สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

น้ำนมข้าวพร้อมดื่ม

Rice's beverage

โดย

นาย ณัฐลักษณ์ วิศร

นางสาว สมร กายสี

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

วพ.
ด435ร96
เลขหมู่ 2543
เลขทะเบียน 40293
วัน, เดือน, ปี 11 ก.ย. 2544

b11104363
i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2543

ชื่อเรื่อง น้ำนมข้าวพร้อมดื่ม

Rice's beverage

ชื่อ - สกุล นายณัฐลักษณ์ วิศร

นางสาวสมร กายสี

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ปนิดา ประวิตรวงศ์

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทยและพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยซึ่งในแต่ละปีประเทศไทยได้ส่งข้าวไปจำหน่ายกับต่างประเทศได้เป็นจำนวนมากแต่ราคาที่จำหน่ายนั้นไม่สูงนักเมื่อเทียบกับต้นทุนการผลิต ดังนั้นจึงมีการนำข้าวมาแปรรูปและพัฒนาเพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ การทดลองนี้จึงมุ่งพัฒนากระบวนการผลิตน้ำนมข้าวพร้อมดื่มโดยนำข้าวเปลือกพันธุ์ กข.7 นำมาเพาะเป็นมอลท์ที่อายุการงอกต่างกันคือ 3, 5, 7 และ 9 วัน แล้ววิเคราะห์หาแอคติวิตีของเอนไซม์อะมิเลสพบว่ามอลท์ที่มีอายุการงอก 7 วันมีแอคติวิตีของเอนไซม์ที่เหมาะสมที่สุดในการทำน้ำนมข้าวพร้อมดื่มเพราะมีแอคติวิตีของเอนไซม์อะมิเลสและมีปริมาณแป้งมอลท์ที่เหมาะสม จากนั้นนำแป้งมอลท์ดังกล่าวนี้มาทำเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำนมข้าวพร้อมดื่มโดยใช้อัตราส่วนแป้งมอลท์ต่อน้ำเท่ากับร้อยละ 25, 35, 45และ 55 แล้วบ่มที่ 55 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง รินเอาแต่ส่วนใสแล้วเติมนมผงร้อยละ 10 ของของเหลวส่วนใสที่ได้ทำการพาสเจอร์ไรส์และหลังจากนั้นทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยให้ผู้ทดสอบชิม15 คน และวิเคราะห์ผลโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) พบว่าน้ำนมข้าวพร้อมดื่มสูตรที่ใช้อัตราส่วนแป้งมอลท์ต่อน้ำเท่ากับร้อยละ 45 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติและความชอบรวมมากที่สุดโดยมีลักษณะของน้ำนมข้าวพร้อมดื่มที่ปรากฏคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นของเหลวสีขาวขุ่นมีกลิ่นเฉพาะของมอลท์ รสชาติหวานเล็กน้อยมีเนื้อสัมผัสเป็นเนื้อเดียวกัน และแป้งไม่ตกตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกันโดยเฉพาะอาจารย์อาจารย์ปนิดา ประวิตรวงค์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำและชี้แนะทางด้านเอกสารประกอบการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนแก้ปัญหา ข้อบกพร่องต่าง ๆ ของปัญหาพิเศษด้วยดี ขอขอบคุณท่านอาจารย์ในสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา ชี้แนะ และให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชา ครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งการช่วยเหลือของเพื่อน ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งในการทำการทดลอง และทดสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้กับ บิดา มารดา ยังเป็นบุคคลที่ให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และคอยให้กำลังใจในเวลาที่เกิดความทุกข์ และท้อแท้ รวมทั้งครูอาจารย์ผู้ประสาทวิชา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ณัฐลักษณ์ วิศร

สมร กายสี

เมษายน 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ		ก
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญภาพ		ช
บทที่		
1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2	การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
	2.1 ข้าว	3
	2.2 การผลิตเครื่องดื่มจากข้าว	10
	2.3 เอนไซม์อะมิเลส	16
	2.4 เอนไซม์อะมิเลสในธัญพืช	17
3	วิธีดำเนินการทดลอง	19
	3.1 วัตถุดิบ	19
	3.2 สารเคมี	19
	3.3 อุปกรณ์	19
	3.4 วิธีทำการดำเนินการทดลอง	20
	3.5 สถานที่ทำการทดลอง	22
	3.6 การวางแผนการทดลอง	22
	3.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล.....	24
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	28
บรรณานุกรม.....	29
ภาคผนวก	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ชื่อทางวิทยาศาสตร์ของข้าวชนิดต่าง ๆ.....	3
2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีและพลังงานโดยเฉลี่ยของเมล็ดธัญพืช.....	4
3 Change in proximate composition on progressive germination of rice.....	14
4 Hydrolytic Enzyme สำคัญ ๆ ที่ย่อยอาหารสะสมในเมล็ดข้าวเจ้า และสารโมเลกุลเล็กที่ย่อยได้.....	16
5 ปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซิงและที่ค่า Activity enzyme ที่มอลท์ มีอายุการงอกเป็นเวลา 3, 5, 7 และ 9 วัน บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที.....	24
6 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำนมข้าวพร้อม.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง ซึ่งวัดด้วยเครื่อง Brabender Visco Amylograph.....	8
2	Flow chart for the production of non – dairy rice drink (rice milk).....	11
3	แสดงการงอกของเมล็ดข้าวบาร์เล่ย์ (R) คือส่วนของรากและ (A) คือส่วนของลำต้น.....	13
4	การเพิ่มขึ้นของแอคติวิตีของเอนไซม์อะมิเลสในต้นกล้าข้าวเปลือกที่กำลังงอก.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ข้าวมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Oryza sativa L. ซึ่งเป็นธัญชาติที่ใช้เป็นอาหารหลักของชนชาติมากกว่าครึ่งโลกคนไทยจะรู้จักดีในฐานะที่เป็นอาหารหลักประจำวันและเป็นพืชที่สำคัญของประเทศซึ่งในแต่ละปีประเทศไทยปลูกข้าวได้เป็นจำนวนมากทำให้สามารถส่งไปจำหน่ายต่างประเทศได้หากแต่ราคาที่จำหน่ายไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับต้นทุนการผลิต ดังนั้นจึงมีการแปรรูปและพัฒนาเพื่อให้จำหน่ายได้ราคาสูงขึ้น เช่น แปรรูปเป็นแป้งชนิดต่าง ๆ เส้นก๋วยเตี๋ยว, ข้าวเคลือบวิตามิน, ข้าวนึ่งหุงสุกเร็ว, ข้าวบรรจุกระป๋อง ฯลฯ

ในเมล็ดข้าวยังประกอบด้วยสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนที่สำคัญ นอกจากนี้ยังให้แคลอรี่หรือพลังงานแก่ร่างกายซึ่งจะเห็นได้ว่าข้าวมีความสำคัญต่อประชากรโลกแต่ในเมืองไทยประชาชนชาวไทยนิยมบริโภคข้าวในรูปข้าวสวย, ข้าวต้มซึ่งจะต้องรับประทานร่วมกับอาหารชนิดอื่นทำให้เกิดความยุ่งยากและประกอบกับความต้องการความสะดวกรวดเร็วในการดำเนินชีวิตในปัจจุบันที่มีเวลาค่อนข้างจำกัดทำให้ลักษณะบริโภคของคนไทยเปลี่ยนไปคือต้องการบริโภคอาหารที่ใช้เวลาในการเตรียมน้อยหรือไม่ยุ่งยากซับซ้อนในการทำดังนั้นจึงเล็งเห็นว่าถ้าสามารถผลิตน้ำนมข้าวพร้อมดื่มได้ก็จะทำให้บริโภคง่ายและสะดวกขึ้นและเพื่อทดแทนให้กับผู้ที่ต้องการพลังงานจากข้าวแต่ไม่สามารถรับประทานในรูปข้าวสุกหรือข้าวสวยได้ โดยเครื่องดื่มนี้จะให้พลังงาน และคุณค่าทางโภชนาการที่สูงเพราะใช้เมล็ดข้าวที่ยังไม่ถูกการสีเอาส่วนมีประโยชน์ออกไปนำมาผลิตให้เป็นมอลท์ก่อนการนำมาทำน้ำนมข้าวพร้อมดื่ม

เนื่องจากข้าวมีส่วนประกอบของ สตาร์ช เป็นส่วนใหญ่ในการนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์จึงต้องใช้เอนไซม์อะมิเลส ย่อยแป้งให้มีขนาดของโมเลกุลเล็กลง โดยกระบวนการนี้จะเกิดในกระบวนการเพาะเมล็ดข้าวในการทำมอลท์

วิธีการทำมอลท์ทำได้โดยนำเมล็ดข้าวมาแช่น้ำเป็นเวลา 30 ชั่วโมง โดยใช้น้ำประมาณ 3 เท่าของเมล็ดข้าวในการปฏิบัติควรเริ่มงานในตอนเช้า แช่น้ำค้างคืนจนกระทั่งถึงวันรุ่งขึ้น เวลาบ่ายจึงรินน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิ้งล้างเมล็ดข้าวด้วยน้ำสะอาด แล้วนำเมล็ดข้าวมาเพาะต่อในกะบะไม้ ในระหว่างเพาะต้องหมั่นพรมน้ำให้เมล็ดข้าวชื้นตลอดเวลา ประมาณวันละ 2 – 3 ครั้ง วางกะบะที่เพาะไว้กลางแจ้ง การเพาะใช้เวลา 4-5 วัน จะได้มอลท์ที่เรียกว่ามอลท์สด ถ้าต้องการเก็บไว้นาน ๆ ต้องทำให้แห้งก่อนโดยการนำไปตากแดด หรืออบที่อุณหภูมิ 55 – 60 องศาเซลเซียส จนเหลือความชื้น 5 % แยกรากและลำต้นที่แห้งออกเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทงานวิจัยนี้เป็นการนำมอลท์ที่ได้มาบดให้ได้แป้งแล้วนำแป้งไปผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมนำไปบ่มที่อุณหภูมิ55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำเฉพาะของเหลวส่วนที่ใสไปพาสเจอร์ไรส์ได้เป็นผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวพร้อมดื่ม

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมที่เอนไซม์อะมิเลสย่อยแป้งจากข้าวให้ได้น้ำตาล
2. เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำน้ำนมข้าวพร้อมดื่ม
3. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวพร้อมดื่ม

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. ศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำนมข้าวพร้อมดื่ม
2. หาสูตรที่เหมะสมในการทำน้ำนมข้าวพร้อมดื่ม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แนวทางในการใช้ประโยชน์จากข้าวโดยนำมาทำเครื่องดื่มและได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ผู้บริโภคยอมรับ
2. เป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมเครื่องดื่มจากน้ำนมข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว (Rice) (วุฒิชัย นาครักษา, 2535:56-72)

ข้าวจัดเป็นธัญพืชตระกูลหญ้าใน Family: Gramineae มีอยู่หลายชนิด ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวโอ๊ต ข้าวบาเลย์ ข้าวไรย์ และข้าวมิลเล็ต ซึ่งแต่ละชนิดมีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ (Scientific name) แตกต่างกันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชื่อทางวิทยาศาสตร์ของข้าวชนิดต่าง ๆ

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

ที่มา : วุฒิชัย นาครักษา, 2535 : 56

ในด้านโภชนาการ ข้าวเป็นพืชอาหารที่มีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนที่สำคัญ นอกจากนี้ยังให้แคลอรี่หรือพลังงานแก่ร่างกาย โดยข้าวแต่ละชนิดมีองค์ประกอบของสารอาหารที่แตกต่างกันดังตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของข้าว

โครงสร้างของข้าวประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักคือ

- เปลือกแข็ง (Husk) และเยื่อหุ้มเมล็ด (Bran) หรือส่วนที่เป็นรำชั้นนอกสุดเป็นสีน้ำตาลอ่อน เรียกว่า เปลือกหุ้มเมล็ด คือ Epidermis, Epicarp, Endosperm และ Testa ถัดไปมี Cell อีก 5-6 ชั้น เรียกว่า Aleurone layer เป็นส่วนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง คือ มีโปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และวิตามินมากกว่าส่วนอื่น ข้าวสารที่มีสีจนขาวจะไม่มีส่วนนี้เหลืออยู่ สำหรับเปลือกแข็งจะประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งร่างกายมนุษย์ย่อยไม่ได้จึงต้องแยกออกก่อนบริโภคเสมอ

- เนื้อเมล็ด (Endosperm) หรือส่วนที่เป็นเนื้อข้าว เป็นส่วนใหญ่ที่สุดคิดเป็นเนื้อที่ประมาณร้อยละ 52 ของเมล็ด ในชั้นนี้มีคาร์โบไฮเดรตในรูปของเมล็ดแป้ง (Starch) เป็นองค์ประกอบหลักฝังตัวอยู่ในเยื่อโปรตีนที่สานกัน (Matrix) สารอื่น ๆ นอกจากนี้มีน้อยมาก

- คัพพะ (Germ or Embryo) หรือส่วนที่เรียกว่า จมูกข้าว เป็นส่วนเล็ก ๆ อยู่ที่มุมล่างของเมล็ดข้าวเท่านั้น คิดเป็นเนื้อที่ประมาณร้อยละ 2 ส่วนนี้อุดมไปด้วยสารอาหารหลายชนิดยกเว้นแป้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมันมีมากกว่าในส่วนอื่น เป็นส่วนที่จะเติบโตเป็นต้นอ่อนต่อไป

<u>ตารางที่ 2</u> แสดงองค์ประกอบทางเคมีและพลังงานโดยเฉลี่ยของเมล็ดธัญพืช

ชนิดของเมล็ดธัญพืช	ความชื้น (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	กากอาหาร (%)	พลังงานแคลอรี่ต่อ 100 กรัม
ข้าวโพด	11	72	10	4	2	352
ข้าวสาลี	11	69	13	2	3	340
ข้าวเจ้า	11	65	8	2	9	310
ข้าวฟ่าง	11	70	12	4	2	384
ข้าวบาร์เลย์	14	63	12	2	6	321
ข้าวไรย์	11	71	12	2	2	321
ข้าวโอ๊ต	13	58	10	5	10	317

ที่มา : วุฒิชัย นาครักษา, 2535 : 72

ข้าวยังประกอบไปด้วยกรดไขมันและกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายทั้งวิตามินต่างๆ อีกมากมาย เช่น Thaiamine, Riboflavin, Niacin, Pyridoxin, Vitamin A, Vitamin E (Tocopherol) และมีเกลือแร่ต่าง ๆ มากมาย เช่น ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม แมกนีเซียม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญต่อประชากรของโลก อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการมากมาย

ในเมล็ดข้าวมีแป้งประมาณร้อยละ 90 ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ amylose เป็นสตาร์ชส่วนที่ละลายน้ำได้ ซึ่งเป็นโมเลกุลของ glucose ที่เป็นสายโซ่ตรง (linear polymer) เกาะกันด้วยพันธะ α-1,4 glycosidic และ amylopectin เป็นโพลีแซคคาไรด์ที่ไม่ละลายน้ำ โมเลกุลเป็นโพลีเมอร์ที่แตกแขนง (Branched chain polymer) เกาะกันด้วยพันธะ α-1,6 glycosidic

ข้าวเจ้า (Oryza sativa) เป็นธัญพืชในวงศ์ Gramineae ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญของประชากรกว่าครึ่งโลกการจำแนกชนิดของข้าว อาจจำแนกตาม

ก.ลักษณะทางกายภาพ เช่น พิจารณาจาก

- ความยาวของเมล็ด จะแบ่งได้เป็น ข้าวเมล็ดสั้น ข้าวเมล็ดยาวปานกลาง และข้าวเมล็ดยาว
- ความยาวของเมล็ดข้าว โดยใช้ระดับ 0-100 ถ้า 100 แสดงว่าเป็นเมล็ดข้าวที่มีความยาวมากที่สุด
- สัดส่วนเมล็ดข้าวหัก หากมีปริมาณข้าวหักมาก แสดงว่ามีคุณภาพต่ำ
- รูปร่างของเมล็ด ซึ่งจะดูจากอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของเมล็ด

ข. ลักษณะเคมี ประกอบไปด้วย

- อัตราส่วนของอะมิโลสในแป้ง

ข้าวพันธ์ที่มีอะมิโลสสูงจะมีอะมิโลเพคตินต่ำ อะมิโลสจะทำให้ข้าวมีลักษณะร่วนเป็นตัวและแข็ง นอกจากนี้อะมิโลสดูดจะซับน้ำได้ดี แต่ข้าวเจ้าจะมีปริมาณของอะมิโลสในสัดส่วนต่าง ๆ กัน ข้าวเจ้าในประเทศไทยมีสัดส่วนประกอบของแห้งที่มี อะมิโลสปานกลางถึงต่ำคืออยู่ระหว่างร้อยละ 12-31 โดยข้าวที่มีความอ่อนนุ่ม เช่น ข้าวหอมมะลิมีอะมิโลสร้อยละ 12-18 ซึ่งจัดอยู่ในประเภท อะมิโลสต่ำ

- อุณหภูมิแป้งสุก (Gelatinization Temperature)

หมายถึง อุณหภูมิซึ่งเมล็ดแป้งเริ่มพองในน้ำร้อน ถ้าอุณหภูมิแป้งสุกสูงข้าวจะถูกทำให้สุกช้า ข้าวไทยส่วนใหญ่มีอุณหภูมิแป้งสุกปานกลางถึงต่ำ คือ อุณหภูมิแป้งสุกจะไม่เกิน 74 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

– กลิ่นหอม

ประเทศไทยมีพันธุ์ข้าวหอมหลายพันธุ์แต่ที่มีชื่อเสียงมากที่สุด คือ ข้าวหอมมะลิ หรือข้าวขาวดอกมะลิ กลิ่นหอมนี้เกิดจากสารน้ำมันที่เรียกว่า 2-acetyl-1-pyrroline ซึ่งส่วนใหญ่จะมีอยู่ในเมล็ดข้าวตั้งแต่เนื้อเยื่อของเมล็ดข้าวกล้องจนเข้าไปในเมล็ดข้าวกล้อง กลิ่นหอมในเมล็ดข้าวจะสูญเสียไปได้ ถ้าเก็บรักษาข้าวไม่ดี หรือทิ้งไว้เป็นเวลานาน ทำให้สารน้ำมันนี้ค่อย ๆ ระเหยและหมดไปในที่สุด

– ความคงตัวของแป้ง (Gel Consistency)

ความนุ่มของข้าวจะขึ้นกับความคงตัวของแป้ง ข้าวพันธุ์ที่มีความคงตัวของแป้งที่ต่ำจะนุ่มกว่าข้าวพันธุ์ที่มีความคงตัวของแป้งสูงเมื่อนึ่งสุกแล้ว

องค์ประกอบของข้าวเจ้า

คาร์โบไฮเดรต แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

สตาร์ช

ในเมล็ดข้าวเจ้าจะมีสตาร์ชเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนองค์ประกอบหลักของ สตาร์ชแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ อะมิโลส และ อะมิโลเพคติน ปริมาณ อะมิโลสในข้าวจะมีอยู่ในช่วงประมาณ 7-33 % ส่วนที่เหลือจะเป็นอะมิโลเพคติน อัตราส่วนของอะมิโลสต่ออะมิโลเพคตินมีผลต่อสมบัติด้านต่าง ๆ ของสตาร์ช โดยมีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้ง ความใสและความหนืดของ paste แป้งที่มีอะมิโลสสูงจะดูดน้ำ และมีการพองตัวของเม็ดแป้งช้าลง จึงต้องใช้อุณหภูมิสูงกว่าปกติเพื่อให้เกิดการพองตัวของเม็ดแป้งอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้อัตราส่วนของอะมิโลสต่ออะมิโลสเพคตินยังมีผลต่อเนื้อสัมผัส โดยข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำเมื่อสุกจะมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มและเหนียว และจะร่วนขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออะมิโลสเพิ่มขึ้น

น้ำตาลอิสระ

น้ำตาลอิสระที่พบมากในส่วนเนื้อเมล็ดของข้าวคือ ซูโครส ในข้าวสารจะมีน้ำตาลประมาณ 0.52 เปอร์เซ็นต์

โปรตีน

โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีในข้าวเจ้ามากเป็นที่ 2 รองจากคาร์โบไฮเดรต โดยมีอยู่ 7-10 เปอร์เซ็นต์ แต่คุณภาพของโปรตีนในข้าวเจ้าไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นบางตัว เช่น lysine threonine และ isoleucine ต่ำ แต่คุณภาพของโปรตีนในข้าวเจ้านี้ก็ยังดีกว่าโปรตีนในข้าวสาลี ทั้งยังมีค่า Biological value สูงกว่าธัญพืชชนิดอื่นๆ อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมัน

ข้าวเจ้าจะมีไขมันอยู่ประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันที่มีอยู่ในข้าวเจ้ามากที่สุด คือ กรดพัลมิติก (palmitic acid) และกรดไลโนเลนิก (linolenic acid) (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532)

เกลือแร่ และวิตามิน

ข้าวเป็นแหล่ง ฟอสฟอรัส และเหล็กที่ดี มีปริมาณอยู่ในช่วง 110-230 mg / 100 g และ 2.8-3.6 mg / 100 g ตามลำดับ แต่มีแคลเซียม ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับน้ำนม มีปริมาณอยู่ในช่วง 10-13 mg/100 g ข้าวยังเป็นแหล่งที่ดีของวิตามินบางชนิด เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และไนอาซิน โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.1-0.4, 0.03-0.16 และ 1.0-3.5 มิลลิกรัม / 100 กรัม ตามลำดับ

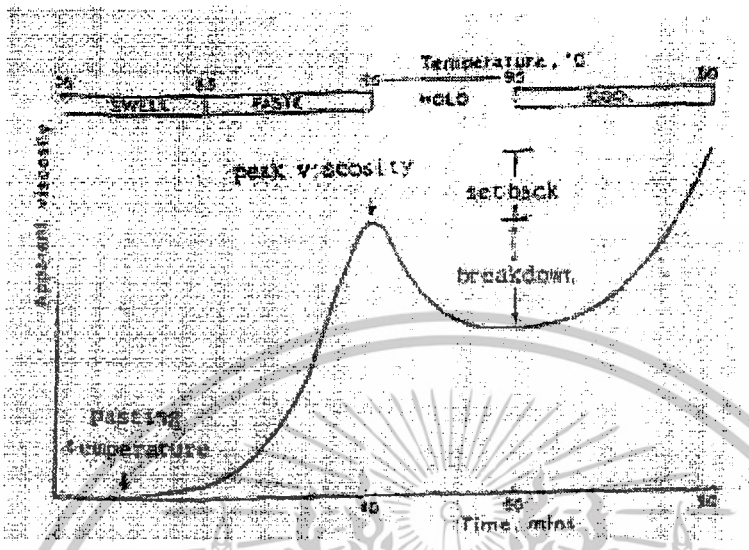
โครงสร้างของเม็ดแป้ง

จากการศึกษาโดยใช้ light microscope สรุปได้ว่าโมเลกุลของอะมิโลส และอะมิโลเพคตินภายในเม็ดแป้งมีการจัดตัวกันเป็นกลุ่มแต่ละกลุ่มมีการจัดเรียงตัวเป็น 2 ลักษณะ คือ จัดเป็นลักษณะคล้ายผลึก เรียกว่า crystalline region เป็นส่วนที่มีการจัดเรียงตัวอย่างมีระเบียบประกอบด้วยอะมิโลสเป็นส่วนใหญ่ ส่วนนี้มีการพองตัวจำกัด ไม่ค่อยมีปฏิกริยากับสารอื่นมากนักและเป็นส่วนที่หักเหแสงเอ็กซ์เรย์ อีกส่วนหนึ่งมีการจัดเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบ ดูดน้ำได้ดีกว่าบริเวณผลึกไวต่อปฏิกิริยาเคมี เรียกว่า amorphorus region

การเกิด gelatinization ของแป้ง

เม็ดแป้งที่ยังมีความสมบูรณ์จะละลายน้ำที่อุณหภูมิปกติได้น้อย จะสามารถดูดน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โมเลกุลของแป้งจะมีการสั้นอย่างรุนแรง บางส่วนของ intermolecular bond จะถูกทำลาย เกิด hydrogen bond กับโมเลกุลของน้ำที่อยู่รอบ ๆ ตัวมันเอง การที่น้ำสามารถซึมเข้าไปในเม็ดแป้งทำให้ส่วนต่าง ๆ ภายในเม็ดแป้งห่างกันเพิ่มขึ้น ทำให้ส่วนของ crystalline region ลดลง และเมื่อให้ความร้อนต่อไป ส่วนของ crystalline region และ birefrigence จะหายไป อุณหภูมิที่ birefrigence เริ่มหายไปจะเรียกว่า gelatinization temperature ในการศึกษาการพองตัว การเกิดเจล และการคืนตัวของแป้งชนิดต่าง ๆ อาจทำได้โดย ติดตามการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งเมื่อได้รับความร้อนอุณหภูมิต่าง ๆ ด้วยเครื่อง Brabender Visco Amylograph ดังแสดงในภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้ง ซึ่งวัดด้วยเครื่อง Brabender Visco Amylograph

ที่มา : วรัญญู ศรีเดช, 2537 : 27

จากภาพที่ 1 ในช่วงแรกของการให้ความร้อนกราฟจะยังไม่ปรากฏความหนืดเนื่องจากเม็ดแป้งยังคงพองตัวได้น้อย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงจุดหนึ่งที่เรียกว่า pasting temperature เส้นกราฟจะเริ่มขยับตัวสูงขึ้น เนื่องจากเม็ดแป้งเกิดการพองตัวทำให้น้ำแป้งจะเพิ่มขึ้นเส้นกราฟจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดสูงสุด (peak viscosity) ซึ่งช่วงนี้แรงยึดเหนี่ยวภายในเม็ดแป้งจะน้อยที่สุด และถ้ายังได้รับความร้อนและการกวนต่อไปอีกโครงสร้างภายในจะฉีกออกน้ำที่อยู่ภายในเม็ดแป้งจะออกมารวมอยู่กับอะมิโลส และอะมิโลเพคติน ทำให้ความหนืดลดลง เส้นกราฟจะแสดงความหนืดลดลงจนสิ้นสุดการให้ความร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสส่วนช่วงการทำให้เย็นจากอุณหภูมิ 95 ถึง 50 องศาเซลเซียสเส้นกราฟจะสูงขึ้นอีกครั้งเนื่องจากมีการคืนตัวของแป้งสุกโดย โมเลกุลอิสระที่ละลายออกมาในน้ำแป้งขณะที่เม็ดแป้งแตก โดยเฉพาะอะมิโลสจะจับตัวกันด้วย hydrogen bond ทำให้น้ำแป้งมีความข้นหนืดเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้ง (วรัญญู ศรีเดช, 2537 : 29)

ค่าที่ได้จากกราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้ง ได้แก่

1. pasting temperature หมายถึง อุณหภูมิที่น้ำแป้งเกิด gelatinization คือ อุณหภูมิที่น้ำแป้งเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความหนืด แป้งที่มีค่านี้สูงแสดงว่าต้องใช้เวลาในการทำให้แป้งสุกนานกว่าแป้งที่มีค่านี้ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. peak viscosity หมายถึง ค่าความหนืดสูงสุดที่ปรากฏในกราฟ เป็นจุดที่เม็ดแป้งดูดน้ำ และพองตัวมากที่สุด ค่านี้จะบอกถึงความสามารถในการพองตัวของเม็ดแป้ง

3. break down หมายถึง ค่าเสถียรภาพความหนืดของเม็ดแป้งขณะพองตัว มีค่าเท่ากับผลต่างระหว่าง peak viscosity กับ ความหนืดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส 20 นาที ค่านี้แสดงถึงความคงทนต่อการกวนของเม็ดแป้งในระหว่างได้รับความร้อน ถ้าผลต่างมีค่ามาก แสดงว่าเม็ดแป้งไม่มีความคงทนต่อการกวนจึงมีเสถียรภาพความหนืดต่ำเม็ดแป้งแตกตัวได้ง่ายขณะให้ ความร้อน ถ้าผลต่างมีค่าน้อย แสดงว่าเม็ดแป้งมีความคงทนต่อการกวนได้ดีจึงมีเสถียรภาพความหนืดสูง

4. set back หมายถึง ค่าความหนืดของการคืนตัว มีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างความหนืดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส กับ peak viscosity ค่านี้แสดงถึงการคืนตัวของน้ำแป้ง ถ้าผลต่างมีค่ามากแสดงว่าน้ำแป้งนั้นเกิดการคืนตัวสูง ถ้าผลต่างมีค่าน้อย แสดงว่าน้ำแป้งนั้นเกิดการคืนตัวต่ำ

การเกิด gelatinization ของแป้ง นอกจากจะขึ้นกับอุณหภูมิยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่มีอยู่ด้วย เช่น น้ำตาล เกลือ กรด และ ไขมัน เป็นต้น

<u>ผลของน้ำตาล</u> น้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง (ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์) จะไปลดการพองตัวของ เม็ดแป้งในระหว่างการเกิด gelatinization โดยน้ำตาลจะแย่งน้ำจากแป้งเนื่องจากน้ำตาลมีหมู่ไฮดรอกซิล อยู่มากจึงดูดซับน้ำได้ ดังนั้นปริมาณน้ำที่ทำให้เม็ดแป้งพองตัวถูกจำกัด ทำให้แป้งสุกยากขึ้น สังเกตจาก gelatinization temperature range จะกว้างขึ้น ผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้งจะน้อยมากในสารละลาย ที่มีน้ำตาลเข้มข้น 5 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำตาลประเภท disaccharide จะมีผลต่อการพองตัว และการเกิด gelatinization ของแป้งมากกว่า น้ำตาลประเภท Monosaccharide

<u>ผลของเกลือ</u> เกลือจะให้ผลเช่นเดียวกับน้ำตาลโดยไปลดการพองตัวของเม็ดแห้งในระหว่างเมล็ดฝ้าย gelatinization แต่เกลือจะมีผลมากกว่าน้ำตาล โดยพบว่าเกลือ 0-6 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำ สามารถลด% gelatinization ของแป้งได้

<u>ผลของไขมัน</u> ไขมันประเภทไขมันไม่อิ่มตัว เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพดน้ำมันเมล็ดฝ้าย ในปริมาณ 9-12% โดยน้ำหนัก ไม่มีผลกระทบต่อ peak viscosity แต่มีผลทำให้อุณหภูมิที่ทำให้เกิด peak viscosity ลดลง เพราะไขมันไม่อิ่มตัวจะไปเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับอะมิโลส เช่นการเกิด gelatinization ของแป้งข้าวโพดจะมี peak viscosity อยู่ที่ 92 องศาเซลเซียสแต่ถ้าเติมไขมันไม่อิ่มตัวลงไป 9-12 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก จะมี peak viscosity อยู่ที่ 82 องศาเซลเซียส

<u>ผลของกรด</u> อาหารโดยทั่วไปซึ่งมี pH 4-7 จะมีผลกระทบต่อ gelatinization น้อยในระหว่างการให้ความร้อนแป้งที่มี pH ต่ำกว่า 4 กรดจะมีผลโดยจะทำให้เกิด hydrolysis ของเม็ดแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะตัดพันธะ glucosidic ของแป้ง ทำให้เกิดเป็นโมเลกุลสั้น ๆ มากขึ้น พบว่า peak viscosity จะลดลง(วรัญญู ศรีเดช, 2537:154)

2.2 การผลิตเครื่องดื่มจากน้ำนมข้าว

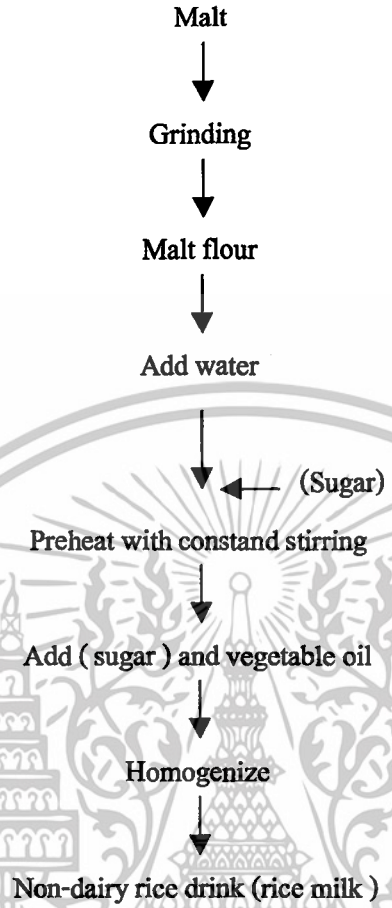
การผลิตเครื่องดื่มจากน้ำนมข้าว มีวิธีการทำขั้นตอนปลีกย่อยแตกต่างกันออกไป แต่สามารถสรุปขั้นตอนหลัก ๆ ได้ดังนี้

ขั้นแรก คือ เตรียมแป้งจากข้าวเจ้าทำได้ 2 วิธี ดังนี้

- โม่แห้ง (dry milling) ทำได้ โดยนำข้าวเจ้ามาให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้ข้าวเกิดการพองตัว (puffing) และโม่ได้ง่ายนำมาโม่ (grinding) ด้วยเครื่อง pin mill หรือ เครื่องโม่ไฟฟ้า ให้ได้ขนาดของเม็ดแป้งตามต้องการ วิธีโม่แป้งนี้มีข้อเสีย คือ การให้ความร้อนเพื่อให้ข้าวพองตัวจะต้องใช้อุณหภูมิสูง ทำให้ข้าวอาจเกิดเป็นสีน้ำตาลได้
- โม่เปียก (wet milling) ทำได้โดย แช่ข้าว (soaking) โดยใช้อัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้เมล็ดข้าวนิ่ม ไม่ได้ง่ายขึ้น จากนั้นนำมาโม่จนได้เป็นแป้งละเอียด

ขั้นที่ 2 นำแป้งที่ได้จากการโม่ข้างต้นมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม และคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ให้ความร้อนเบื้องต้น คนอย่างสม่ำเสมอ เติมน้ำตาลทรายที่ละลายแล้วในอัตราส่วนที่เหมาะสม (อาจเติมน้ำตาลทรายก่อนนำไปให้ความร้อน) เติมน้ำมันพืช ผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวดัน โดยใช้เครื่อง high speed mixer หรือ เครื่อง homogenizer จะได้เครื่องดื่มเลียนแบบนมจากข้าวเจ้า ขั้นตอนการทำ แสดงดังแผนภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 Flow chart for the production of non-dairy rice drink (rice milk)

เครื่องดื่มน้ำนมข้าวที่ศึกษากันโดยทั่วไปจะมี pH อยู่ในช่วงประมาณ 6.2-7.2 ความหนืดประมาณ 15-20 cps. และค่า Total Soluble Solid ประมาณ 9-12° Brix และ Non-dairy rice drink ที่ผลิตจะนำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาโดยบริษัท Don Jose Foods มี pH ประมาณ 7.1 ความหนืดประมาณ 16.5 cps. และค่า Total Soluble Solid ประมาณ 11° Brix(สมฤดี วิบูลพัฒนะวงค์ ,2540)

กระบวนการทำมอลท์ (Malting)

เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญภายในเมล็ด แบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

ก.การแช่น้ำ (Steeping)

เป็นการเตรียมความพร้อมในการงอกของเมล็ด โดยนำเมล็ดข้าวเจ้าที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วนำมาแช่น้ำเพื่อเพิ่ม ปริมาณความชื้นในเมล็ดข้าวให้เหมาะสมในการงอก เมื่อปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นเพียงพอจะทำให้เกิดการเพิ่มระดับของฮอร์โมนที่ใช้ในการงอก เช่น Gibberellins และยังกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์เอนไซม์อีกด้วย ความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 4 ชั่วโมงแรกหลังการแช่น้ำหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และเพิ่มขึ้นอย่างคงที่หลังจากแช่น้ำแล้ว 26 ชั่วโมง หรือเมื่อเมล็ดข้าวมีความชื้นถึง 33.3 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงแรกน้ำจะซึมเข้าสู่เปลือกนอกที่หุ้มเมล็ด และผ่านไปยังเนื้อเมล็ดจนความชื้นในเมล็ดค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจาก 12 เปอร์เซ็นต์ จนถึงประมาณ 42 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงนี้เมล็ดข้าวจะมีการเตรียมพร้อมในการงอกรากและต้นอ่อนจะดูดซึมน้ำอย่างรวดเร็วในขณะที่ Endosperm จะมีอัตราการดูดน้ำช้าลง อัตราการดูดซึมน้ำของเมล็ดจะขึ้นอยู่กับสภาพการปลูก พันธุ์ของข้าว และอุณหภูมิของน้ำในการแช่ ข้าวที่เปลือกหนาจะใช้เวลาในการแช่นานกว่าที่มีเปลือกบาง สำหรับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ ถ้าน้ำอุณหภูมิที่สูงจะใช้เวลาในการแช่สั้นกว่าน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำเพราะอัตราเร็วในการแพร่ของน้ำเข้าสู่เมล็ดจะเร็วกว่า แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่สูงของน้ำจะทำให้มีการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ได้ง่าย ระยะเวลาที่น้อยที่สุดในการแช่ คือ 18 ชั่วโมง หรือให้ความชื้นในเมล็ดอย่างน้อย 30 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้ข้าวงอกได้ สำหรับข้าวเจ้าใช้การแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก็เพียงพอที่ทำจะให้การงอกที่เหมาะสมตามต้องการได้

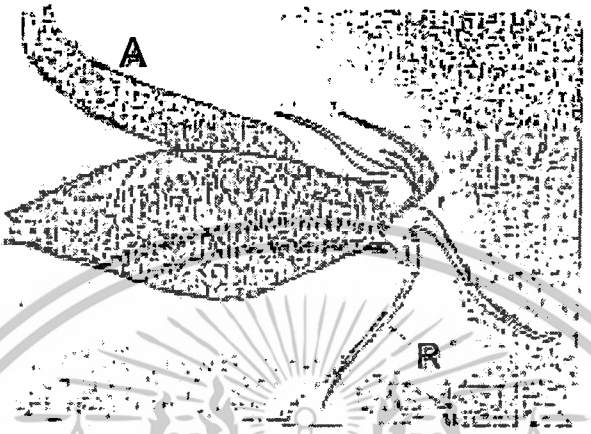
ระหว่างการแช่น้ำถ้าเปลือกเกิดปริแตกออกหรือมีรอยแยก จะทำให้สารอาหารรวมทั้งแป้งที่อยู่ในเมล็ดละลายออกมากับน้ำได้เป็นส่วนหนึ่งทำให้เกิด Malting Loss การหายใจของต้นอ่อนการใช้สารอาหารภายในเมล็ด การผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ก็เป็นการทำให้เกิด Malting Loss ได้เช่นกันการหายใจของต้นอ่อนจะช่วยเพิ่มออกซิเจนในน้ำ จะช่วยให้การแช่มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เพราะการแช่ในสภาพที่ไร้ออกซิเจนจะทำให้ต้นอ่อนเกิดการสลายอาหารภายในเมล็ดไปเป็นพลังงาน คาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ เมื่อความเข้มข้นของแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นมาก ๆ ก็จะทำให้เกิดสภาวะที่เป็นพิษรวมทั้งกลิ่นที่ไม่ต้องการอีกด้วย และถ้าการแช่ไม่เพียงพอในแกนกลางของเมล็ดก็จะแห้ง ได้มอลท์ที่ได้จะมีคุณภาพต่ำแต่ถ้าการแช่นานเกินไปจะทำให้เมล็ดมีการงอกในช่วงเริ่มต้นช้าลง จึงเกิดการเจริญของรา แบคทีเรีย และกลิ่นที่ไม่ดีเกิดขึ้น ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะต้องระวังและควบคุมมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเชื้อจุลินทรีย์ และการเกิดกลิ่นที่ไม่ต้องการด้วย

ข. การทำให้งอก (Germination)

หลังจากการกระบวนการแช่น้ำเสร็จสมบูรณ์แล้ว เมล็ดข้าวจะถูกนำมาทำให้งอกซึ่งโดยทางกายภาพ การทำให้งอก คือ กระบวนการที่ทำให้รากและต้นอ่อนงอกจากเมล็ด ทั้งนี้รากจะงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเมล็ดก่อนแล้วต้นอ่อนจึงงอกเป็นลำดับต่อมา ภาพที่ 3 เป็นการงอกของเมล็ดข้าวบาร์เล่ย์ ซึ่งจะสังเกตเห็นส่วนของรากและยอดได้ชัดเจน



ภาพที่ 3 แสดงการงอกของเมล็ดข้าวบาร์เลย์ (R) คือส่วนของรากและ (A) คือส่วนของลำต้น

ที่มา : พิเชฐ วัชรศักดิ์ไพศาล, 2536 : 89

การทำให้ข้าวงอก ทำโดยนำข้าวที่ได้จากการกระบวนการแช่น้ำไปทำให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลาประมาณ 5 นาที แล้วนำไปเกลี่ยให้ทั่วบนตะแกรง ถาด หรือ ภาชนะที่เตรียมไว้โดยเฉพาะ ในการนี้ต้องพรมน้ำเพื่อรักษาระดับความชื้นให้คงที่อยู่ตลอดเวลา คือ มีความชื้นประมาณ 42-46เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียง 100 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด สำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการทำให้เมล็ดงอกอยู่ในระหว่าง 13-16 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 วัน ทั้งนี้ต้อง ควบคุมดูแลให้มีการถ่ายเทอากาศอยู่ตลอดเวลาด้วย และนอกจากนี้ความสามารถในการงอกของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ที่เก็บไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน จะไม่เท่ากัน

ในระหว่างการทำให้งอกโปรตีนในเมล็ดข้าวจะถูก Hydrolyse ไปเป็น Peptide และ Amino Acids และการ Hydrolysis นี้ จะต้องไม่ถูกทำให้หยุดจนกว่าจะปริมาณของ Soluble Nitrogenous Compound ในปริมาณที่เพียงพอ และในระหว่างนี้จะต้องมีการควบคุมเพื่อให้แน่ใจว่าปริมาณของแอลฟาและเบต้าอะไมเลส จะมีอยู่ในระดับที่เพียงพอ แต่การ Hydrolyse Starch เพื่อใช้ในการหายใจและการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ที่เกิดจากการงอก

ปัจจัยที่สำคัญในการทำให้งอก คือ การควบคุมความชื้นในเมล็ด อุณหภูมิ และปริมาณอากาศที่ต้องมีอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา จุดมุ่งหมายของการทำให้เกิดการงอกก็เพื่อให้เกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงของ Endosperm และผลผลิตของ มอลท์ที่มีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุด การทำให้งอกที่อุณหภูมิสูงกว่า 13-16 องศาเซลเซียสจะทำให้เกิดอัตราการเจริญของต้นอ่อนมากกว่า

Malting Loss หมายถึง Leaching Loss และ Metabolic Loss ซึ่งรวมถึงการสูญเสียน้ำหนักที่เกิดจากการที่เมล็ดใช้คาร์โบไฮเดรต เพื่อให้เกิดการงอกรากและต้นอ่อนการสูญเสียดังกล่าวจะมีค่าประมาณ 8.4 และ 9.3% สำหรับ Leaching Loss และ Metabolic Loss ตามลำดับ อิทธิพลของการ ทำมอลท์ (Malting) ต่อความแข็งของเมล็ดข้าว คือ เมล็ดจะมีความแข็งลดลงตั้งแต่วันแรกของการทำให้งอกและลดลงเรื่อย ๆ เมื่อใช้เวลาในการทำให้งอกมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเอนไซม์ Protease และ Carbohydrase จะย่อยผนังเซลล์และ Starch ในระหว่างการทำให้งอกเป็นผลทำให้ความแข็งของ Cell Wall และ Partial Modification ของ Endosperm ลดลง ดังนั้นผลที่ตามมาคือความแข็งของ Kenel ลดลง

การเปลี่ยนแปลงของระดับ Protein, Fat , Ash , Total Carbohydrates , Thaiamine และ Phytate Phosphorus ของมอลท์หลังจากทำให้งอกตั้งแต่ 1-5 วัน จะเป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 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	2.1	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-Not determined.

ที่มา : พิเชฐ วัชรศักดิ์ไพศาล, 2536 : 102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณดังกล่าวทำในระหว่างการทำให้งอก 5 วัน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการเพิ่มของกิจกรรมแอลฟาอะมิเลส การทำให้งอกเป็นผลทำให้เกิดการลดลงของระดับสารต่าง ๆ เนื่องจากการแช่น้ำและการ Migration ของส่วนประกอบบางอย่างที่เป็นผลให้เกิดรากและต้นอ่อน การลดลงดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดลงของ Starch จะเป็นเหตุให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ Crude Fiber

ในระหว่างการทำให้งอกนี้ จะมีการเจริญของจุลินทรีย์ด้วย เนื่องจากมีความชื้นและอาหารเหมาะแก่การเจริญ ซึ่งจุลินทรีย์พวกนี้ได้แก่ แบคทีเรีย รา และ ยีสต์ แต่จะถูกทำลายในระหว่างการอบแห้ง แต่ในบางกรณีเชื้อจุลินทรีย์นี้อาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของมอลท์ได้

ค. <u>การอบแห้ง</u> (Kilning)

การอบแห้งจะทำหลังจากการทำให้งอกแล้ว โดยนำ Green Malt ซึ่งจะมีความชื้นประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ มาอบในตู้อบลมร้อน โดยผ่านลมร้อนไปบนเมล็ดซึ่งเกลี่ยอยู่บนถาดหรือตะแกรง จะได้ผลิตภัณฑ์สุดท้าย มีความชื้นประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ การอบแห้งจะทำให้สามารถเก็บมอลท์ไว้ได้นานหลายเดือน โดยไม่เสียคุณค่าทางอาหาร และยังช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ลงด้วย

ในกระบวนการทำมอลท์มีเอนไซม์ที่สำคัญ 2 ตัวแอลฟาและเบต้าอะมิเลสซึ่งในการอบแห้งจะเป็นการให้ความร้อนเพื่อกำจัดความชื้นออกจาก Green Malt ซึ่งจะต้องทำการกำจัดความชื้นออกโดยไม่ให้ทำลายการทำงานของเอนไซม์ทั้ง 2 ตัวนี้ ที่ความชื้นสูงเอนไซม์จำนวนมากจะไวต่อความร้อน ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เอนไซม์ถูกทำลายจะต้องให้ความร้อนแก่ Green Malt อย่างระมัดระวังและใช้อุณหภูมิต่ำ หลังจากมอลท์ถูกทำให้มีความชื้นลดต่ำลงอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นทำให้เกิด Browning Reaction จะทำให้ได้มอลท์ที่มีสีและกลิ่นต่าง ๆ กัน ซึ่งโดยทั่วไปจะมีการแปรผันระหว่างการทำงานของเอนไซม์กับสีและกลิ่นของมอลท์ คือ ถ้าต้องการให้มีการทำงานของเอนไซม์สูง จะทำให้สีและกลิ่นของมอลท์ที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควรและในทางกลับกันถ้าต้องการสีและกลิ่นของมอลท์ลักษณะดีจะต้องการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงและใช้เวลานาน เพื่อลดการทำงานของเอนไซม์ลง

อุณหภูมิของการอบแห้งไม่ค่อยมีอิทธิพลต่อปริมาณของ Starch และโปรตีน ในมอลท์มากนัก ซึ่งบางครั้งจะมีการลดลงของปริมาณ Reducing Sugar และ Total Free Amino Free Amino acid ซึ่งจะเป็นได้ชัดเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูง การลดลงของ Reducing Sugar และ Total Free Amino Free Amino acid อาจเป็นผลทำให้เกิด Maillard Reaction เมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากเมล็ดข้าวผ่านกระบวนการทำมอลท์แล้ว จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ด เช่น เกิดการย่อยสลายสารโมเลกุลเล็ก ๆ ที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที เช่น Glucose, Amino Acid และ Fatty Acid เป็นต้น และ Phytate ซึ่งเป็นสารประกอบฟอสเฟตและอินโนซิทอล ที่พบมากในพืช ซึ่งในระหว่างการงอกเอนไซม์ไฟเทส จะย่อยกรดไฟติกทำให้เกิดการ Breakdown ของกรดไฟติกไปเป็นไมโออินโนซิทอลและฟอสฟอรัส และ อินทรีย์ เกิดเป็น Complex ของ Inorganic phosphorus ทำให้ร่างกายไม่สูญเสียแร่ธาตุที่จำเป็น เช่น Fe, Mg และ Cu เนื่องจากการรวมกันเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของ Phytate กับแร่ธาตุดังกล่าว สำหรับ Hydrolytic Enzyme สำคัญที่ย่อยสารอาหารในเมล็ดข้าวเจ้าในระหว่างการทำมอลท์และสารโมเลกุลเล็กที่ย่อยได้ จะแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 Hydrolytic Enzyme สำคัญๆ ที่ย่อยอาหารสะสมในเมล็ดข้าวเจ้าและสารโมเลกุลเล็กที่ย่อยได้

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

ที่มา : วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2537 : 97

นอกจากนี้มอลท์ที่ผ่านกระบวนการทำมอลท์แล้วจะให้กลิ่นหอมเฉพาะและสีน้ำตาลซึ่งเป็นสีที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมากจากการเกิด Maillard reaction

หลังจากการทำมอลท์แล้ว จะต้องผ่านการกระเทาะ เพื่อแยกเปลือกข้าวออกโดยใช้เครื่อง สีข้าวแบบลูกกลิ้งยาง ซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้งยาง 2 อัน วางอยู่ใกล้กัน โดยเวลาสีข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จะผ่านเข้าไปในร่องระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองและถูกบีบให้เปลือกหลุดออกมาและใช้ลมเป่า เพื่อแยกสิ่งเจือปนหรือข้าวเปลือกเมล็ดลีบที่มีน้ำหนักเบาออกมา

2.3 เอนไซม์อะมิเลส

เอนไซม์อะมิเลสเป็นเอนไซม์ที่ย่อยสลายแป้งและไกลโคเจน ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากการย่อยคือ มอลโตส เอนไซม์อะมิเลสพบได้ใน สัตว์ จุลินทรีย์ พืช เช่น เมล็ดธัญพืชที่กำลังงอกจะมีเอนไซม์อะมิเลสเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากเมล็ดที่งอกจำเป็นต้องใช้อาหารสำหรับการเจนิญเติบโตของต้นกล้า และแหล่งอาหารที่สำคัญก็คือแป้งที่สะสมเอนไซม์อะมิเลสมีอยู่ 2 ชนิด คือ แอลฟาอะมิเลส(α-amylase)และเบต้าอะมิเลส(β-amylase)

แอลฟาอะมิเลสมีชื่อทางเคมีว่า α-1,4 – gluconohydrolase สามารถย่อยโมเลกุลของแป้งได้ในสภาพ paste (ไม่สามารถย่อยได้ในสภาพเม็ดแป้ง) ในตำแหน่งพันธะ α-1,4 – ไกลโคซิดิกแบบสุ่ม ทำให้ลดความหนืดของแป้งอย่างรวดเร็วได้ผลผลิตเริ่มต้นเป็นมอลโตส, มอลโตไตรโอส และมอลโตเตตราโอส ส่วนที่เหลือจะเป็นพวกลิมิดเดกซ์ตริน แอลฟาอะมิเลสไม่สามารถย่อยพันธะ α-1,6ไกลโคซิดิกได้ซึ่งจะพบได้ในอะมิโลเพคตินผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยของอะมิโลสอย่างสมบูรณ์ คือ มอลโตสและกลูโคส ในขณะที่อะมิโลเพคติน จะให้ผลสุดท้ายเป็น มอลโตส, กลูโคส และโอลิโกแซคคาไรด์ที่มีพันธะ 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 ผลจากการย่อยแป้งด้วย เบต้าอะมิเลสจะได้ ลิมิดเดกซ์ตรินและมอลโตส

กลูโคอะมิเลสหรือ α-1,4 –glucan glucohydrolase เป็นเอนไซม์ที่ย่อยโมเลกุลแป้งตรงตำแหน่งพันธะ α-1,4 ไกลโคซิดิก โดยเริ่มจากปลาย Non-reducing ซึ่งจะได้กลูโคสครั้งละ 1 โมเลกุลและสามารถย่อยพันธะ α-1,6 ไกลโคซิดิกได้แต่ช้ามาก

2.4 เอนไซม์อะมิเลสในธัญพืช

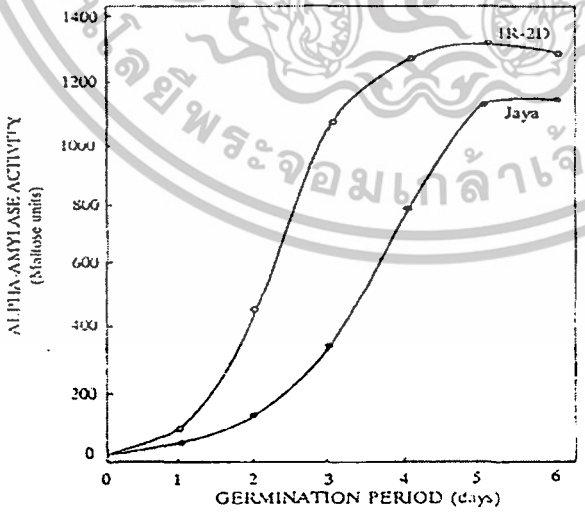
ในขณะที่เมล็ดพืชกำลังงอกนั้น ปริมาณของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกัยการย่อยแป้งจะเพิ่มสูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดพืชที่กำลังงอกจำเป็นใช้อาหารสำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้าและแหล่งอาหาร ที่สำคัญก็คือแป้งที่สะสมอยู่ในเมล็ดนั่นเอง เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยแป้งที่สำคัญได้แก่ แอลฟาอะมิเลส และเบต้าอะมิเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
40293

ในต้นกล้าของธัญพืชแต่ละชนิดจะมีปริมาณของเอนไซม์แอลฟาอะมิเลสและเบต้าอะมิเลสแตกต่างกัน ต้นกล้าข้าวบาร์เลย์จะมีเบต้าอะมิเลสเป็นส่วนใหญ่ในขณะที่ต้นกล้าข้าวฟ่างจะมีเบต้าอะมิเลสเป็นส่วนน้อย ส่วนใหญ่เป็นแอลฟาอะมิเลสและอัตราส่วนของแอลฟาอะมิเลสต่อเบต้าอะมิเลสแตกต่างกันตั้งแต่ 2 : 1 ถึง 3 : 1 นอกจากนี้ต้นกล้าข้าวบาร์เลย์และต้นกล้าข้าวสาลีมีเบต้าอะมิเลสสูงกว่าต้นกล้าข้าวฟ่าง

ในเปลือกของเมล็ดธัญพืชจะมีสารแทนนิน ซึ่งเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เมล็ดธัญพืชที่มีแทนนินสูงจะมีความต้านทานต่อแมลงและจุลินทรีย์ได้ดีและเนื่องจากแทนนินสามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนได้ จึงมีผลต่อไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในพืชด้วย ดังนั้นเมล็ดพืชที่มีปริมาณแทนนินต่ำจะมีแอลฟาอะมิเลสและเบตาอะมิเลสเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ 2-4 วัน ของการงอกส่วนเมล็ดธัญพืชที่มีแทนนินสูงไม่มีแอคติวิตีของแอลฟาอะมิเลสและเบต้าอะมิเลสเลยจนกระทั่งต้นกล้ามีอายุการงอก 4 วัน และแอคติวิตีของเอนไซม์จะสูงขึ้น เมื่อต้นกล้ามีอายุการงอก 8 วัน

Capanzana, 1989 ศึกษาการเตรียมเพาะต้นกล้าข้าวเปลือกโดยจะนำต้นกล้าข้าวเปลือกมาแช่น้ำเป็นเวลา 26 ชั่วโมงที่อุณหภูมิประมาณ $25 \pm 3^{\circ}$ C เมล็ดข้าวเปลือกจะมีความชื้นประมาณ 33.3 เปอร์เซ็นต์ โดยในช่วง 4 ชั่วโมงแรกความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากนั้นความชื้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นหลังจากแช่เมล็ดข้าวเปลือกในน้ำประมาณ 24-26 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดข้าวเปลือกมาเพาะพบว่า แอคติวิตี ของแอลฟาอะมิเลสในต้นกล้าข้าวเปลือกที่กำลังงอกจะเพิ่มขึ้นดังแสดงใน ภาพที่ 4 โดยที่เมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่งอกนั้นเอนไซม์จะมีแอคติวิตีน้อยมาก



<u>ภาพที่ 4</u> การเพิ่มขึ้นของแอคติวิตีของเอนไซม์อะมิเลสในต้นกล้าข้าวเปลือกที่กำลังงอก

ที่มา : พิเชฐ วัชรศักดิ์ไพศาล, 2536 : 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

1. มอลท์ข้าวพันธุ์ กข. 7 เพาะ 7วัน
2. นมผง
3. น้ำ
4. น้ำตาลทราย

3.2 สารเคมี

1. Soluble Starch 1 %
2. Tris HCl บัฟเฟอร์ pH 7
3. 3,5 dinitrosalicylic acid
4. Potassium sodium tartrate
5. Sodium hydroxide
6. D (+) Maltose monohydrate

3.3 อุปกรณ์

1. หม้อ
2. ชามผสม
3. ถ้วยตวง
4. เครื่องชั่ง
5. เตาแก๊ส
6. กรรไกร
7. เครื่องปั่นน้ำผลไม้
8. ขวดนมพลาสเจอร์ไรส์ขนาด 1 ลิตร
9. โกร่ง (Mortar)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. กระดาษฟอยล์ (Aluminium foil)
11. กระดาษกรอง เบอร์ 4 (Filter paper no. 4)
12. หลอดทดลอง (Test tube)
13. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)
14. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
15. แท่งแก้ว (Stirrer)
16. กรวยกรอง (Funnel)
17. บิกเกอร์(Beaker)
18. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร (Pipet)
19. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH meter)
20. เครื่องวัดความหวาน (Hand Refractometer)
21. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
22. Spectrophotometer

3.4 วิธีดำเนินการทดลอง

3.4.1 เตรียมเพาะเมล็ดข้าวเจ้าพันธุ์ กข. 7 โดยใช้ระยะเวลาในการเพาะ 7 วัน

ข้าวเปลือก

↓

ล้างทำความสะอาดคัดเมล็ดที่เสียออก

↓

แช่น้ำไว้ 1 คืน

↓

นำขึ้นจากน้ำล้างให้สะอาด

↓

เพาะในถาดคลุมด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์

↓

รดน้ำ 2 ครั้งต่อวัน(เช้าและเย็น)

↓

เพาะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การสกัดเอนไซม์จากมอลท์ข้าวเปลือก

นำมอลท์ข้าวเปลือกที่มีอายุการงอก 7 วันมาล้างให้สะอาดสะเด็ดน้ำชั่งน้ำหนัก 2 กรัม บดให้ละเอียดในโกร่งทำการเจือจางด้วย 0.05 MTris HCL บัฟเฟอร์ pH 7.0 ในอัตราส่วนเท่ากับ 100, 200, 300, 400, 600 และ 800 เท่า แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง เก็บไว้วัดแอคติวิตี

3.4.3 การวัดแอคติวิตีของเอนไซม์อะมิเลส

การวัดแอคติวิตีของเอนไซม์อะมิเลสที่สกัดได้จากต้นกล้าธัญพืช ทำได้โดยการวัดปริมาณของน้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugar) ซึ่งได้จากการย่อยสลายแป้งด้วยเอนไซม์ที่สกัดได้และวัดสีที่เกิดขึ้นเนื่องจาก น้ำตาลรีดิวซิงทำปฏิกริยากับ 3,5 dinitrosalicylic acid ซึ่งให้สีน้ำตาลแดง โดยกำหนดให้ 1 หน่วยเอนไซม์ มีค่าเท่ากับปริมาณเอนไซม์ที่ย่อยสับสเตรท (substrate) แล้วให้น้ำตาลรีดิวซิง (คำนวณเทียบกับมอลโตส) 1 ไมโครโมลต่อนาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส pH 7

3.4.3.1 วิธีเตรียม สับสเตรท

ละลาย soluble starch 1 กรัม ใน 0.05 M Tris – HCL บัฟเฟอร์ pH 7 ปริมาตร 15 มิลลิลิตร จากนั้นเทบัฟเฟอร์ต้มเดือดลงไป 70 มิลลิลิตรพร้อมคนตลอดเวลา นำไปต้มให้เดือดอีก 2 นาที ทำให้เย็นแล้วถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ถึง 100 มิลลิลิตร ด้วยบัฟเฟอร์

3.4.3.2 วิธีเตรียมกราฟมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมอลโตสมาตรฐานเข้มข้น 5.0 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร โดยละลายมอลโตสโมโนไฮเดรต 0.1802 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายมอลโตสที่ได้ 0, 0.2 , 0.4 , 0.6 , 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง 6 หลอด เติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรในแต่ละหลอดเท่ากับ 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย DNS – reagent หลอดละ 1 มิลลิลิตรต้มหลอดทดลองในน้ำเดือด 5 นาที แล้วนำมาแช่ให้เย็นทันที เมื่อเย็นจนถึงอุณหภูมิห้องเติมน้ำกลั่นหลอดละ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

3.4.3.3 วิธีวัดแอคติวิตีของเอนไซม์อะมิเลส

ปิเปตเอนไซม์ที่สกัดได้ (เจือจางความเข้มข้นที่เหมาะสม) 0.5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 5 นาที ใส่สับสเตรทลงไป 0.5 มิลลิลิตร บ่มต่อไปอีก 30 นาที จากนั้นเติม DNS – reagent 1 มิลลิลิตร ทันทีพร้อมกับเขย่าหลอดทดลอง ต้มหลอดทดลองในน้ำเดือด 5 นาที แล้วแช่ในน้ำให้เย็นทันที เติมน้ำกลั่นหลอดละ 10 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขย่าให้เข้ากันนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยหลอดเปรียบเทียบใช้บัฟเฟอร์แทนเอนไซม์ อ่านค่าปริมาณมอลโตส จากกราฟมาตรฐาน แล้วคำนวณแอคติวิตีเป็นหน่วยเอนไซม์

3.4.4 นำข้าวมอลท์ที่ได้ตามวันที่กำหนด อบที่อุณหภูมิ 55^0 C นาน 3 ชั่วโมง

3.4.5 นำข้าวมอลท์ที่อบมาบด แล้วร่อนแยกส่วนที่เป็นแป้งออกจากเปลือกและราก

3.4.6 นำแป้งมอลท์ที่ได้ไปทำเป็นน้ำนมข้าว

3.5 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.6 การวางแผนการทดลอง

จากการทดลองผลิตน้ำนมข้าวใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวมอลท์ที่เพาะได้ 7 วันต่อน้ำแตกต่างกัน คือ 25 %, 35 %, 45 % และ 55 % ซึ่งให้ผู้บริโภคทดสอบคุณภาพของน้ำนมข้าวทางประสาทสัมผัส จำนวน 15 คน โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ (RCBD) การวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Analysis of variance (ANOVA) ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD (Least significant difference) เพื่อต้องการศึกษาความแตกต่างของอัตราส่วนของแป้งข้าวมอลท์ต่อน้ำที่ต่างกันในการผลิตน้ำนมข้าว โดยทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของน้ำนมข้าวที่ผลิตได้

3.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2543 - เดือนเมษายน พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การศึกษานำข้าวมาเป็นผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวพร้อมดื่มโดยนำข้าวมาเพาะในระยะเวลาต่างกันคือใช้ระยะเวลาดังนี้ 3, 5, 7 และ9วันเพื่อทำการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์พวกอะมิเลสที่สามารถย่อยแป้งที่มีมากในเมล็ดข้าวให้เป็นสารโมเลกุลเล็กลงได้เป็นน้ำตาล

หาสูตรที่เหมาะสมในการทำน้ำนมข้าวพร้อมดื่ม จากนั้นทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำนมข้าวพร้อมดื่มด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมโดยใช้ผู้ทดสอบ 15 คนได้ผลการทดลองดังนี้

4.1ระยะเวลาที่เหมาะสมของเอนไซม์อะมิเลสที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลรีดิวซิงจากข้าวที่งอกปริมาณของน้ำตาลพวกรีดิวซิงวัดค่าได้จากการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่องSpectrophotometer ในข้าวที่งอก 3, 5, 7,และ 9 วันตามลำดับนอกจากนั้นยังทำการหาค่า Activity enzyme ดังตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 ปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซิงและที่ค่า Activity enzyme ที่มอลท์มีอายุการงอกเป็นเวลา 3, 5, 7 และ 9 วันบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที

อายุการงอกของ malt	ปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซิง (mg/ml)	Activity / ml enzyme (unit enzyme)
3 วัน	29.78	2.571
5 วัน	62.02	5.737
7วัน	134.28	12.422
9วัน	273.06	25.260

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาตารางที่ 5 จะเห็นว่าวันที่ 3, 5, 7 และ 9 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 2 เท่า และวันที่ 9 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงและค่า Activity enzyme สูงสุดคือมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเท่ากับ 273 .06 mg/ml และค่า Activity enzyme เท่ากับ 25.260 (unit enzyme)

4.2 ผลของการศึกษาสูตรที่เหมาะสมและการรับของผู้บริโภค

นำข้าวที่มีอายุการงอก7วันมาบดให้เป็นแป้งมอลท์แล้วนำแป้งนี้มาทำน้ำนมข้าวพร้อมดื่ม โดยใช้อัตราส่วนของแป้งมอลท์ต่อน้ำแตกต่างกันคือ 25:100, 35:100, 45:100 และ55:100แล้วนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับดังตารางที่ 6 ดังนี้

ตารางที่6คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำนมข้าวพร้อมดื่ม

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง			
	A [1/]	B	C	D
สี	1.53[d 2/]	2.66[c]	4.86[a]	3.93[b]
กลิ่น	1.60[c]	2.93[b]	4.33[a]	3.80[a]
รสชาติ	1.86[b]	2.26[b]	4.60[a]	4.06[a]
เนื้อสัมผัส	1.53[b]	1.60[b]	3.93[a]	4.33[a]
ความชอบรวม	1.46[b]	2.06[b]	4.33[a]	4.73[a]

[1/] A=แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 25:100
B=แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 35:100
C=แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 45:100
D=แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 55:100

[2/] คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ผลการทดสอบการยอมรับด้านสี

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ของน้ำนมข้าวพร้อมดื่ม โดยการสังเกตสีของน้ำนมข้าวทั้ง 4 ตัวอย่างพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวพร้อมดื่มที่ใช้แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 45:100 มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 4.86 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (P>0.05) ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็นไปตามลำดับดั่งนี้ ใช้แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 55:100 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.93, 35:100 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับ 2.66, 25: 100 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.53 เพราะปริมาณแป้งมอลท์ที่เพิ่มสูงขึ้นจะมีผลต่อสีของน้ำนมข้าวโดยทำให้มีสีที่เข้มขึ้นตามปริมาณแป้งมอลท์ที่เพิ่มขึ้นโดยผู้ทดสอบจะยอมรับน้ำนมข้าวในสูตรที่ใช้แป้งมอลท์ในอัตราส่วนต่อน้ำที่ 45:100 โดยได้คะแนนเท่ากับ 4.86

4.2.2 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของน้ำนมข้าวพร้อมดื่มทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวพร้อมดื่มที่ใช้ แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 45 : 100 มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 4.33 ซึ่ง ไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % (P≤0.05) กับแป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 55:100 แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % (P> 0.05) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็นไปตามลำดับดังนี้ 35:100 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.93, 25:100 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.60 ซึ่งกลิ่นของ น้ำนมข้าวพร้อมดื่มที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของการบ่มแป้งมอลท์ต่อน้ำ ที่อุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

4.2.3 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของน้ำนมข้าวพร้อมดื่มทั้ง 4 ตัวอย่าง โดยการชิมและเปรียบเทียบกัน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวพร้อมดื่มที่ใช้แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 45 : 100 มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 4.6 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % (P≤0.05) กับแป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 55:100 แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างอื่นๆ อย่างมี นัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (P>0.05) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็นไปตามลำดับดังนี้35:100 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.26, 25:100 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.53 ซึ่งรสชาติของน้ำนมข้าวพร้อมดื่มที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมีรสชาติหวานซึ่งมีความหวานเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ผลการทดลอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของน้ำนมข้าวพร้อมดื่มทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวพร้อมดื่มที่ใช้แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 55:100 มากที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 4.33 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่95%(P≤0.05)กับแป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน45:100แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่95%(P>0.05) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็นไปตามลำดับดังนี้ 35:100 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ1.60, 25:100 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.53 ซึ่งเนื้อสัมผัสของน้ำนมข้าวพร้อมดื่มที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมีเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับน้ำนมปกติมากกว่าสูตรอื่นโดยได้คะแนนเท่ากับ 4.33

4.2.5 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของน้ำนมข้าวพร้อมดื่มทั้ง 4 ตัวอย่าง โดยการทดสอบชิมเปรียบเทียบกัน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวพร้อมดื่มที่ใช้แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 55:100 มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 4.73 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่9%(p≤0.05) กับแป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 45:100 แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % (p> 0.05) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็นไปตามลำดับดังนี้ 35:100 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.06, 25:100 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ1.46 ซึ่งน้ำนมข้าวพร้อมดื่มที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมีความชอบรวมของการแป้งมอลท์ต่อน้ำที่อัตราส่วน 55:100 อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมงเพราะว่ามีลักษณะทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับน้ำนมปกติมากกว่าสูตรอื่นโดยได้คะแนนเท่ากับ 4.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทยที่รู้จักดีในฐานะที่เป็นอาหารหลักประจำวันซึ่งในแต่ละปีคนไทยปลูกข้าวได้เป็นจำนวนมากทำให้สามารถส่งไปจำหน่ายต่างประเทศได้หากราคาที่จำหน่ายไม่สูงนักเมื่อเทียบกับต้นทุนการผลิตดังนั้นหากเรานำเอาข้าวมาแปรรูปเป็นน้ำนมข้าวพร้อมดื่มก็จะได้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เป็น และเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวได้

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาสมของเอนไซม์อะมิเลสที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลรีดิวซิง ระยะเวลาที่จากข้าวที่งอกแตกต่างกันคือ 3, 5, 7และ9วันตามลำดับพบว่าการงอกของข้าวในวันที่7 และ9 มีปริมาณของน้ำตาลรีดิวซิงและค่า Activity ของเอนไซม์สูงแต่ดูจากลักษณะภายนอกของข้าวที่เพาะเปรียบเทียบกันปรากฏว่าข้าวที่เพาะวันที่ 9 นั้นมีการเจริญของต้นอ่อนและรากมากและปริมาณแป้งมอลท์ในเมล็ดมีน้อยถ้านำมาบดจะได้ปริมาณของแป้งมอลท์น้อยเพราะฉะนั้นจึงได้นำเอาการงอกของวันที่ 7 มาทำผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวพร้อมดื่มเพราะมีแอคติวิตีของเอนไซม์รองจากวันที่ 9 และมีปริมาณแป้งมอลท์ในเมล็ดปริมาณที่มากกว่าในวันที่ 9

5.1.2ผลการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการยอมรับของผู้บริโภคใช้แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วนต่างกันคือ 25:100, 35:100, 45:100 และ 55:100 พบว่าแป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน 45:100 และ 55:100ได้รับการยอมรับมากที่สุดในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม แต่เมื่อพิจารณาดูลักษณะน้ำนมข้าวพร้อมอัตราส่วนแป้งมอลท์ 55:100 จะมีสีที่เข้มกว่า และใช้แป้งมอลท์มากทำให้สินเปลืองและทำให้ต้นทุนในการผลิตสูง จึงใช้แป้งมอลท์ต่อน้ำในอัตราส่วน45:100 ในการทำซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1ควรมีการการค้นคว้าด้านระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวพร้อมดื่มและบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ให้เหมาะสมเพราะอายุการเก็บก็เป็นสิ่งสำคัญของผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่ง

5.2.2ควรมีการวิเคราะห์ทางด้านเคมีของ แป้งมอลท์ และผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวพร้อมดื่ม

5.2.3การพัฒนาสูตรหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ๆจากน้ำนมข้าวพร้อมดื่ม เช่นนำไปทำเป็นวัตถุดิบในการทำ Drinking Yoghurt แทนน้ำนมวัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กล้าณรงค์ ศรีรอต . " แป้งดัดแปร " อุตสาหกรรมเกษตร . ปีที่ 7 เล่ม1 (พฤษภาคม -สิงหาคม 2539) .น.51-57.

กล้าณรงค์ ศรีรอต." แป้งดัดแปร " อุตสาหกรรมเกษตร. ปีที่7 เล่มที่ 2 (พฤษภาคม -สิงหาคม 2539). น.46-50 .

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร 2540 . วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร . พิมพ์ครั้งที่2 .กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.504 น.

ชนินันท์ วรรธนะหทัย . 2542 . การเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีและทางกายภาพจากแป้งที่ได้จากพันธ์ข้าวและการผลิตมอลโทเดกซ์ทริน . กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

ตติย สีหร่าย . 2538 . สมบัติทางเคมีของข้าวไทย *Oryza Sativa L.* ในสภาพที่ปลูกแตกต่างกันและความสัมพันธ์คุณภาพการสีและการหุง . กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

นฤดม บุญหลง . 2521. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ: การพิมพ์พระนคร. 245 น.

พิเชฐ วัชรศักดิ์ไพศาล. 2536 .การเตรียมมอลท์แห้งจากข้าวเปลือกสำหรับใช้ในการผลิตกลูโคสไซรัป.
กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วรัญญู ศรีเดช . 2537 .การผลิตมอลโทเดกซ์ทรินชนิดเหลวจากแป้งข้าวเจ้า. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

อรอนงค์ นัยวิกุล . 2534 . "ผลิตภัณฑ์จากข้าวและคุณค่าโภชนาการ" .วารสารอุตสาหกรรมการเกษตร . ปีที่ 2 ฉบับที่2.

Bernfeld, P, 1955 . Amylose ,α and β and in Methods in Enzyme (Colowick, PS . kaplan . ON , eds.) Vol. 1, pp . 149 New York : Acadimic Press Inc , Publisher .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อ .....

วันที่ .....

อาหาร น้ำนมข้าว

คำชี้แจง

1. ล้างบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าที่จัดไว้ก่อนทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง
2. อย่ากลืนน้ำเปล่า ตัวอย่างอาจกลืนได้หลังการประเมิน
3. ให้ทดสอบตัวอย่างซึ่งมีรหัสกำกับไว้เป็นลำดับ ทั้งหมด 4 ตัวอย่าง

โดยประเมินประเมินระดับความชอบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่าง กำหนดไว้เป็นคะแนนแบบ 5 แต้ม ดังนี้

ระดับความชอบ	คะแนน
ชอบมาก	5
ชอบ	4
เฉย ๆ	3
ชอบน้อย	2
ชอบน้อยที่สุด	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง ให้ระบุระดับความชอบที่ประเมินได้ ในคุณลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่าง เป็นตัวเลขที่กำหนดให้ ใส่ลงในช่องว่างข้างรหัสตัวอย่าง

รหัส	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
345					
912					
435					
199					

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หาเอนไซม์อะมิเลส

1. การสกัดเอนไซม์จากมอลท์ข้าวเปลือก

1.1 ชั่งน้ำหนักมอลท์ข้าวเปลือกที่มีอายุการงอก 7 วัน 2 กรัม บดให้ละเอียดในโกร่ง

1.2 ทำการเจือจางด้วย 0.05 M Tris HCL บัฟเฟอร์ pH 7.0 ในอัตราส่วนเท่ากับ 100, 200, 300, 400, 600 และ 800 เท่า แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง เก็บไว้วัดแอคติวิตี

2. วิธีเตรียมสับสเตรท

2.1 ละลาย Soluble starch 1 กรัม ใน 0.05 M Tris HCL บัฟเฟอร์ pH 7.0 ปริมาตร 15 มิลลิลิตร

2.2 เทบัฟเฟอร์ ต้มเดือดลงไป 70 มิลลิลิตรพร้อมคนตลอดเวลา

2.3 นำไปต้มให้เดือดอีก 2 นาที

2.4 ทำให้เย็นแล้วถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับให้ถึงขีดด้วยบัฟเฟอร์

3. กราฟมาตรฐานน้ำตาลมอลโตส

วิธีเตรียมกราฟมาตรฐาน

3.1 เตรียมสารละลายมอลโตสมาตรฐานเข้มข้น 5.0 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร โดยละลายมอลโตสโมโนไฮเดรต 0.1802 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100มิลลิลิตร

3.2 ปิเปตสารละลายมอลโตสที่ได้ 0, 0.2,0.4,0.6,0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง 6 หลอด

3.3 เติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรในแต่ละหลอดเท่ากับ 1 มิลลิลิตร

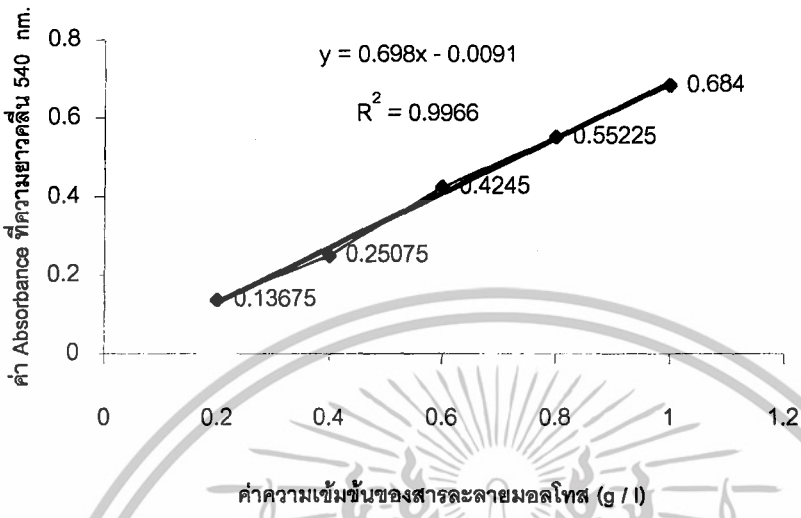
3.4 เติมสารละลาย DNS- reagent หลอดละ 1 มิลลิลิตร

3.5 ต้มหลอดทดลองในน้ำเดือด 5 นาที แล้วนำมาแช่ในน้ำให้เย็นทันที

3.6 เมื่อเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง เติมน้ำกลั่นหลอดละ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนำไปวัดค่าการดูดแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟมาตรฐานของน้ำตาลมอลโตส

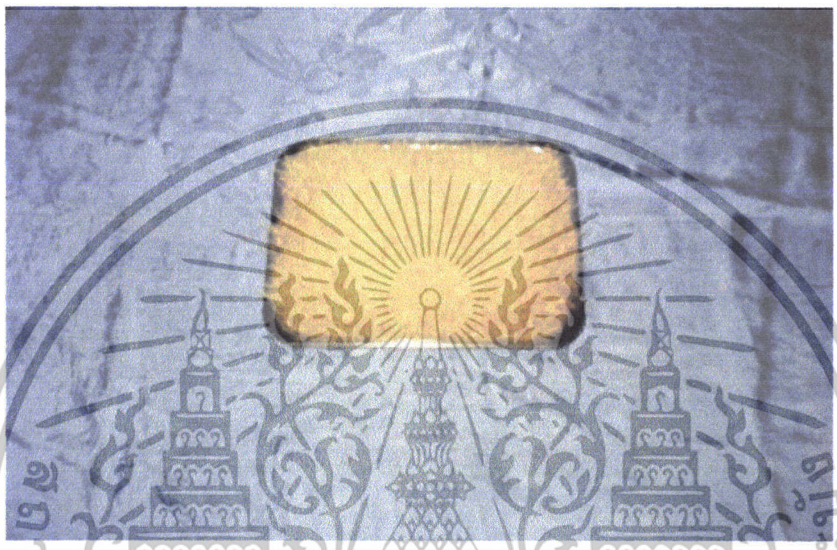


ภาพที่ 5 กราฟมาตรฐานน้ำตาลมอลโตส

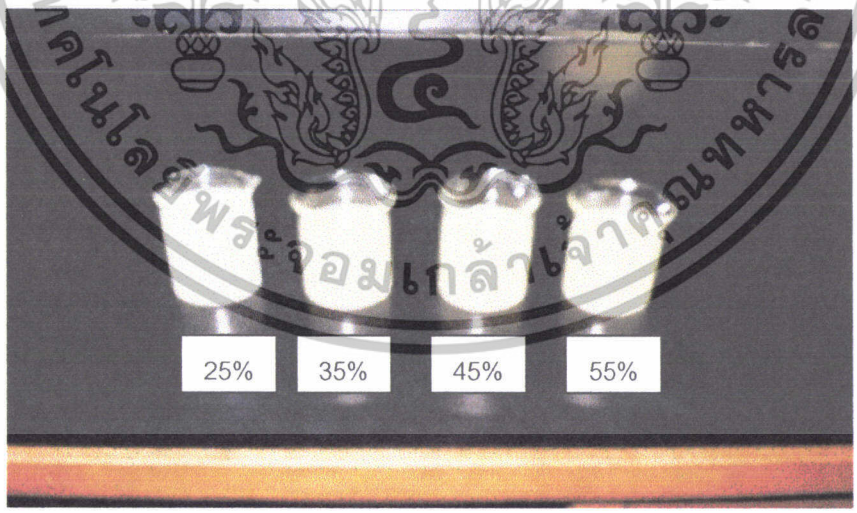
4. วิธีวัดแอคติวิตีของเอนไซม์อะมิเลส
   - 4.1 ปิเปตเอนไซม์ที่สกัดได้ (เจือจางให้มีความเข้มข้นเหมาะสม) 0.5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง
   - 4.2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 5 นาที
   - 4.3 ใส่สับสเตรทลงไป 0.5 มิลลิลิตร บ่มต่อไปอีก 30 นาที
   - 4.4 เติม DNS- reagent 1 มิลลิลิตรทันทีพร้อมเขย่าหลอดทดลอง
   - 4.5 แช่หลอดทดลองในน้ำเดือด 5 นาที แล้วแช่ในน้ำเย็นทันที
   - 4.6 เติมน้ำกลั้นหลอดละ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
   - 4.7 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยหลอดเปรียบเทียบใช้บัฟเฟอร์แทนเอนไซม์
   - 4.8 อ่านค่าปริมาณมอลโตส จากกราฟมาตรฐาน แล้วคำนวณแอคติวิตีเป็นหน่วยของเอนไซม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

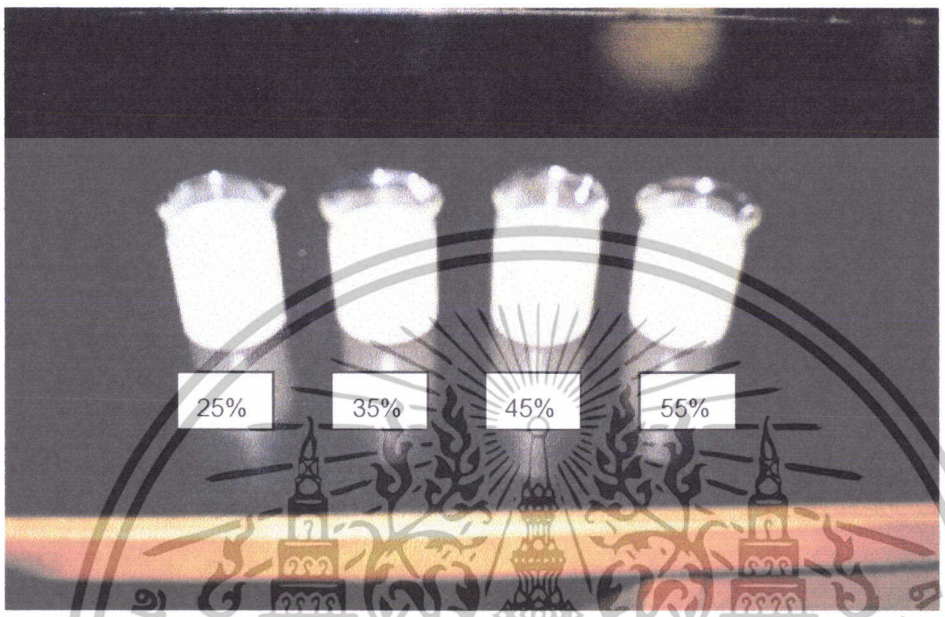


ภาพที่ 6 มอลท์ที่มีอายุการงอก 7 วัน



ภาพที่ 7 น้ำส่วนใสที่รินได้หลังจากการบ่มที่ 55 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมงโดยใช้แป้งมอลท์อัตราส่วนต่อน้ำ 25, 35, 45 และ55 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 น้ำนมข้าวพร้อมดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

จากการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมข้าวโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน จากนั้นนำผลที่ได้จากการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสแล้ว นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ในเรื่อง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ (RCBD) ซึ่งปรากฏผลดังนี้

การกำหนดสัญลักษณ์มีดังนี้

A = น้ำนมข้าวที่ใช้มอลท์ที่มีอายุการงอก 7 วัน 25 เปอร์เซ็นต์ เติมนมผง 10 เปอร์เซ็นต์

B = น้ำนมข้าวที่ใช้มอลท์ที่มีอายุการงอก 7 วัน 35 เปอร์เซ็นต์ เติมนมผง 10 เปอร์เซ็นต์

C = น้ำนมข้าวที่ใช้มอลท์ที่มีอายุการงอก 7 วัน 45 เปอร์เซ็นต์ เติมนมผง 10 เปอร์เซ็นต์

D = น้ำนมข้าวที่ใช้มอลท์ที่มีอายุการงอก 7 วัน 55 เปอร์เซ็นต์ เติมนมผง 10 เปอร์เซ็นต์

การกำหนดการให้คะแนนสำหรับผู้บริโภค

5 = ชอบมากที่สุด

4 = ชอบมาก

3 = ชอบปานกลาง

2 = ชอบน้อย

1 = ชอบน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบรวม

ลำดับผู้ทดสอบ	A	B	C	D	Total
1	1	2	3	4	10
2	1	3	3	4	11
3	1	2	3	4	10
4	2	2	5	4	13
5	1	2	5	5	13
6	2	3	5	5	15
7	1	2	5	5	13
8	2	2	4	5	13
9	1	3	4	5	13
10	2	2	5	5	14
11	1	3	3	5	12
12	2	2	5	5	14
13	2	1	5	5	13
14	2	1	5	5	13
15	1	1	5	5	12
Total	22	31	65	71	189
Sample mean	1.46	2.06	4.13	4.73	3.15

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของน้ำนมข้าวในด้านความชอบรวม มีดังนี้

ANOVA

SOV	DF	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	3	118.7166667	39.57222222	92.164	2.827
Judges	14	6.9	0.492857143	1.148	1.935
Error	42	18.03333333	0.429365079		
Total	59	143.65			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง การคำนวณค่า Analysis of variance (RCBD) ทดสอบการยอมรับโดยรวมของข้าวเกรียบจากเส้นใยสับปะรด ในวันแรก

1. การคำนวณหา CF (Corection factor)

= (Total)^2 / จำนวนคำตอบทั้งหมด

= $(189)^2$/ 60

= 595.35

2. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom)

2.1 df sample

= จำนวนตัวอย่าง - 1

= 4 - 1

= 3

2.2 df judges

= จำนวนผู้ทดสอบ - 1

= 15 - 1

= 14

2.3 df Error

= df total - df judges - df Sample

= 59 – 14 - 3

= 42

2.4 df Total

= จำนวนการตรวจ - 1

= 60 - 1

= 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคำนวณหา SS (Sum of square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

3.1 SS. Sample = $\frac{\text{(ผลรวมของค่า total ของแต่ละ sample)}^2}{\text{(จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ sample)}}$ - CF

$$= \frac{(22^2 + 31^2 + 65^2 + 71^2)}{15} - 595.35$$

$$= 118.7166667$$

3.2 SS. Judges = $\frac{\text{(ผลรวมของค่า total ของแต่ละ judges)}^2}{\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges}}$ - CF

$$= \frac{(10^2 + 11^2 + \ldots + 12^2)}{4} - 595.35$$

$$= 6.90$$

3.3 SS. Total = (ผลรวมของค่าการประเมินทุกค่า)^2 - CF

$$= (1^2 + 2^2 + \ldots + 5^2) - 595.35$$

$$= 143.65$$

3.4 SS. Error = SS. total - SS. Sample - SS. judges

$$= 143.65 - 118.7166667 - 6.90$$

$$= 18.03333333$$

4. การคำนวณหา MS (mean square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

4.1 MS. Sample = $\frac{\text{SS. Sample}}{\text{df Sample}}$

$$= \frac{118.7166667}{3}$$

$$= 39.57222222$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 MS. judges = SS. Judges

df judges

= 6.90

14

= 0.492857143

4.3 MS. eroor = SS. error

df error

= 18.03333333

42

= 0.429365079

5. คำนวณหาค่า F (Variance ratio) ของ Sample และ Judges โดยจำแนกได้ดังนี้

5.1 F, Sample = MS. Sample

MS. Error

= 39.57222222

0.429365079

= 92.164

5.2 F, judges = MS. judges

MS. error

= 0.492857143

0.429365079

= 1.148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าของตาราง ANOVA Analysis เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความ แปรปรวน (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (P<0.05) ในกรณีที่ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (P<0.05) ซึ่งถ้าตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะต้อง มีการเปรียบเทียบความแตกต่างกันของตัวอย่างโดยใช้วิธี Tukey 's Test แต่ในกรณีที่ตัวอย่างไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติไม่มีความจำเป็นที่จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ตัวอย่าง เนื่องจากตัวอย่างมีลักษณะไม่แตกต่างกัน และ วิธีการเปรียบเทียบในกรณีที่ตัวอย่างมี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้วิธี Tukey ' s Test สามารถหาได้ดังนี้

1. เรียงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

D	C	B	A
4.733	4.333	2.066	1.466

2. คำนวณหาค่า Standard Error (SE) โดยมีสูตรการคำนวณคือ

$$SE = \sqrt{\frac{MSerror}{\text{จำนวนผู้ทดสอบ}}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.429365079}{15}}$$

$$= 0.1692$$

3. ได้ค่า SE แล้วเปิดตารางหาค่า Significant Studentized range at 5% โดยดูจากจำนวนค่า df Sample เท่ากับ 3 กับ df error เท่ากับ 42 ได้ค่าคือ 3.79

4. คำนวณค่า LSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด

$$LSD = SE \times \text{Significant Studentized range}$$

$$= 0.1692 \times 3.79$$

$$= 0.641$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างกับ LSD

D-C = 4.733 - 4.333 = 0.400 < 0.641

D-B = 4.733 - 2.066 = 2.667 > 0.641

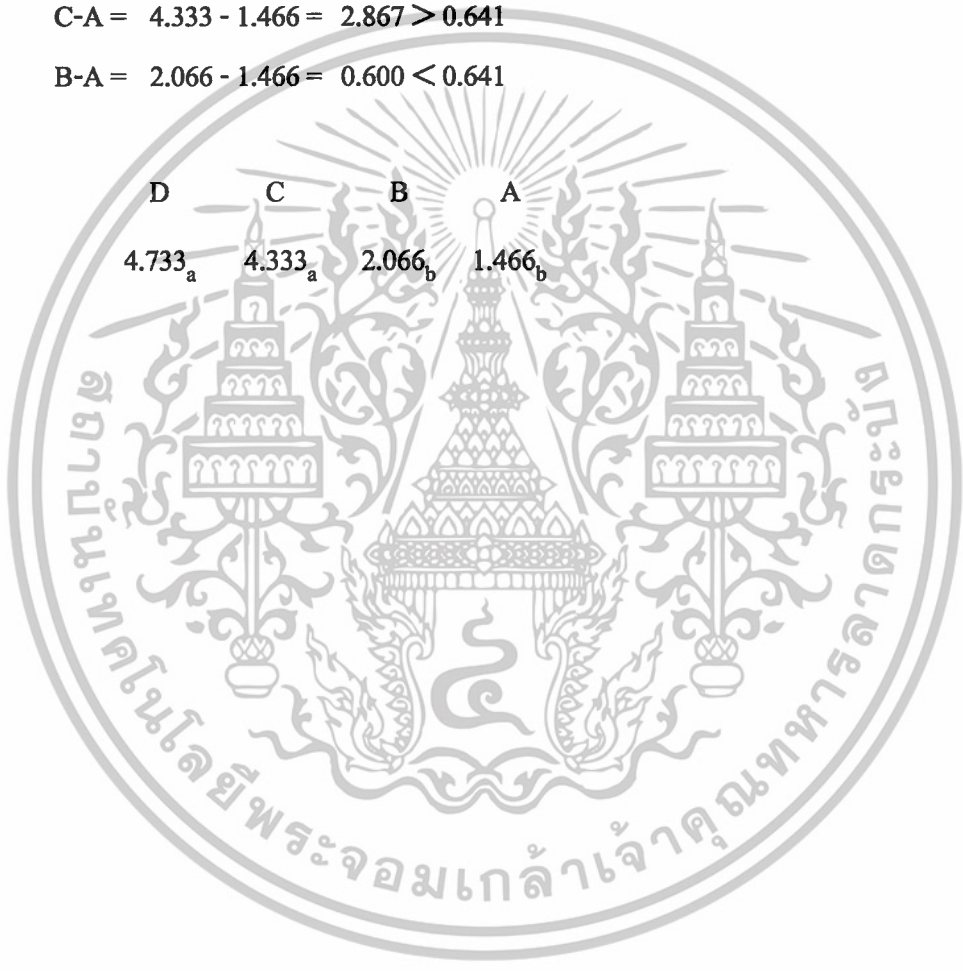
D-A = 4.733 - 1.466 = 3.267 > 0.641

C-B = 4.333 - 2.066 = 2.267 > 0.641

C-A = 4.333 - 1.466 = 2.867 > 0.641

B-A = 2.066 - 1.466 = 0.600 < 0.641

D	C	B	A
4.733_a	4.333_a	2.066_b	1.466_b



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้