 สูตร ได้แก่สูตร A (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 3 : 4) สูตร B (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 4 : 5) และสูตร C (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ 5 : 6) จากผลการทดลอง พบว่า สูตร B เป็นสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.64 8.80 8.76 8.88 และ 8.88 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น ๆ เพราะ สูตร B จะได้น้ำนมสีขาวนวล มีกลิ่นหอมของข้าวมอลต์และน้ำผึ้งเท่า ๆ กัน เนื้อสัมผัสมีลักษณะข้นหนืดพอดี ผลของชาข้าวงอกพร้อมดื่ม มีสูตรการทดลอง 3 สูตร ได้แก่ สูตร A (ข้าวมอลต์ร้อยละ 4) สูตร B (ข้าวมอลต์ร้อยละ 6) และ สูตรC (ข้าวมอลต์ร้อยละ 8) จากการทดลอง พบว่า สูตร B เป็นสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.68 8.44 8.60 8.48 และ 8.64 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น ๆ เพราะสูตร B จะได้สีของชาข้าวงอกพร้อมดื่มมีสีน้ำตาลอ่อนและใส มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของข้าวมอลต์ รสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื้อสัมผัสมีความเหลวใสพอดี และยังมีประโยชน์อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ เป็นแหล่งของวิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียม ธาตุเหล็ก และเส้นใย ซึ่งช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานได้ดีและยังมี สารแกมมาอะมิโนบิวทีลิก (v-aminobutylic acid, GABA) ซึ่งสารตัวนี้ทำให้จิตสมาธินิ่งขึ้น ช่วยป้องกันโรคต่าง ๆ ได้ เช่นโรคมะเร็ง โรคเบาหวาน ช่วยในการดูดซึมและเผาผลาญอาหาร ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของ โลหิตให้ดีขึ้น(http://pr.ku.ac.th./clipnews/html/08Aug50/07august50/tecnologyhawban.htm, 22 สิงหาคม 2550)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการพัฒนาสูตรหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ จากเครื่องดื่มน้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง เช่น นำไปเป็นวัตถุดิบในการทำ Drinking Yoghurt น้ำนมข้าวมอลต์ เพื่อเป็นการต่อยอดให้กับผลิตภัณฑ์

5.2.2 ควรมีการพัฒนาสูตรหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ จากชาข้าวงอกพร้อมดื่ม เช่นการทำเป็นผลิตชาข้าวงอกแบบชงดื่มหรือแบบผง เพื่อคงคุณลักษณะทางกายภาพได้นานกว่า ชาข้าวงอกพร้อมดื่ม เพื่อเป็นการต่อยอดให้กับผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมอาชีวศึกษา. 2523. การเลี้ยงผึ้ง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว. 103 น.

กาญจนา นาคสกุล. 2548 . "ข้าวยาคู". จากบทความ-สารคดีสกุลไทย. แหล่งที่มา : http:// www.sakulthai.com, 25 ตุลาคม 2550.

กิติศักดิ์ เนียมชาวนาและคณะ. 2547. "มอลต์ข้าวไทย". แหล่งที่มา : http://www.toryod.com/ Powerpoint/PLMalt, 28 ธันวาคม 2550.

"คุณสมบัติของน้ำผึ้ง". ไทยลานนาฟาร์มผึ้ง. แหล่งที่มา : http://www.thailanna.co.th/ index.php?lay=show&ac=article&Id=194946, 27 กุมภาพันธ์ 2551.

งามชื่น คงเสรี . 2546. ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร. 168 น.

จุฑามณี สิริ. "ซองเดอร์ ผลิตธัญพืชชงดื่มฝีมือคนไทยเจ้าแรก". อุตสาหกรรมสาร. ปีที่ 50 (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2550) น. 23-24

จุไร เกิดควน. 2550. "เทคโนโลโภชนาการ". เทคโนโลยีชาวบ้าน. แหล่งที่มา : http://pr.ku.ac.th/ clipnews/html/08Aug50/07august50/tecnologychawban.htm, 22 สิงหาคม 2550.

"ชาจากต้นอ่อนข้าวสาลี".แหล่งที่มา : http://www.tistr.or.th/tistr2006/main_data/between_research update01.htm, 12 มกราคม 2551.

ชาญ มงคล. 2536. เรื่องข้าว. กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 149 น.

"ชาจีน-ชาไทย". กาแฟคั่วอรามิก้า ฮิลลิดอฟฟ์. แหล่งที่มา : http://www.hillkoff.com/tea.php, 1 มกราคม 2551.

ณัฐลักษณ์ วิศรและสมร กายสี. 2543. น้ำนมข้าวพร้อมดื่ม. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 44 น.

ดา ชฎาพร. "HOVFS (ฮอฟส์) ดึงวิตามินจากข้าว ผลิตเครื่องสำอางเทียบชั้นแบรนด์อินเตอร์" อุตสาหกรรมสาร. ปีที่ 50 (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2550). น. 17-19

ตติย สีหร่าย. 2538. สมบัติทางเคมีของข้าวไทย *Oryza Sativa L.* ในสภาพที่ปลูกแตกต่างกันและความสัมพันธ์คุณภาพการสีและการหุง. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 254 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"น้ำตาล". วิกิพีเดีย. แหล่งที่มา : http://www.mitrphol.com/th/allsugar/allsugar.asp?id=12, 20 กุมภาพันธ์ 2551.

"น้ำอาร์ซี" .น้ำผลไม้ชื่นใจมากคุณค่า. แหล่งที่มา : http://202.129.59.150/prapathai/nana/frwater/rc.htm, 27 กุมภาพันธ์ 2551.

ประพาส วีระแพทย์. 2523. ความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วิวัฒนาพานิช. 96 น.

"ประโยชน์ของชา". แหล่งที่มา : http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/char/cha13.htm, 1 มกราคม 2551.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2549. เอกสารคำสอนเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 209 น.

พงศ์เทพ อัครธนกุล. 2534. ว่าด้วยผึ้งและการเลี้ยงผึ้ง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวิวัฒนาพานิช. 182 น.

พิเชฐ วัชรศักดิ์ไพศาล. 2536. การเตรียมมอลต์แห้งจากข้าวเปลือกสำหรับใช้ในการผลิตกลูโคสไซรัป. กรุงเทพฯ. ปัญหาพิเศษ.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รัตติยา ลิมปนาภา และ สุวรัตน์ รักช่วย . 2549. อิทธิพลของกระบวนการมอลต์ที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพบางประการของแป้งข้าวเจ้า. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 65 น.

วรวิทย์ พานิชพัฒน์. 2530. ข้าวหอม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 45 น.

สมฤดี วิบูลพัฒนะวงค์. 2540. การผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 250 น.

สุพัตรา เลิศวณิชย์วัฒนา และคณะ. งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวงอก. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 299 น.

"ข้าวก่ำ ยารักษาโรคพื้นบ้านที่กำลังถูกลืม" .สาธารณสุขจังหวัดสระแก้ว. แหล่งที่มา : http://www.siamrath.co.th/Education.asp?ReviewID=173010, 23 ธันวาคม 2550.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2532. ชีววิทยาของผึ้ง. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 184 น.

สิรางค์ กลั่นคำสอน. " การส่งออกข้าวไทยในปี 2550" อุตสาหกรรมสาร. ปีที่ 50 (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2550) น. 35-36

สุโขทัยธรรมธิราช, มหาวิทยาลัย. 2543. เอกสารการสอนชุดวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2 . นนทบุรี : 234 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภิเดช หวังรวมกลาง. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมอลต์ข้าวเสริมข้าวโอ๊ต. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 78 น.

อรรถวุฒิ ทัศนสองชั้น. 2530. เรื่องข้าว. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 368 น.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 366 น.

อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์ และคณะ. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวจากต้นข้าวอ่อนและรวงข้าวอ่อนอบแห้ง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 58 น.

เอกราช ถ้ำกลาง. มปป. “กินข้าวเหนียวขาว ช่วยบำรุงผิวพรรณ”. แหล่งที่มา : http://eclassnet.kku.ac.th/ed-office/display/disp-articles.php?id=618, 28 กุมภาพันธ์ 2551.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบชิมทางประสาทสัมผัส

(Hedonic scale test)

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....เวลา.....น.

ชื่อผลิตภัณฑ์ น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่าง ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนตามระดับความชอบแต่ละตัวอย่างตามคำอธิบายที่กำหนด (กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าที่จัดไว้ก่อนการทดสอบชิมทุกครั้ง)

ระดับความชอบ	คะแนน	ระดับความชอบ	คะแนน
ชอบมากที่สุด	9	ไม่ชอบเล็กน้อย	4
ชอบมาก	8	ไม่ชอบปานกลาง	3
ชอบปานกลาง	7	ไม่ชอบมาก	2
ชอบเล็กน้อย	6	ไม่ชอบมากที่สุด	1
เฉย ๆ	5		

คำสั่ง ให้ระบุระดับความชอบที่ประเมินได้ ในคุณลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างทั้ง 2 ตัวอย่าง เป็นตัวเลขที่กำหนดให้ใส่ลงในช่องว่างใต้รหัสตัวอย่าง

คุณลักษณะที่ประเมิน	รหัสตัวอย่าง	
	537	611
สี		
กลิ่นหอม (มอลต์)		
รสชาติ		
เนื้อสัมผัส		
ความชอบโดยรวม		

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์

.....

ขอขอบคุณ

วนิดา บัวเทศ / สิรินทรา เฉลิมสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบชิมทางประสาทสัมผัส

(Hedonic scale test)

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....เวลา.....น.

ชื่อผลิตภัณฑ์ น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้ง

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่าง ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนตามระดับความชอบแต่ละตัวอย่างตามคำอธิบายที่กำหนด (กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าที่จัดไว้ก่อนการทดสอบชิมทุกครั้ง)

ระดับความชอบ	คะแนน	ระดับความชอบ	คะแนน
ชอบมากที่สุด	9	ไม่ชอบเล็กน้อย	4
ชอบมาก	8	ไม่ชอบปานกลาง	3
ชอบปานกลาง	7	ไม่ชอบมาก	2
ชอบเล็กน้อย	6	ไม่ชอบมากที่สุด	1
เฉย ๆ	5		

คำสั่ง ให้ระบุระดับความชอบที่ประเมินได้ ในคุณลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่าง เป็นตัวเลขที่กำหนดให้ใส่ลงในช่องว่างใต้รหัสตัวอย่าง

คุณลักษณะที่ประเมิน	รหัสตัวอย่าง		
	537	611	253
สี			
กลิ่นหอม (มอลต์)			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์

.....

.....

ขอขอบคุณ

วนิดา บัวเทศ / สิรินทรา เฉลิมสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบชิมทางประสาทสัมผัส

(Hedonic scale test)

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....เวลา.....น.

ชื่อผลิตภัณฑ์ ชาข้าวงอกพร้อมดื่ม

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่าง ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนตามระดับความชอบแต่ละตัวอย่างตามคำอธิบายที่กำหนด

(กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าที่จัดไว้ก่อนการทดสอบชิมทุกครั้ง)

ระดับความชอบ	คะแนน	ระดับความชอบ	คะแนน
ชอบมากที่สุด	9	ไม่ชอบเล็กน้อย	4
ชอบมาก	8	ไม่ชอบปานกลาง	3
ชอบปานกลาง	7	ไม่ชอบมาก	2
ชอบเล็กน้อย	6	ไม่ชอบมากที่สุด	1
เฉย ๆ	5		

คำสั่ง ให้ระบุระดับความชอบที่ประเมินได้ ในคุณลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่าง เป็นตัวเลขที่กำหนดให้ใส่ลงในช่องว่างใต้รหัสตัวอย่าง

คุณลักษณะที่ประเมิน	รหัสตัวอย่าง		
	826	688	298
สี			
กลิ่นหอม (มอลต์)			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์

.....

.....

ขอขอบคุณ

วนิดา บัวเทศ / สิรินทรา เฉลิมสุข

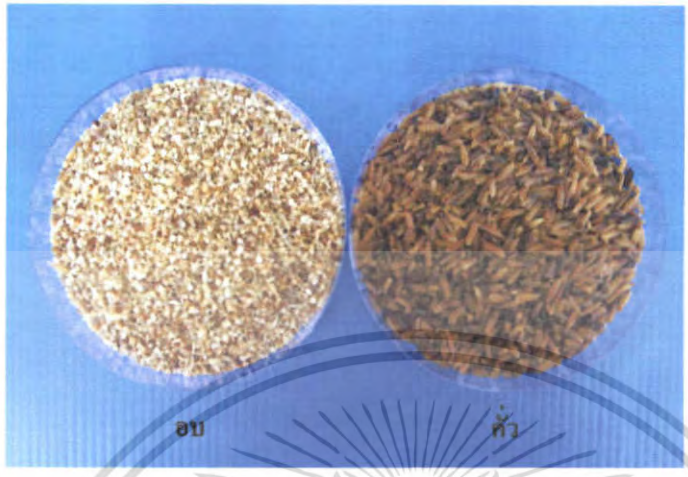
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ภาพผนวก ที่ 1 ข้าวงอกมีอายุการเพาะ 3 วัน

ภาพผนวก ที่ 2 ข้าวงอกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีการอบและคั่ว

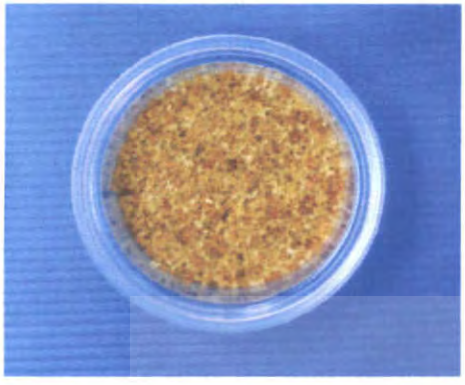
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



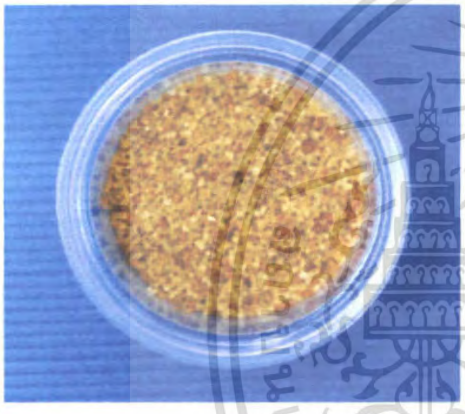
ภาพผนวก ที่ 3 ข้าวงอกที่ผ่านการกะเทาะเปลือก

ภาพผนวก ที่ 4 น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งจากกรรมวิธีการอบ และคั่ว

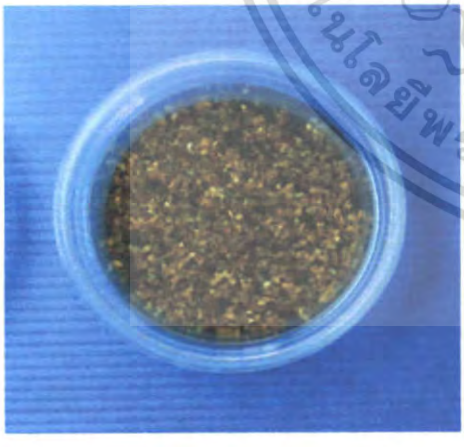
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. ข้าวเหนียวขาว



ข. ข้าวหอมมะลิ



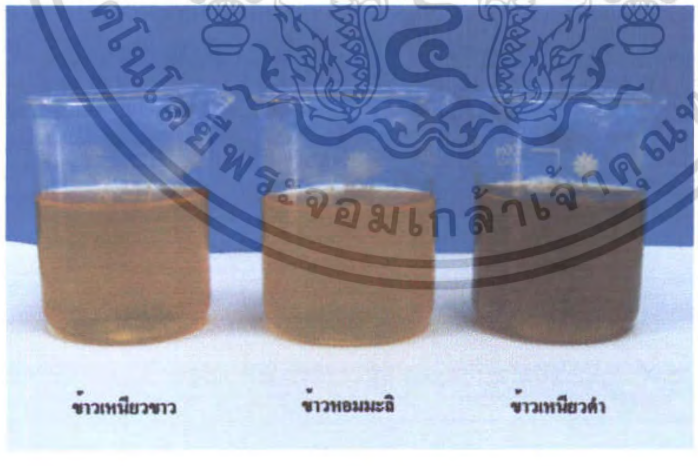
ค. ข้าวเหนียวดำ

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาพผนวก ที่ 5 ลักษณะสีของข้าวงอกจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีการอบ

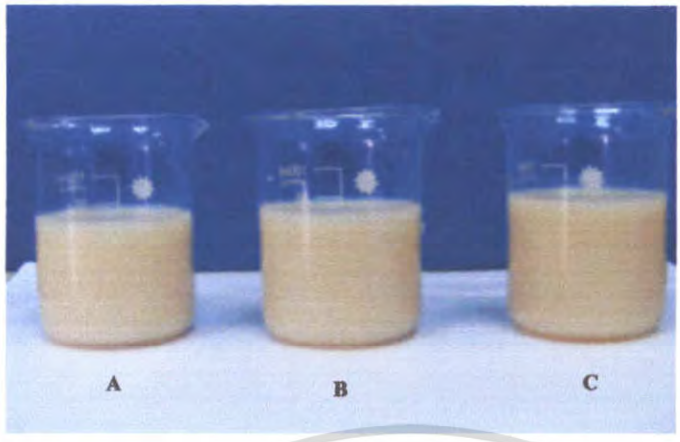
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวก ที่ 6 ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งจากข้าวทั้ง 3 พันธุ์



ภาพผนวก ที่ 7 ผลิตภัณฑ์ชาข้าวงอกพร้อมดื่มจากข้าวทั้ง 3 พันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



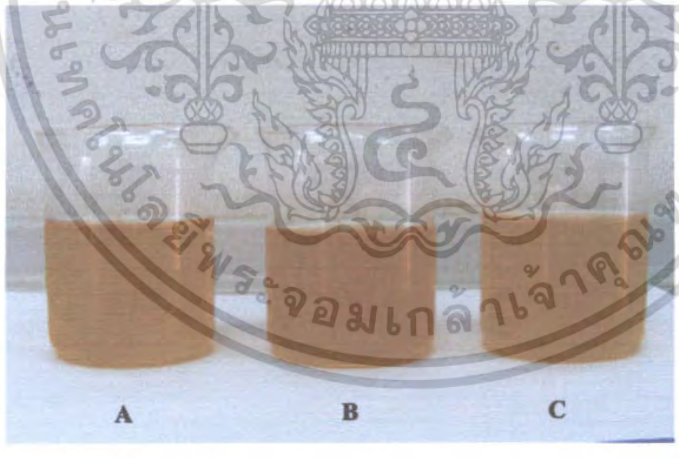
หมายเหตุ

A = น้ำผึ้ง ต่อ ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) อัตราส่วน 3 : 4

B = น้ำผึ้ง ต่อ ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) อัตราส่วน 4 : 5

C = น้ำผึ้ง ต่อ ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) อัตราส่วน 5 : 6

ภาพผนวก ที่ 8 ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวงอกรสน้ำผึ้งที่ใช้น้ำผึ้งต่อข้าวมอลต์ในอัตราส่วนต่าง ๆ



หมายเหตุ

A = ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) ข้าวมอลต์ร้อยละ 4

B = ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) ข้าวมอลต์ร้อยละ 6

C = ข้าวมอลต์ (ข้าวหอมมะลิ) ข้าวมอลต์ร้อยละ 8

ภาพผนวก ที่ 9 ผลิตภัณฑ์ชาข้าวงอกพร้อมดื่มที่ใช้ปริมาณข้าวมอลต์ในอัตราส่วนต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้