

รายงานวิจัยเรื่อง
ชาข้าวงอก
(Germinated Rice Tea)

ศศิธร แทนทอง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

2551

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา ประจำปี 2551

หัวข้องานวิจัย ชาข้าววอก
ผู้ทำวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิธร แทนทอง
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ปี 2551

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้หาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตชาข้าววอกที่มีเอนไซม์อะไมเลส โดยใช้ข้าวเปลือกเพาะในหังอกเปรียบเทียบกับข้าวกล้องเพาะงอก จากนั้นผลิตเป็นชา แล้ววิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์อะไมเลส จากนั้นศึกษาการเก็บรักษาชาข้าววอกที่ระยะเวลาต่างๆ จากการศึกษาพบว่าชาที่ผลิตขึ้นจากข้าววอก มีเอนไซม์อะไมเลสอยู่ในช่วง 65.0-106.6 ยูนิตต่อกรัม มีความจำเพาะเอนไซม์ 1.38-2.50 ยูนิตต่อมิลลิกรัมโปรตีน มีสารแอนโทไซยานิน 58.6 มิลลิกรัมต่อ100กรัม มีสารต้านอนุมูลอิสระโดยคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์แอกติวิตีของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) เท่ากับ 97.91 สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3-4 เดือน ผลการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคเมื่อตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับคุณลักษณะ บรรจุภัณฑ์ (ซองลามิเนต) การบรรจุของชา รส และสีของน้ำชาพบว่ามีระดับความชอบมาก กลิ่นของชาพบว่ามีระดับความชอบมากที่สุด มีความชอบโดยรวมพบว่าชอบมาก มีข้อเสนอแนะดังนี้ กลิ่นหอมνάคิม ดื่มแล้วง่วงนอน ดื่มแล้วรู้สึกผ่อนคลาย ดื่มนอนหลับสบายดี สบายท้อง หายท้องอืด ควรดื่มหลังอาหารและก่อนนอน เพื่อช่วยในการย่อยอาหารและอาการท้องอืด

คำสำคัญ: ชาข้าววอก, เอนไซม์, อะไมเลส

Research Title Germinated Rice Tea
Name Assist. Prof. Dr. Sasithorn Thantong
Faculty Science and Technology
Institute Rajabhat Phetchabun University
Year 2008

Abstract

The researcher found out an optimal condition to make germinated rice tea by germinating grains and comparing with germinated brown rice. After it was to be tea and analysis for amylase. Then it was studied the period of time for keeping. It was found that the tea made of germinated rice tea have amylase of 65.0 - 106.6 unit/g. , Specific activity of 1.38 - 2.5 unit/mg of protein, anthocyanin of 58.6 mg/ 100 g and antioxidant activity of 97.91%. Able to keep them at room temperature for 3 - 4 months. The testing result of consumers inquiries about the character of packing (Laminate bag) , packing tea, taste and color of tea , were high favorite. Smell of tea were highest favorite. There were some suggestions are following good smell , lovely taste , sleepy after drink , feel relax after drink , sleep well after drinking, good for stomach , no stomachache , should drink it after meals and before go to bed , good for stomach system and dyspepsia.

Keywords: Germinated Rice Tea, enzyme, amylase

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 กรอบแนวความคิดของการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ข้าว	3
2.2 เอนไซม์	8
2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเอนไซม์อะมิเลส	12
2.4 เอนไซม์บับัค	15
2.5 ชา	17
2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
3.1 สารเคมี	21
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	22
3.3 วัตถุดิบ	22
3.4 วิธีการทดลอง	23
3.4.1 การเพาะต้นกล้าข้าว	23
3.4.2 การสกัดเอนไซม์อะมิเลสจากมอลท์ข้าว	24
3.4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์อะมิเลสในมอลท์ข้าวโดยวิธี DNS	24

3.4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในมอลต์ข้าวโดยวิธี Lowry	26
	หน้า
3.4.5. ศึกษาการเก็บรักษาต่อปริมาณเอนไซม์อะไมเลส	28
3.4.6 หาสารแอนโทไซยานิน	29
3.4.7 ความสามารถในการเอนต็อกซิแคนซ์	29
บทที่ 4 ผลการทดลอง	31
4.1 ผลการเพาะต้นกล้าข้าว	31
4.2 ผลการการผลิทมอลต์ธัญพืช	31
4.3 ผลการสกัดเอนไซม์อะไมเลสจากข้าวงอก	31
4.4 ผลการหาปริมาณเอนไซม์อะไมเลสในข้าวงอก	32
4.5 ผลการหาปริมาณโปรตีนในผงมอลต์	33
4.6 ผลการหาความจำเพาะของเอนไซม์อะไมเลสในผงมอลต์ที่จากต้นข้าวงอก	35
4.7 ผลหาสารแอนโทไซยานิน	35
4.8 ผลความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ	35
4.9 ผลการผลิทมอลต์จากข้าวงอก	36
4.0 ผลการยอมรับรสชาติจากข้าวงอกจากผู้บริโภค	36
บทที่ 5 อภิปรายผล และสรุป	37
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	40

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบเคมีในเมล็ดข้าว	4
2.2 แหล่งของแอลฟาอะไมเลสในธรรมชาติ	13
2.3 ปริมาณเอนไซม์ในธัญพืชงอก	19
3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	21
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	22
3.3 วัสดุดิบ	22
3.4 ปริมาตรและสารต่างๆ ที่ใช้สำหรับหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี DNS	26
3.5 ปริมาตรและสารต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับหาปริมาณโปรตีนโดยวิธี Lowry	27
4.1 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์แอกติวิตีของสารอนุมูลอิสระ	36

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว	6
2.2 ปริมาณเอนไซม์กับการงอกของเมล็ดข้าวบาร์เลย์	7
2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเริ่มต้นกับความเข้มข้นของสับสเตรท	10
3.1 ไดอะแกรมแสดงวิธีการผลิตมอลต์ข้าวแล้วทำชาข้าวออก	23
4.1 กราฟมาตรฐานของการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี DNS	32
4.2 ปริมาณเอนไซม์อะมิเลสที่เวลาต่างๆ ในผงมอลต์ข้าวออก 6 วัน ผ่านการอบให้แห้งเก็บรักษาไว้	33
4.3 กราฟมาตรฐานของการหาปริมาณโปรตีนโดยวิธี Lowry	34
4.4 ปริมาณโปรตีนในผงมอลต์ข้าวออกที่อบและบดละเอียดแล้วเก็บรักษาไว้ที่เวลาต่างๆ	34
4.5 แสดงความจำเพาะของเอนไซม์อะมิเลสจากผงมอลต์ข้าวออกที่เก็บรักษาไว้เวลาต่างๆ	35
4.6 แสดงข้าวที่ใช้ทำชาข้าวออก	36

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย ข้าวเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตคนไทย คนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักมาตลอดตั้งแต่สมัยโบราณ จากหลักฐานมีการค้นพบฟอสซิลข้าวในเขตประเทศไทย ไทยถือว่าเป็นผู้ส่งออกข้าวเป็นอันดับหนึ่งของโลกติดต่อกันมานานมากกว่า 20 ปี จากการศึกษาทางเคมีของเมล็ดข้าว ประกอบด้วยสารอาหาร คือ คาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบหลัก มีโปรตีน วิตามินบี และอื่นๆ รวมทั้งไขมันที่พบได้ในรำข้าว สามารถนำมาสกัดเป็นน้ำมันรำข้าวได้ ปัจจุบันมีการวิจัยพบ GABA-rice ซึ่งเป็นข้าวกล้องพร้อมจมูกข้าว (Germinated Browrice หรือ จีบีอาร์) แชน้ำข้ามคืน จมูกข้าวงอกทำให้เกิดการกระตุ้นให้มีการผลิตสาร GABA ซึ่งเป็นกรดอะมิโน ทำให้สมองเกิดการผ่อนคลายนอนหลับสบาย และยังทำให้กล้ามเนื้อเกิดความกระชับและป้องกันไขมัน (innovation,2550) ดังนั้นจึงมีผู้สนใจผลิตข้าวกล้องงอกและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อย่างมากมาย เพื่อเป็นอาหารสุขภาพ (สรุปรงานวิจัย ,2550) มีการศึกษาการผลิตข้าวกล้องงอกและรักษาคุณภาพข้าวกล้องงอก และการแปรรูป (สรดา วัฒนา , 2550) ในงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับข้าวกล้องงอก แต่ขาดการศึกษาปริมาณเอนไซม์อะไมเลสในข้าวกล้องงอก เนื่องจากเอนไซม์ชนิดนี้เป็นเอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำลายใช้ในการย่อยคาร์โบไฮเดรตให้เปลี่ยนเป็นน้ำตาล ในผู้สูงอายุ และผู้ป่วยเอนไซม์ชนิดนี้ในกระเพาะอาหารจะลดลงทำให้ย่อยแป้งได้ลดลง ถ้าขาดเอนไซม์ทำให้ร่างกายเกิดโรค เช่น โรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร จะมีอาการท้องอืดเฟ้อ อาหารไม่ย่อย แน่นท้อง ท้องผูก ปัจจุบันมีการใช้เอนไซม์ช่วยย่อยในการบำบัดอาการดังกล่าวมา ซึ่งหมอตตามโรงพยาบาลและคลินิกจ่ายให้กับผู้ป่วย แนวคิดของกลุ่มเอนไซม์บำบัดคือ หากเรากินอาหารที่มีเอนไซม์อยู่แล้ว เอนไซม์จะช่วยย่อยอาหารที่เรากิน ช่วยผ่อนภาระของการย่อย อาการอาหารไม่ย่อยจะลดลง เอนไซม์ยังช่วยรักษาโรคบางชนิดได้ (นิลวรรณ เพชรบุรณิน,2548) ในมหาวิทยาลัยนอร์ทเวสต์เทียร์ มีงานวิจัยเกี่ยวกับเอนไซม์อะไมเลสในลำข้าวบาร์เลย์สดว่า สามารถย่อยแป้งในกระเพาะอาหาร และลำไส้เล็กได้ หากเรากินอาหารที่มีเอนไซม์อะไมเลสอยู่ในตัวมันเองแล้วเอนไซม์จากอาหารสดจะช่วยย่อย อาหารนั้นๆ บ้าง นับว่าเป็นการแบ่งเบาภาระการทำงานของตับอ่อนไปได้มาก (ลลิตา ชีระศิริ , 2550) ได้มีงานวิจัยศึกษาปริมาณเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดธัญพืชงอก คือ ในข้าวบาร์เลย์ ข้าวเจ้า ข้าวโพด พบว่าข้าวเจ้าเป็นธัญพืชหนึ่งที่สามารถงอกและมีเอนไซม์อะไมเลสมีการนำไปใช้ผลิตเด็กซ์ตริน (อัททะวาทคาน ปาพาน , 2540)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจข้าวกล้องงอก เนื่องจากมีการวิจัยว่ามีสาระสำคัญต่อสุขภาพสูงแล้ว ผู้วิจัยสนใจที่จะนำข้าวกล้องงอกมาหาสภาวะที่เหมาะสมในการงอกแล้วผลิตเป็นชาเอนไซม์ หรือเม็ด

เอนไซม์อะไมเลส ช่วยในการย่อย เพื่อนำไปใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพในกลุ่ม ผู้ต้องการใช้เอนไซม์ บำบัด (BRIA, ม.ป.)

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาสภาวะเหมาะสมในการผลิตเอนไซม์อะไมเลสจากข้าวงอก เพื่อผลิตเป็นชาข้าวงอก
2. ศึกษาการเก็บรักษาชาข้าวงอกต่อปริมาณเอนไซม์อะไมเลส

1.3. ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาข้าวเปลือกงอกเทียบข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมมะลิ
2. ศึกษาการเก็บรักษาในอุณหภูมิ ภาชนะที่บรรจุต่อปริมาณเอนไซม์อะไมเลสในชาข้าวงอก

1.4. กรอบแนวความคิดของการวิจัย

ข้าวเจ้าเป็นธัญพืชหนึ่งที่สามารถงอกและมีเอนไซม์อะไมเลสนำไปทำชาข้าวงอก เอนไซม์อะไมเลสในชาข้าวงอกสามารถถูกเตรียมและเก็บรักษาไว้ใช้ได้

1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลงานใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาเคมี และได้ผลงาน ไปเผยแพร่ในวารสาร
2. ประชาชน และผู้สนใจสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการผลิตอาหารเสริมสุขภาพในกลุ่มเอนไซม์บำบัด
3. ลดการนำเข้าเอนไซม์อะไมเลสที่มีราคาแพง
4. เป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวให้สูงขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว

ข้าวเป็นธัญพืช ธัญชาติ หมายถึง พืชวงศ์หญ้า (Gramineae) แต่ข้าวจัดอยู่ในวงศ์ Poaceae ข้าวเป็นธัญญาหารชนิดหนึ่ง ธัญพืชในขณะที่เจริญเติบโต เมล็ดจะมีการสะสมสารประกอบทางเคมีภายในเมล็ด ซึ่งมีความสำคัญต่อมนุษย์ทั่วโลก ธัญพืชมีหลายพันธุ์ ปลูกง่าย เมล็ดเก็บรักษาได้นาน มนุษย์จึงใช้ธัญพืชชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นอาหารหลักตามลักษณะสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่ ธัญพืชชนิดนั้นเจริญเติบโตได้ดี

ธัญพืชจะมีคุณค่าทางอาหารที่จำเป็นคือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ฟอสฟอรัส เหล็ก ไทอะมิน ไรโบฟลาวิน และไนอะซิน ธัญพืชจึงเป็นอาหารที่มีความสำคัญในด้านคุณค่าทางอาหารแก่มนุษย์มาก ประโยชน์ของธัญพืชมีดังต่อไปนี้

- 1.เป็นแหล่งพลังงานที่ได้จากคาร์โบไฮเดรต มีอยู่ในแป้ง เซลลูโลส เดกซ์ทริน และน้ำตาล กัม เพกติน และอื่นๆ
- 2.มีโปรตีนที่มีคุณภาพดีสูงกว่าเนื้อสัตว์ เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นน้อยกว่าเนื้อสัตว์ เช่น มี ไลซีน ทรีโอนีน เมไทโอนีน และทริปโทเฟน ถ้าหากรับประทานธัญพืชร่วมกับเนื้อสัตว์เพียงเล็กน้อยทำให้ได้รับสารอาหารโปรตีนเพียงพอต่อความต้องการของร่างกายได้
- 3.มีไขมันของธัญพืชมีอยู่ทั่วไปในเมล็ด จะมีมากในคัพพะ และเปลือกซึ่งมักจะถูกขัดสีหรือแยกออกไป ไขมันจะมีส่วนทำให้เกิดการหมิ่นเหม่ในแป้งหรือเมล็ดที่ขัดสีแล้วเร็วขึ้น ไขมันที่แยกออกไปนำไปผลิตเป็นน้ำมันรำข้าว น้ำมันข้าวโพด ใช้ประกอบอาหารต่อไป
- 4.แร่ธาตุในธัญพืชมีมากในเปลือกและคัพพะมากกว่าในเนื้อของเมล็ด แต่ธาตุเกือบ 95 % คือ โพแทสเซียมฟอสเฟต และโพแทสเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมฟอสเฟส แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมฟอสเฟต และแคลเซียมซัลเฟต นอกจากนั้นฟอสฟอรัสในรูปกรดไฟติก
- 5.วิตามิน วิตามินที่พบส่วนใหญ่วิตามินบี มีวิตามินอี ในคัพพะ พบวิตามินเอ ดี และวิตามินซี น้อยมาก

2.1.1 การเกิดขององค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดธัญพืช

หลังจากดอกข้าวถูกได้รับการผสม จะเกิดเนื้อเมล็ดขึ้น มีการสร้างแป้ง โปรตีน คัพพะ ต่อมาขยายขนาดของเมล็ดแป้ง มีน้ำตาล และไขมัน จนสุดท้ายแป้งจะประกอบด้วยอะมิโลส และอะมิโลเพกตินในปริมาณต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับชนิดของธัญพืช มีการเกิดพอลิแซ็กคาไรด์ พวกลูคูลอส และซีมิเซลลูโลส

การสะสมโปรตีนในเมล็ด ในแต่ละสภาพแวดล้อมของพืช เช่น ดิน ฟ้า อากาศ พันธุ์ และการใส่ปุ๋ยทำให้ การสะสมโปรตีนไม่เหมือนกัน

การสะสมไขมันในเมล็ดไขมันที่สะสม ส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอเลอิก ทำให้ไขมันในธัญพืชเป็นไขมันที่มีคุณภาพดีกว่าไขมันจากสัตว์ ไขมันมีมากที่สุดในคัพพะ ไขมันจะเป็นพวกไตรกลีเซอไรด์มากที่สุด

การสะสมแร่ธาตุ เมื่อเมล็ดยังอ่อนอยู่ต้องการ Fe Zn Mg เป็นสารเร่งปฏิกิริยาในการสังเคราะห์สารอาหาร แต่เมื่อเมล็ดแก่จะสะสมไว้ในคัพพะ จะมีฮอร์โมน จิบเบอเรลลิน (gibberellins) ออกซิน (auxin) และกรดแอบซิชิก (abscisic acid) มีผลในการสร้างเมล็ดทำให้เมล็ดเจริญเติบโต เมื่อเมล็ดแก่ฮอร์โมนจะลดลงและหมดไปในที่สุด องค์ประกอบเคมีในเมล็ดข้าว (กรัม / 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) แสดงดังตารางที่ 2.1 (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2538)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบเคมีในเมล็ดข้าว (กรัม / 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

ชนิดของข้าว	โปรตีน	ไขมัน	เส้นใย	แร่ธาตุ	คาร์โบไฮเดรต
ข้าวเปลือก	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2
ข้าวกล้อง	11.0	2.7	1.2	1.8	83.2
ข้าวสาร	9.8	0.5	0.3	0.6	88.9

เมื่อแป้งเมื่อโดนความร้อนจะพองตัวดูดน้ำได้มากทำให้เกิดความหนืดข้น เรียก เจลาตินเซชัน ข้าวที่มีอะมิโลสสูง จะร่วนแข็งเวลาสุก ข้าวที่มีอะมิโลเพกตินมากจะเหนียว อะมิโลสทำให้เกิดพันธุ์ข้าวเหนียว (Waxy)

2.1.2 ความสามารถการงอกของเมล็ด

เมื่อเมล็ดธัญพืชแก่แล้วจะมีการเก็บเกี่ยว และรักษาไว้จนกว่าจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป การเก็บเกี่ยวที่ดี และถูกต้องมีความจำเป็นต่อคุณภาพเมล็ด ทำให้เมล็ดมีความสามารถในการงอกได้ การงอกมีความสัมพันธ์กับความชื้นในเมล็ด อุณหภูมิในการเก็บรักษา ปริมาณออกซิเจน

ขณะเก็บถ้ามีความชื้นมาก และมีก๊าซออกซิเจนสูง ประกอบกับอุณหภูมิสูงจะมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดลดลง ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดไม่ว่ามากหรือน้อย ความชื้นในขณะเก็บถ้ามีมากทำให้เกิดสารพิษจากจุลินทรีย์พวก *Aspergillus* , *Fusarium* , *Penicillium* และ *Claviceps* ทำให้เกิดอะฟลาทอกซิน ซึ่งก่อให้เกิดมะเร็งตับได้ สารพิษนี้ทนความ

ร้อน มีการใช้ด่างช่วยทำลายพิษ บางครั้งมีการใช้เบนโซเอต โซรเบต และโพรฟิออนต ช่วยควบคุมไม่ให้เกิดอะฟลาทอกซิน

2.1.3 การเสื่อมสภาพของเมล็ด

เมล็ดธัญพืชหลังเก็บเกี่ยวจะเสื่อมไปอย่างช้า ๆ ตามธรรมชาติจนในที่สุดหมดความงอก ใช้เวลาเป็นเดือน หรือหลายปีก็ได้ เมื่อเมล็ดเสื่อมความงอกองค์ประกอบภายในเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลง โปรตีนเกิดเปลี่ยนเป็นแป้งมากขึ้น ไกมันถูกย่อยให้เป็นกรดไขมัน โดยจุลินทรีย์ ดังนั้นหากเก็บเมล็ดไว้นานจะเกิดการงอกยาก ขบวนการงอกของเมล็ดธัญพืชดังต่อไปนี้

การงอกจะเกิดขึ้นเมื่อ มีการดูดซึมน้ำเข้าสู่เมล็ด ที่อุณหภูมิเหมาะสม มีออกซิเจนเพียงพอในการหายใจให้พลังงาน มีแสงแดด แร่ธาตุจากดิน การงอกแบ่งเป็น 2 ระยะดังนี้

ระยะแรกเกิดขบวนการเมแทบอลิซึมในคัพภะ

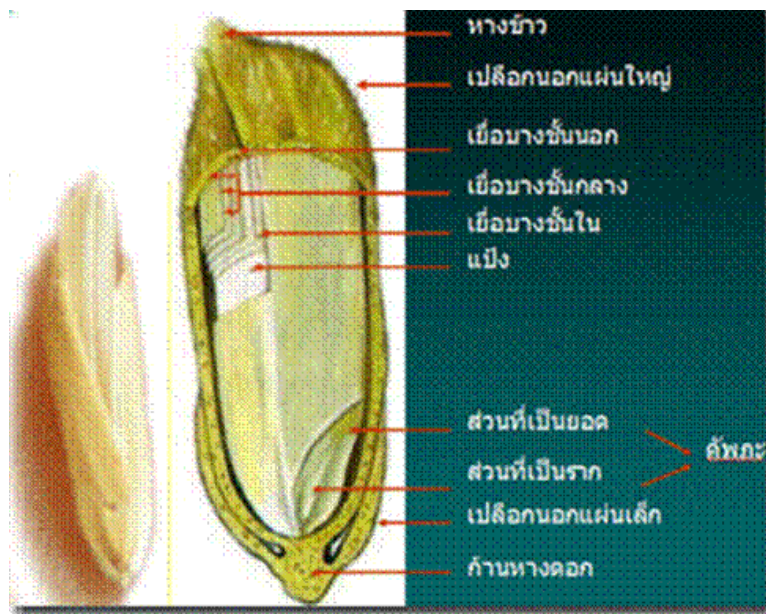
ระยะการแบ่งตัวกลายเป็นต้นอ่อน มีน้ำและเอนไซม์เป็นตัวทำให้เกิดการถ่ายสารอาหารไปยังต้นอ่อน

2.1.4 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

โครงสร้างของเมล็ดข้าวมีส่วนประกอบดังนี้

1. มีเปลือกหุ้มแข็ง
2. เมล็ด (seed) ประกอบด้วย
 - เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat)
 - ชั้นเยื่อโปรงใส (hyaline layer)
 - ชั้นแอลิวโรน (aleurone layer)
 - เนื้อเมล็ด (endosperm)
 - กัพภะ (germ หรือ embryo) ต้นอ่อน

เมล็ดข้าวดังแสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

ที่มา : กฤษฎณา สุคตสาร, 2551

2.1.5 ข้าวผ่านขบวนการแช่ นึ่ง ตากแห้ง สีข้าวเปลือก

เนื่องจากมีน้ำซึมเข้าสู่เมล็ดทำให้เอนไซม์ภายในทำการเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสให้กลายเป็นน้ำตาลรีดิซ มีสารประกอบฟีนอลิก และกรดอะมิโนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย การแช่ข้าวอาจมีเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เกิดกลิ่นหมัก แก้ไขโดยการแช่ในน้ำร้อนแทนน้ำเย็น (64°C นาน 4 – 8 ชม.) นำมาตากให้มีความชื้น 14 % การแช่น้ำไปสีข้าวเปลือกทำให้วิตามินที่ละลายได้ซึมเข้าสู่เมล็ดโดยเฉพาะวิตามินบีชนิดไทอะมีน และกรดนิโคตินิก แร่ธาตุจะซึมเข้าสู่เมล็ด โดยเฉพาะที่ผิวมากขึ้นเช่นกัน การเอาเปลือกออกก่อนแช่ จะทำให้สูญเสียวิตามินและแร่ธาตุลงในน้ำบางส่วน เมื่อข้าวได้รับความร้อน และความดันไอสู่ 5 นาที เอนไซม์ลิเพส และเพอร์ออกซิเดสจะถูกทำลาย ข้าวที่เก็บในที่อากาศถ่ายเทได้ดี และไม่มีแสงสว่างทำให้ข้าวเก็บรักษานานไม่เสียง่าย

การทำให้แห้งโดยตากแดดหรือผ่านลมร้อนให้เหลือความชื้น 14 % จึงปลอดภัยแก่การเก็บและเหมาะสมในการขัดสี เมล็ดข้าวที่ผ่านขบวนการจะได้ข้าวเต็มเมล็ดมากเกือบ 100 % แต่จะใช้พลังงานในการขัดสีมากขึ้น

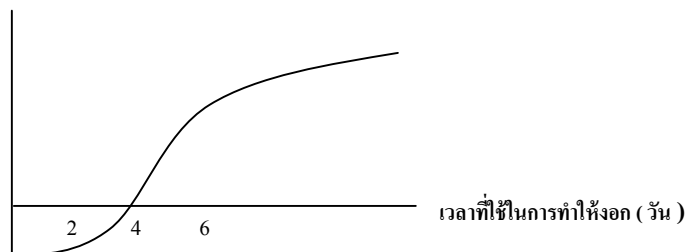
2.1.6 การทำมอลต์ของข้าวบาร์เลย์

การทำมอลต์ของข้าวบาร์เลย์มีขั้นตอนในการทำดังต่อไปนี้

2.1.6.1 การงอก การทำมอลต์ ขบวนการที่ทำให้ข้าวบาร์เลย์เปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพในเมล็ด คือ การแช่ (steeping) เมล็ดข้าวบาร์เลย์เพื่อให้เกิดการงอก (germination) หลังจากเมล็ดงอก

แล้วทำให้แห้ง (killning) พร้อมทั้งแยกรากทิ้งออกออกจากเมล็ด การแช่เมล็ด นำเมล็ดมาแช่น้ำจนท่วม อุณหภูมิ 10-12 °C มีอากาศถ่ายเทให้ได้รับออกซิเจนตลอดเวลาในการแช่ประมาณ 40- 60 ชม. เมล็ดจะไม่งอกทันทีที่จะมีการพักตัวระยะหนึ่ง การงอก ในขณะที่น้ำ ออกซิเจน เข้าสู่เมล็ดคัพภะ จะสร้างฮอร์โมนธรรมชาติจิบเบอเรลิน (gibberellins) เพื่อกระตุ้นการเกิดเอนไซม์หลายชนิด คัพภะ จะเกิดเมแทบอลิซึมจากน้ำตาลซูโครส ไขมัน โปรตีน คัพภะจะเริ่มงอกเป็นต้นอ่อน ส่วนเมล็ดแป้งจะมีขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ จะถูกย่อยไปบ้างแต่จะถูกเอนไซม์ย่อยไปเพียง 5 – 10 % เท่านั้น ไขมันในเมล็ดประกอบด้วยกรดลิโนเลอิก (52 %)โอเลอิก (28 %) และพาล์มิติก (11 %) การย่อยของไขมันโดยเอนไซม์ลิเพส เมื่อทำให้เมล็ดงอก 6 - 8 วัน เอนไซม์แอลฟาอะไมเลส จะเปลี่ยนแปลงดังภาพ 2.2

เอนไซม์ α – อะไมเลส



ภาพที่ 2.2 ปริมาณเอนไซม์กับการงอกของเมล็ดข้าวบาร์เลย์

ที่มา : คัดแปลงจากอรอนงค์ นัยวิกุล : 2532 หน้า 113

2.1.6.2 การทำให้แห้ง เมื่อเมล็ดงอกดีแล้ว ต้องหยุดปฏิกริยาไม่ให้เกิดมากเกินไปจนกลายเป็นต้นอ่อน พร้อมกันนี้ทำให้เมล็ดแห้งโดยต้องทำให้เมล็ดงอกซึ่งมีความชื้นไม่น้อยกว่า 40 % เมื่อทำให้แห้งมีความชื้นลดลงเหลือเพียง 3.5 – 4 % เพื่อพัฒนา สี กลิ่น รส และการเก็บรักษาให้ดียิ่งขึ้น การทำให้แห้งโดยให้ความร้อนเป็น 2 ขั้นตอนเรียกว่า การอบที่อุณหภูมิ 50 – 70 °C หรืออรม (curing) เพื่อปรับปรุงข้าวงอกให้แห้ง มีสีและกลิ่นรสเหมาะสมที่จะนำไปทำวัตถุดิบในการทำเบียร์

ในการอบที่อุณหภูมิ 50 – 70 °C เมล็ดข้าวงอกยังคงมีเอนไซม์ภายในเนื้อเมล็ดอยู่ ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล ถ้าความชื้นในเมล็ดลดลง 5 – 8 % ผิวของเมล็ดแห้ง เนื้อในเมล็ดแห้ง เอนไซม์ต่าง ๆ จะหยุดการทำงาน ถ้าหากอบที่อุณหภูมิ 80 °C จะทำให้แอลฟาอะไมเลสลดลง 30 % ถ้าอบที่อุณหภูมิสูง 95 – 105 °C แอลฟาอะไมเลสลดลง 50 – 60 % บีตา – อะไมเลสลดลง 70 % ขั้นตอนการทำข้าวให้งอกในข้าวบาร์เลย์จะทำให้ แอลฟา – อะไมเลส เพิ่มขึ้น 30 -60 (20 ° ยูนิต)

2.1.7. การใช้ข้าวบาร์เลย์งอกในเบียร์

ขบวนการทำเบียร์ เริ่มจากการบดข้าวงอก นำมาต้มสกัดกับน้ำเพื่อสกัดสารออกจากข้าวงอก ในขณะที่ต้มสกัดเอนไซม์จะย่อยแป้งทำให้ได้น้ำตาล ประสิทธิภาพในการย่อยของเอนไซม์ขึ้นกับอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิ 50 - 60 °C pH 5.4 และความเข้มข้นของเอนไซม์สูงพอเพียงประสิทธิภาพจะดี

2.2 เอนไซม์

ความรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์

2.2.1 คำจำกัดความ ที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (สุพิศ จินดาวณิก, 2524)

1. สับสเตรท (Substrate, S) คือสารซึ่งทำปฏิกิริยาโดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง
2. ผลหรือผลของปฏิกิริยา (Product, P) คือสารที่ได้จากปฏิกิริยาโดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง
3. โคเอนไซม์ (Co-enzyme) คือ สารที่มีหน้าที่ช่วยการทำงานของเอนไซม์ เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่ใช่โปรตีน เช่น nicotinamide adenine dinucleotide, NAD โคเอนไซม์บางชนิดอยู่เป็นอิสระ บางชนิดเกาะกับเอนไซม์ในขณะที่เกิดปฏิกิริยา เนื่องจากโคเอนไซม์มีโมเลกุลเล็กจึงสามารถลอดผ่านเยื่อได้โดยวิธีไดอะลิซิส

4. ตัวยับยั้ง (Inhibitor) คือสารที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ โดยทำให้เอนไซม์ทำงานช้าลงหรือทำให้ไม่ทำงานเลย ตัวยับยั้งได้แก่สารที่มีสูตร โครงสร้างคล้ายกับสับสเตรท เช่น ยาปฏิชีวนะบางชนิดและไอออนบางชนิด เช่น ไซยาไนด์ ฟลูออไรด์

5. ตัวเร่งปฏิกิริยา (Activator) คือสารที่ช่วยเร่งปฏิกิริยา ได้แก่ โลหะไอออนบางชนิด เช่น แมกนีเซียม (Mg^{2+}) สังกะสี (Zn^{2+})

6. ความเข้มข้นของเอนไซม์ (Enzyme concentration) หมายถึงจำนวนโมเลกุลของเอนไซม์หรือจำนวนของเอนไซม์ต่อหน่วยน้ำหนัก หรือหน่วยปริมาตร (เช่น กรัม หรือลิตร)

7. เอนไซม์แอคทิวิตี (Enzyme activity) คือค่าที่วัดเป็นอัตราเร็วของปฏิกิริยาหมายถึงจำนวนเปลี่ยนแปลงของสารในปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่งในระยะเวลาที่กำหนด เช่น จำนวนสับสเตรทที่ลดลงต่อหน่วยเวลา จำนวนผลที่เพิ่มขึ้นต่อหน่วยเวลา

8. ไอโซไซม์ (Isozyme) เป็นเอนไซม์ที่มีอยู่มากกว่าหนึ่งชนิด ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเดียวกัน จึงใช้ชื่อเดียวกัน แต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางเคมี และทางฟิสิกส์บางอย่างแตกต่างกันและพบในอวัยวะต่างๆกัน เช่น ไอโซไซม์ของ lactic dehydrogenase (LD) มี 5 ชนิด คือ LD₁, LD₂, LD₃, LD₄, LD₅

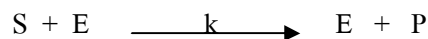
2.2.2 เอนไซม์เป็นโปรตีนที่เสถียรภาพง่าย

เอนไซม์เป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง การวิเคราะห์หาปริมาณของเอนไซม์แตกต่างจากการตรวจหาสารชนิดอื่น เพราะเอนไซม์ทุกชนิดเป็นโปรตีนที่ไม่คงตัว (labile) และเปลี่ยนสภาพเดิม (denaturation) ได้ง่าย เมื่อเปลี่ยนสภาพแล้วไม่เปลี่ยนกลับเป็นสภาพเดิมได้อีก (irreversible) เมื่อเอนไซม์เสถียรภาพ

ได้ง่าย ดังนั้นการตรวจหาปริมาณของเอนไซม์จึงต้องดำเนินไปโดยเร็ว โลหะหนัก สบู่ ผงซักฟอก และกรดมีผลไปเปลี่ยนแปลงแอกทิวิตีของเอนไซม์ เครื่องแก้วที่ล้างไม่สะอาดก็เป็นสาเหตุที่ทำให้การตรวจวัดเอนไซม์ผิดไปได้

2.2.3 เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Enzyme as Catalysis)

เอนไซม์แตกต่างจากโปรตีนชนิดอื่นโดยที่เอนไซม์มีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไปได้เร็วมาก ปฏิกิริยาของเอนไซม์มีดังนี้



S คือ สับสเตรท

E คือเอนไซม์

P คือผลของปฏิกิริยา

k คือค่าคงที่ของอัตราเร็วของปฏิกิริยา

จากสมการจะเห็นได้ว่าเอนไซม์ไม่ได้มีส่วนในปฏิกิริยาโดยตรง ปริมาณและคุณภาพยังคงไม่เปลี่ยนแปลง ค่าคงที่ของปฏิกิริยา มีค่าเฉพาะสำหรับเอนไซม์แต่ละชนิด ปฏิกิริยาเคมีดำเนินไปโดยเอนไซม์เป็นปฏิกิริยาที่ทวนกลับได้ (reversible) ในการตรวจวัดต้องทำให้ปฏิกิริยาไปทางใดทางหนึ่งจากซ้ายไปขวาหรือจากขวาไปซ้าย โดยวิธีกำหนดสภาวะของปฏิกิริยา เช่นความเข้มข้นของสับสเตรท ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงไม่พิจารณาถึงปฏิกิริยาทวนกลับ

2.2.4 เอนไซม์แอกทิวิตี และความเข้มข้นของเอนไซม์ (Enzyme Activity and Enzyme Concentration)

การตรวจหาเอนไซม์เป็นการวิเคราะห์แบบหาแอกทิวิตีของเอนไซม์ เอนไซม์เป็นโปรตีนซึ่งมีจำนวนน้อยมากในซีรัม ถ้าทำการวิเคราะห์แบบหาปริมาณปรากฏว่าวิธีการตรวจยุ่งยาก เพราะโปรตีนในซีรัมมีหลายชนิด จะต้องแยกเอนไซม์หรือโปรตีนที่ต้องการวัดออกจากโปรตีนชนิดอื่นเสียก่อน โดยอาศัยเทคนิคทางฟิสิกส์เคมี เช่น วิธีเล็กโตรโฟรีซิส วิธีทางอิมมูโนวิทยา แล้วจึงหาปริมาณของโปรตีนโดยวิธีทางเคมี ได้ค่าออกมาเป็นน้ำหนักมิลลิกรัม การวิเคราะห์แบบหาเอนไซม์แอกทิวิตีนั้นมีวิธีการง่ายกว่าการหาปริมาณ และแอกทิวิตีที่ได้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของเอนไซม์ การวัดแอกทิวิตีของเอนไซม์จึงดีกว่าการหาปริมาณของเอนไซม์เป็นการวัดจำนวนที่เพิ่มขึ้นของผล (P) หรือจำนวนที่ลดลงของสับสเตรท (S) ในระยะเวลา (t) ที่กำหนด ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นยูนิต

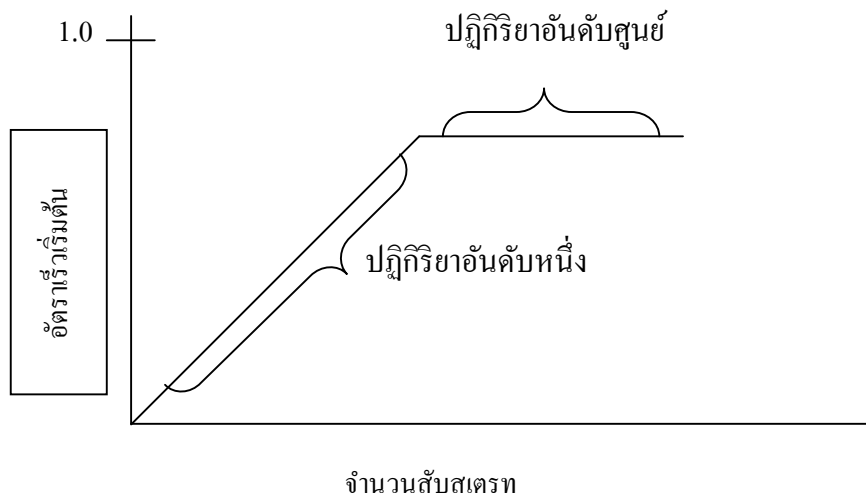
$$\text{เอนไซม์แอกทิวิตี หรืออัตราเร็วของปฏิกิริยา (v)} = -\frac{ds}{dt} = +\frac{dp}{dt} \quad (d = \text{change})$$

แอกทิวิตีของเอนไซม์เป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับปริมาณของเอนไซม์ นั่นคือ

$$-\frac{ds}{dt} = [E] k$$

2.2.5 จลนศาสตร์ของเอนไซม์ (Enzyme Kinetics)

การวัดเอนไซม์แอกทิวิตีคือการวัดอัตราเร็วของปฏิกิริยา มีหน่วยเป็นยูนิต อัตราเร็วของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนของสับสเตรท ดังในภาพที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าในช่วงที่มีความเข้มข้นของสับสเตรทยังน้อยอยู่ อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสับสเตรท เรียกปฏิกิริยาในช่วงนี้ว่าปฏิกิริยาอันดับที่หนึ่ง (first order reaction) ในช่วงที่มีความเข้มข้นของสับสเตรทมาก อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสับสเตรทเลย เรียกปฏิกิริยาในช่วงนี้ว่า ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (zero order reaction) ในการวัดเอนไซม์แอกทิวิตีควรจะวัดในช่วงที่มีปฏิกิริยาอันดับศูนย์ เพราะว่าอัตราเร็วของปฏิกิริยาคงที่โดยจำนวนของสับสเตรท และผลของปฏิกิริยาไม่เปลี่ยนแปลงอัตราเร็วนี้เลย



ภาพที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเริ่มต้นกับความเข้มข้นของสับสเตรท

เอนไซม์สำคัญๆที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคส่วนใหญ่แสดงปฏิกิริยาอันดับศูนย์ หมายความว่าอัตราเร็วของปฏิกิริยาเริ่มต้น (initial reaction velocity, dS/dt) มีค่าคงที่ตลอดเวลาที่กำหนด

$$V_0 = (dS/dt)_{\text{max}}$$

2.2.6 วิธีตรวจวัดเอนไซม์ (Method of Enzyme Determination)

การวัดเอนไซม์แยกวิธีมีวิธีต่างๆ ดังนี้

1. วัดจำนวนสับสเตรทที่หายไป
2. วัดจำนวนผล (P) ที่เพิ่มขึ้น
3. วัดโคเอนไซม์ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง

(สุพิศ จินดาวณิก , 2524)

เอนไซม์ เป็นโปรตีนที่พบในเซลล์สิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์ พืช สัตว์ และจุลินทรีย์บางชนิด สิ่งมีชีวิต และมนุษย์จะมีชีวิตอยู่ไม่ได้ถ้าปราศจากเอนไซม์ เอนไซม์ทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยาชีวเคมีภายในสิ่งมีชีวิตทำให้เซลล์เนื้อเยื่อ ของเหลวและอวัยวะต่างๆในร่างกายทำงานตามปกติ การทำงานของกระบวนการต่างๆในร่างกายล้วนอาศัยเอนไซม์ทั้งสิ้น เช่น การย่อยอาหาร การดูดซึม การกำจัดของเสีย การซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ การเจริญเติบโต และการดำรงชีวิต เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งเป็นพลังขับเคลื่อนที่ทำให้เราสามารถทำงานต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.7 แหล่งของเอนไซม์ แหล่งของเอนไซม์มีดังนี้

1. เอนไซม์จากอาหาร (Food Enzyme) พบในอาหารดิบทุกชนิด ถ้ามาจากพืช เรียกว่า เอนไซม์พืช (Plant Enzyme)
2. จากสัตว์ เรียกว่าเอนไซม์จากสัตว์ (Animal Enzyme)
3. เอนไซม์ย่อยอาหาร (Digestive Enzyme) เป็นเอนไซม์ที่ผลิตโดยร่างกาย เพื่อใช้ย่อยและดูดซึมอาหารที่กินเข้าไปทำให้ร่างกายได้รับสารอาหาร

2.2.8 ชนิดของเอนไซม์ เอนไซม์มีหลายชนิด เอนไซม์หลักมี 3 ชนิดคือ

1. เอนไซม์อะไมเลส ช่วยในการย่อยอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้ง ข้าว ขนมันปิ้ง น้ำตาล หากการย่อยในส่วนนี้ไม่สมบูรณ์จะทำให้เกิดภาวะเหมือนการหมักแป้งในท้องของเรา จะทำให้เกิดแก๊สและมีอาการไม่สบายต่างๆ
2. เอนไซม์โปรตีนเอสจะย่อยอาหารกลุ่มโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ต่างๆ ไข่ ปลา ถั่ว หากการย่อยไม่ดีโปรตีนก็จะเน่า ท้องอืด ท้องเฟ้อ และเป็นพิษต่อร่างกาย
3. เอนไซม์ไลเปส มีหน้าที่ย่อยสลายไขมัน และช่วยรักษาสมดุลกรดไขมันในร่างกาย ไขมันที่ไม่ย่อยจะทำให้เหม็นหืน เหม็นเปรี้ยว และปริมาณคอเลสเตอรอลเสียสมดุล

2.3. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเอนไซม์อะไมเลส

ปัจจุบันเอนไซม์อะไมเลสมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารและอุตสาหกรรมเครื่องดื่มต่าง ๆ หลายชนิด เช่น ใช้ผลิตเบียร์ กลูโคส มอลโทเดกซ์ทริน น้ำเชื่อม และอื่น ๆ เอนไซม์อะไมเลส แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

2.3.1. แอลฟาอะไมเลส (α – amylase)

แอลฟาอะไมเลส หรือชื่อ 1,4- α -D-glucan glucanohydrolase; glycogenase มีชื่อทางการค้าที่รู้จักกันว่า Termamyl และชื่อสามัญว่า Diastase ค้นพบโดย Anselme Payen ในปี ค.ศ. 1833 (<http://en.wikipedia.org/wiki/Amylase>). การศึกษาแอลฟาอะไมเลสครั้งแรก เป็นการศึกษาสารสกัดจากข้าวสาลีเมื่อปี ค.ศ. 1811 ต่อมาได้มีการศึกษาในแหล่งอื่น ๆ อีก เช่น ในพืช ได้แก่ มันเทศ ข้าวมอลท์ และเมล็ดข้าวที่กำลังงอก ในสัตว์มักพบในปาก เช่น น้ำลายมนุษย์ ในตับอ่อน เช่น ตับอ่อนของหมู และในจุลินทรีย์ ซึ่งแอลฟาอะไมเลสจะย่อยแป้ง (starch) ให้แตกตัวเป็นไตรแซคคาไรด์ (trisaccharide) ไดแซคคาไรด์ (disaccharide) และน้ำตาลในปาก แล้วจะถูกย่อยต่อในลำไส้เล็ก ก่อนที่จะซึมผนังลำไส้เล็กสู่ร่างกาย แอลฟาอะไมเลสเป็นเอนไซม์ที่มีมวลโมเลกุลประมาณ 50,000 มีการทำงานได้ดีที่ pH 6.7-7.0 ลักษณะที่สำคัญในการย่อยสลายก็คือเจาะจงต่อการย่อยสลายพันธะไกลโคซิดิกของแป้งที่แอลฟา -1,4 (α -1,4-glycosidic bond) ในลักษณะตัดภายในสายพอลิเมอร์อย่างอิสระ (endosplitting amylase) ได้ผลผลิตเป็น กลูโคส และเดกซ์ทรินจำกัด (limit dextrin) ที่มีหน่วยกลูโคสประมาณ 2-6 จุลินทรีย์ที่สร้างเอนไซม์อะไมเลส ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และรา โดยเอนไซม์อะไมเลสที่ได้จากแบคทีเรียนั้นส่วนใหญ่จะเป็นแอลฟาอะไมเลส แหล่งของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แหล่งของแอลฟาอะไมเลสในธรรมชาติ

แหล่ง	ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยแป้ง	หน่วยการทำงาน
พืช : ข้าวมอลท์	มอลโทส	350
สัตว์ : น้ำลาย	เดกซ์ทริน, มอลโทส	-
ตับอ่อน	เดกซ์ทริน, มอลโทส	2500
จุลินทรีย์ : <i>B.subtilis</i>	กลูโคส, มอลโมส, เดกซ์ทริน	1800
<i>B.stearothermophilus</i>	มอลโทส, เดกซ์ทริน	-
<i>Rhizopus sp.</i>	กลูโคส	200
<i>A.Oryzae</i>	กลูโคส	170
<i>B. Niger</i>	กลูโคส	250
<i>Endomycopsis</i>	กลูโคส	20
<i>Oospora</i>	เดกซ์ทริน	25

ที่มา : จิราวัฒน์ ทัดติยกุล, 2537 : 21

2.3.2. บีต้าอะไมเลส (β – amylase)

บีต้าอะไมเลส หรือชื่อ 1,4- α -D-glucan maltohydrolase; glycogenase; saccharogen amylase เอนไซม์ชนิดนี้สามารถสังเคราะห์ได้โดยพืช รา แบคทีเรีย เป็นต้น ไม่พบในสัตว์ ในผลไม้จะพบบีต้าอะไมเลสย่อยแป้งโดยทำให้เปลี่ยนเป็นน้ำตาลในขณะที่ผลไม้สุก ทำให้ผลไม้มีรสหวาน และกลิ่นหอม บีต้าอะไมเลส จะพบทำงานร่วมกับแอลฟาอะไมเลส มีมวลโมเลกุล 152,000 ทำงานได้ดีเมื่อค่า pH ประมาณ 5.6 ปฏิริยาการย่อยสลายของบีต้าอะไมเลสจะเจาะจงต่อพันธะไกลโคซิดิกของแป้งที่เป็นแอลฟา 1,4 ในลักษณะการตัดสายพอลิเมอร์ของแป้งจากปลายสายด้านไม่มีหมู่รีดิวซ์ (non-reducing group) เข้าสู่ภายในสายไปที่ละ 1 หน่วยของมอลโทส หรือที่ละ 2 หน่วยของกลูโคส และจะหยุดปฏิกิริยาที่พันธะไกลโคซิดิก

2.3.3. แกมมาอะไมเลส (γ -amylase)

แกมมาอะไมเลส หรือมีชื่อเรียก Glucan 1,4- α -glucosidase; amyloglucosidase; Exo-1,4- α -glucosidase; glucoamylase; lysosomal α -glucosidase; 1,4- α -D-glucan glucohydrolase เป็นเอนไซม์ที่พบทั่วไปในจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย รา มีพีเอชที่เหมาะสม (optimum pH) อยู่ที่ 4.0-4.4

ลักษณะที่สำคัญของปฏิกิริยาการย่อยแป้ง ก็คือ สามารถย่อยสลายได้หลายพันธะไม่ว่าพันธะไกลโคซิดิกที่เป็น แอลฟา 1,4 , แอลฟา 1,6 และ แอลฟา 1,3 การตัดสายพอลิเมอร์จะเหมือนกับ

บีต้าอะไมเลสแต่ตัดสายเข้าไปที่ละหนึ่งหน่วยของกลูโคส ดังนั้นผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่จะเป็นกลูโคสที่มีรูปร่างต่างไปจากเดิม คือ ได้ในรูปของบีต้าหรือ บีต้า-ดี-กลูโคส (β -D-glucose)

2.3.4 กลไกการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส

เอนไซม์อะไมเลสสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มตามกลไกการทำงาน คือ เอกโซอะไมเลส (exoamylase) และเอนโดอะไมเลส (endoamylase)

เอกโซอะไมเลสเป็นเอนไซม์ที่ทำปฏิกิริยาย่อยสลายพันธะของพอลิแซ็กคาไรด์ เช่น แป้ง ไกลโคเจนหรือโอลิโกแซ็กคาไรด์ จากปลายที่ไม่มีคุณสมบัติรีดิวซ์เท่านั้น ถ้าการย่อยสลายเกิดขึ้นทุกพันธะ และให้แอลฟา-กลูโคสเป็นผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียวจะเรียกว่า กลูโคอะไมเลส หรือ แอมมอะไมเลส แต่ถ้าย่อยสลายพันธะเว้นพันธะ และให้มอลโทส เป็นผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว จะเรียกว่า บีต้าอะไมเลส และเนื่องจากเอนไซม์ทั้งสองชนิดดังกล่าวไม่สามารถย่อยพันธะไกลโคซิลชนิดแอลฟา 1,6 ซึ่งเป็นพันธะที่โซ่แขนง (branch chain) ของสาขอะมิโลเพคตินและ ไกลโคเจน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเดกซ์ทรินจำกัดด้วย

เอนโดอะไมเลสเป็นเอนไซม์ที่ทำปฏิกิริยาย่อยสลายพันธะไกลโคซิลชนิดแอลฟา 1,4 แบบสุ่ม (random) แต่ไม่สามารถย่อยพันธะไกลโคซิลชนิดแอลฟา 1,6 ได้ ผลจากการทำงานของเอนไซม์คือ ความหนืดของสารละลายแป้งลดลงอย่างรวดเร็วเกิดเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) และเดกซ์ทรินที่มีขนาดต่างๆ กัน ผลิตภัณฑ์เอนไซม์นี้เรียกว่า แอลฟา 1,6 ได้ เรียกว่า ไอโซอะไมเลส (isoamylase) หรือ พูลูลานเนส (pullulanase)

2.3.5 อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส

เอนไซม์ส่วนใหญ่จะมีการทำงานของเอนไซม์สูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและมีการทำงานสูงสุดที่อุณหภูมิเหมาะสมค่าหนึ่ง และเมื่ออุณหภูมิสูงกว่านี้การทำงานของเอนไซม์จะลดลงอย่างรวดเร็ว การลดลงนี้ส่วนหนึ่งเนื่องจากการเพิ่มการสั่นสะเทือนเนื่องจากอุณหภูมิ (thermal agitation) ของโมเลกุลของเอนไซม์และสับสเตรท ซึ่งทำให้ลดสัมพรรคภาพ (affinity) ทางเคมีของเอนไซม์ที่มีต่อสับสเตรทและอีกส่วนหนึ่งเกิดจากเอนไซม์ เนื่องจากความร้อน

อาร์เรเนียส (S. Arrhenius) เป็นผู้เสนอความสัมพันธ์ระหว่าง k กับ T ดังนี้

$$k = A e^{-E_a/RT} \quad \dots\dots\dots(5)$$

สมการนี้เรียกว่า สมการอาร์เรเนียส (Arrhenius equation)

โดย A มีค่าคงที่สำหรับปฏิกิริยาหนึ่งๆ เรียกว่า แฟกเตอร์แห่งความถี่ (frequency factor)

หรือ pre-exponential factor และ A มีหน่วยเช่นเดียวกับ K ส่วน

E_a คือ พลังงานกระตุ้นมีหน่วยเป็น $J \text{ mol}^{-1}$

R คือ ค่าคงที่ของแก๊สมีค่า $8.3143 \text{ J mol}^{-1}$

T เป็นอุณหภูมิเคลวิน

เมื่อเขียนสมการ (5) ในรูปของลอการิทึมจะได้

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303 RT} \dots\dots\dots(6)$$

$$2.303 RT$$

เมื่อนำสมการ (6) มาเขียนกราฟระหว่างค่า $\log k$ กับ $1/T$ จะได้เส้นตรง กราฟที่ได้เรียกว่า Arrhenius plot (ทบทวนมหาวิทยาลัย, 2539)

ค่าพลังงานกระตุ้นของแอลฟาอะไมเลสส่วนใหญ่ที่ได้มีผู้ศึกษาไว้แล้วมีค่าระหว่าง 7,500 ถึง 14,000 แคลอรีต่อโมล ค่าที่ได้เหล่านี้ต่ำกว่าค่าซึ่งได้จากการไฮโดรไลซ์ด้วยกรด (acid-catalyzed hydrolysis) ของแป้งซึ่งมีค่า 31,000 แคลอรีต่อโมล ซึ่งแสดงว่าสามารถเกิดแป้งได้เร็วกว่า

2.3.6 อิทธิพลของ pH ต่อการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส

อิทธิพลของ pH ที่มีค่าต่อการทำงานของเอนไซม์ เนื่องมาจากทำให้เกิดการแตกตัวของกลุ่มโซ่แขนงข้าง (side-chain groups) โดยกลุ่มที่มีความจำเพาะ 2 กลุ่ม คือกลุ่มยึดซับสเตรท (substrate binding group) และกลุ่มเร่งปฏิกิริยา (catalytic group) ซึ่งจากการพลอตระหว่างค่าของ pH กับแอกติวิตี (activity) จะทำให้ได้กราฟเส้นโค้งรูปประฆังที่แตกต่างกันไป ตามธรรมชาติของกลุ่มทั้งสองนี้ แอลฟาอะไมเลสจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น จากน้ำลายมนุษย์ จากตับอ่อนของมนุษย์ และจากตับอ่อนของหมู พบว่ามีค่า pH ที่เหมาะสมเท่ากัน คือ pH 6.9 ในขณะที่เอนไซม์จาก *Bacillus subtilis*, *A.Oryzae* และจากมอลต์ของข้าวบาร์เลย์ต้องการ pH ที่เป็นกรดกว่าคือ 4.0-6.0 แอลฟาอะไมเลสส่วนใหญ่จะคงทนต่อ pH ซึ่งมีช่วงระหว่าง 4.0-10.0 แอลฟาอะไมเลสจากแบคทีเรียจะทำงานได้ดีคืออยู่ระหว่าง pH 3.0-9.5 และ pH ที่เหมาะสมที่สุดคือ pH 6.0

ส่วนใหญ่แล้วแอลฟาอะไมเลสจากแบคทีเรียที่ทนอุณหภูมิได้สูงมักจะทนต่อ pH ได้ในช่วงแคบ แต่ก็ยังมีแบคทีเรียบางชนิด เช่น *B. licheniformis* ซึ่งนอกจากจะทนอุณหภูมิได้สูงแล้วยังมีความคงทนต่อ pH ได้ในช่วงกว้างอีกด้วย ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในอุตสาหกรรม

2.4. เอนไซม์บำบัด(Enzyme Therapy)

เอนไซม์บำบัดเป็นวิธีการที่มนุษย์ใช้เอนไซม์ทำให้ร่างกายได้ ซ่อมแซมตัวเอง โดยการกินผักสด ผลไม้ อาหารสด เพราะในอาหารสดมีเอนไซม์ที่จะช่วยย่อยอาหารที่กินเข้าไป เป็นการผ่อนภาระการย่อยของตับอ่อน อาการอาหารไม่ย่อยก็จะไม่เกิดขึ้น ถ้าเอนไซม์ลดลงจะเกิดอาการอาหารไม่ย่อย

2.4.1 สาเหตุที่ทำให้เอนไซม์ลดลง สาเหตุที่ทำให้เอนไซม์ลดลงดังต่อไปนี้

1. ในคนอายุมากขึ้นการผลิตเอนไซม์ของร่างกายจะลดลง นักวิทยาศาสตร์โรงพยาบาลไมเคลีร์ส รัฐชิคาโก ในสหรัฐอเมริกา ได้ทำการวิจัยหาปริมาณของเอนไซม์อะไมเลส ในน้ำลายจากคน 2 กลุ่มอายุ คือ กลุ่มหนุ่มสาวอายุ 21-31 ปี กับกลุ่มคนชราอายุ 69-100 ปี พบว่า กลุ่มหนุ่มสาวมี

เอนไซม์อะไมเลสใช้ย่อยอาหารประเภทแป้งมากเป็น 30 เท่าของกลุ่มผู้สูงอายุ ดังนั้นคนในวัยหนุ่มสาว กินอาหารประเภทสำเร็จรูป และ อาหารฟาสต์ฟู้ด ซึ่งไม่มีอะไมเลสจากธรรมชาติ ได้โดยไม่มีปัญหาการย่อย ไม่มีการเจ็บป่วย แต่เมื่ออายุมากขึ้น เอนไซม์ลดลง การย่อยอาหารต่างๆ ได้ยากขึ้น ทำให้มีอาการ ท้องอืด ท้องเฟ้อ แน่นท้อง (<http://www.anathenature.com/>)

2. ความร้อนในการปรุงอาหาร ในอาหารที่ถูกปรุงให้สุกแล้วจะมีเอนไซม์เหลืออยู่น้อยมาก เนื่องจากเอนไซม์จะสลายตัวไปด้วยความร้อนที่ใช้ปรุงอาหาร

3. ความสด ใหม่ของอาหาร เอนไซม์บางส่วนจะหายไปกับระยะเวลาในการเก็บรักษา เช่น ในพืช ผัก และผลไม้ที่เก็บเกี่ยวจากต้นมาแล้ว 1 วันจะเหลือเอนไซม์ 50% ถ้าเก็บเกี่ยวมาแล้ว 2 วันเหลือ 25% และเก็บเกี่ยวมาแล้ว 3 วันจะไม่เหลือเอนไซม์อยู่เลย

เอนไซม์ว่า เป็นสารโปรตีนที่พบในเซลล์สิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์ พืช สัตว์ และจุลินทรีย์บางชนิด เอนไซม์ทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยาชีวเคมีภายในร่างกาย มีความสำคัญที่ทำให้เซลล์เนื้อเยื่อของเหลวและอวัยวะต่างๆ ในร่างกายทำงานตามปกติ การทำงานของกระบวนการต่างๆ ในร่างกายล้วนอาศัยเอนไซม์ทั้งสิ้น เช่น การย่อยอาหาร การดูดซึม การกำจัดของเสีย การซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ การเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต เรียกว่าเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งเป็นพลังขับเคลื่อนที่ทำให้เราสามารถทำงานต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือกล่าวได้ว่าเราไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้หากขาดเอนไซม์

2.4.2 เอนไซม์ที่สำคัญ เอนไซม์ที่สำคัญหลักมี 3 ชนิดคือ

1. เอนไซม์อะไมเลส ทำหน้าที่ย่อยอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้ง ข้าว ขนมปัง และน้ำตาล หากการย่อยในส่วนนี้ไม่สมบูรณ์จะทำให้เกิดภาวะเหมือนการหมักแป้งในท้องของเรา จะทำให้เกิดแก๊สและมีอาการไม่สบายต่างๆ

2. เอนไซม์โปรตีนเอส จะทำหน้าที่ย่อยอาหารกลุ่มโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ต่างๆ ไข่ ปลา ถั่ว หากการย่อยไม่ดีโปรตีนก็จะเน่า ท้องอืด ท้องเฟ้อ และเป็นพิษต่อร่างกาย

3. เอนไซม์ไลเปส มีหน้าที่ย่อยสลายไขมัน และช่วยรักษาสสมดุลกรดไขมันในร่างกาย ไขมันที่ไม่ย่อยจะทำให้หมื่นหื่น ไขมันเปรี้ยว และปริมาณคอเลสเตอรอลเสียสมดุล

อาการการย่อยอาหาร (Digestion) บกพร่องที่เกิดขึ้นมีวิธีในการแก้ไขคือ กินเอนไซม์เสริมที่ผลิตมาจากพืชจะทำให้อาการกระเพาะและลำไส้แปรปรวนทุเลาลง ความผิดปกติของร่างกายหลายประการ เช่น ภาวะแก่ก่อนวัย โรคภูมิแพ้ ภูมิคุ้มกันบกพร่อง การอักเสบ การติดเชื้อ โรคปวดข้อและกระดูก ความผิดปกติของหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคเกาต์ โรคกระเพาะ โรคตับอักเสบ ถูมน้ำดีอักเสบ โรคกระดูกผุ โรคภูมิแพ้ โรคผื่นแพ้เรื้อรัง ปัญหาผิวพรรณบางชนิด และมะเร็งบางชนิดสามารถทำให้ทุเลาลงได้โดยวิธีการเอนไซม์บำบัด (<http://www.bloggang.com>)

2.4.3 อาการที่แสดงว่าร่างกายขาดเอนไซม์ (Enzyme Deficiency Conditions)

อาการที่แสดงว่าร่างกายขาดเอนไซม์ เป็นอาการที่รู้สึกได้ด้วยตัวเองว่าน่าจะขาดเอนไซม์ คือ

1. รู้สึกเหนื่อยหลังจากกินอาหารมื้อหนัก
2. อ่อนเพลียเป็นประจำ (Chronic Fatigue Syndrome)
3. ท้องผูก
4. ท้องขึ้น ท้องเฟ้อ บางครั้งมีอาการจุกเสียด
5. ลมแน่นท้อง ผายลมมีกลิ่นเหม็น
6. อุจจาระจมน้ำ และอุจจาระเหม็นมาก
7. มีกลิ่นปาก
8. มีอาการของโรคภูมิแพ้บ่อย บางครั้งถึงขนาดหอบหืด
9. เวลาเป็นแผลจะหายช้า
10. น้ำหนักตัวเพิ่มง่าย

2.4.4 อาการที่แพทย์ตรวจพบเมื่อร่างกายขาดเอนไซม์ อาการที่แพทย์ตรวจพบ (Sign)ว่าท่านกำลังขาดเอนไซม์ คือ

1. ตัวอ่อนบวม
2. เม็ดโลหิตขาวเพิ่มจำนวนมากกว่าปกติหลังกินอาหาร 30 นาที
3. น้ำลายมีฤทธิ์เป็นกรด (pH ต่ำกว่า 7)
4. ในปัสสาวะมีสารพิษมาก เกิดจากอาหารไม่ย่อยจึงบูดในลำไส้ใหญ่ ร่างกายจะดูดซึมพร้อมกับน้ำเข้าไปในกระแสเลือด ตับและไตจะกรองสารพิษเอาไว้และจะขับสารพิษนี้ทิ้งออกทางปัสสาวะ
5. ระดับเอนไซม์ต่ำกว่าปกติในเลือด
6. ความดันโลหิตอาจสูงขึ้นกว่าปกติเล็กน้อย

ในอดีต เมื่อเราพูดว่าร่างกายขาดเอนไซม์ คือสภาวะอาหารไม่ย่อยแต่เมื่อศึกษาค้นคว้ามากขึ้นในปัจจุบัน เราพบอาการต่างๆ อีกมากมาย เราสามารถแบ่งสภาพของการมีเอนไซม์บกพร่องออกได้เป็น 3ชนิดคือ

1. สภาพของการขาดเอนไซม์โปรตีเอส (Protease Deficiency Conditions)
2. สภาพการขาดเอนไซม์อะไมเลส (Amylase Deficiency Conditions)
3. สภาพการขาดเอนไซม์ไลเปส (Lipase Deficiency Conditions) (สภาพเมื่อขาดเอนไซม์, 2551)

2.5 ชา

ชาเป็นเครื่องดื่มที่แพร่หลายมานาน ชาจีนเป็นชาชนิดแรกที่รู้จักดื่มชาซึ่งเดิมทำมาจากใบชา ชาจึงมีชื่อเรียกต่างๆ กันตามกรรมวิธีในการผลิต เช่น ชาเขียว ชาดำ ชาอู่หลง ชาฝรั่ง (black tea)

ต่อมามีการนำพืชชนิดอื่นมาทำเครื่องดื่มหอม เช่น ใบเตย ใบหม่อน ดอกคำฝอย เรียกว่าชาสมุนไพรจึงใช้คำว่าชาหน้า เช่น ชากระเจียบ ชารางจืด

สำหรับชาพืชและชาที่มีการทำเป็นชา ได้แก่ ชาเขียวจากต้นชาหอม ชาเขียวจากใบอ่อนชาบาร์เลย์ รายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1 ชาเขียวจากต้นชาหอม

ชาชนิดนี้ทำจากต้นชาหอม อายุ 14-21 วัน นำมาหั่นตามขวางขนาด 1-2 เซนติเมตร เอาไปคั่วในกระทะด้วยไฟอ่อนๆ หรืออบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนแห้ง จะได้ชาเขียวจากต้นชาหอม มีกลิ่นหอมอ่อนๆ มีคลอโรฟิลล์ มีวิตามิน และสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (ชาและชาพืช, 2551)

2.5.2 ชาเขียวจากใบอ่อนชาบาร์เลย์

มีการนำใบอ่อนต้นชาบาร์เลย์อายุ 15 วัน นำมาหั่นตามขวางขนาด 1-2 เซนติเมตร เอาไปคั่วในกระทะด้วยไฟอ่อนๆ มีกลิ่น รสชาติ และคุณสมบัติคล้ายคลึงกับชาเขียวของญี่ปุ่น มีการวิจัยพบว่า มีสารช่วยลดความดันโลหิต และมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด ในเกาหลี และญี่ปุ่นมีการนำชาต้นชาบาร์เลย์ซึ่งไม่มีรส มีแต่กลิ่นมาชงให้เด็กดื่มเพื่อช่วยให้เด็กมีระบบการย่อยอาหารดีขึ้น เด็กจะรู้สึกหิวเร็ว ช่วยกระตุ้นเด็กดื่มนมดีขึ้น ในญี่ปุ่นมีการผลิตชาบาร์เลย์ขายโดยบริษัทฟิเจนท์

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาทางชีวเคมีพบว่า "เมล็ดข้าว" ประกอบด้วย รำข้าว (เยื่อหุ้มเมล็ด) เปลือกข้าว เมล็ดข้าวซึ่งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบหลัก มีโปรตีน วิตามินบี วิตามินอี และแร่ธาตุ นอกจากนี้ ยังพบสารอาหารประเภทไขมันซึ่งอยู่ในรำข้าวเป็นส่วนใหญ่ ปัจจุบันนิยมนำรำข้าวมาสกัดน้ำมันรำข้าวซึ่งมีวิตามินอีละลายอยู่ ข้าวเมื่อได้รับน้ำจะกระตุ้นให้เอนไซม์ภายในเมล็ดข้าวเกิดการทำงาน เมล็ดข้าวเริ่มงอก (malting) สารอาหารที่ถูกเก็บไว้ในเมล็ดข้าวก็จะถูกย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวเคมี จนเกิดสารคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็ก (oligosaccharide) และน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) นอกจากนี้โปรตีนในเมล็ดข้าวจะถูกย่อยให้เป็น เปปไทด์ และกรดอะมิโน มีการสะสมสารเคมีสำคัญต่างๆ เช่น แกมมาออริซานอล (gamma-oryzanol) โทโคฟีรอล (tocopherol) โทโคไตรอีนอล (tocotrienol) และโดยเฉพาะ "สารแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิด" หรือ "สารกาบา" (gamma-aminobutyric acid, GABA) (ข้าวกล้องงอก, 2549)

"GABA-rice" กำลังได้รับความสนใจจากผู้ประกอบภาคเอกชนทั้งไทยและต่างประเทศ เป็นอย่างมาก เนื่องจาก GABA เป็นกรดอะมิโนที่ผลิตจากกระบวนการ decarboxylation ของกรดกลูตามิก (glutamic acid) GABA มีบทบาทสำคัญในการยับยั้ง (inhibitor) การทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ในระบบประสาทส่วนกลาง โดยจะทำหน้าที่รักษาสมดุลในสมองที่ได้รับการ

กระตุ้น จะช่วยทำให้สมองเกิดการผ่อนคลายและนอนหลับสบาย GABAยังทำหน้าที่ช่วยกระตุ้น anterior pituitary ซึ่งทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต (HGH) ทำให้เกิดการ สร้างเนื้อเยื่อ ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความกระชับ และเกิดสาร lipotropic ซึ่งเป็นสารป้องกันไขมัน จากการศึกษาในหนู พบว่าการบริโภคข้าวกล้องงอกที่มีสาร GABA มากกว่าข้าวกล้องปกติ 15 เท่า จะสามารถป้องกันการทำลายสมองเนื่องจากสารเบต้าอไมลอยด์เปปไทด์ (Beta-amyloid peptide) ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคสูญเสียความทรงจำ (อัลไซเมอร์) ดังนั้น จึงได้มีการนำสาร GABA มาใช้ในการแพทย์ เพื่อการรักษาโรคเกี่ยวกับระบบประสาทต่างๆ หลายโรค เช่น โรควิตกกังวล โรคนอนไม่หลับ โรคลมชัก เป็นต้น (ชาญวิทย์ รัตนราศรี,2550)

เอนไซม์ (enzyme) ก็คือโปรตีนกลุ่มหนึ่ง ซึ่งมีอยู่ทั้งในพืชและสัตว์ มันมีหน้าที่กระตุ้นการทำงานของกระบวนการเคมีในร่างกายให้ทำงานรวดเร็ว ปัจจุบันมีการใช้เอนไซม์บำบัดเพื่อรักษาอาการเกี่ยวกับทางเดินอาหาร จะมีอาการท้องอืดเฟ้อ อาหารไม่ย่อย แน่นท้อง ท้องผูก เอนไซม์ยังช่วยรักษาโรคบางชนิดได้ เช่น โรคเกี่ยวกับภูมิคุ้มกัน โรคอ้วน คนที่อ้วนมาก ๆ มักขาดเอนไซม์ไลเปส (นิลวรรณ เพชรบุรณิน,2548 ; ลลิตา ชีระศิริ , 2550 ; BRIA, ม.ป.) เอนไซม์มีในอาหารตามธรรมชาติ เช่น ปาเปน (papain) เป็นเอนไซม์ที่ใช้อย่อยโปรตีนในเนื้อสัตว์ ทำให้เนื้อนุ่ม เอนไซม์นี้สามารถพบได้ในขิงมะละกอ โปรมิเลน (bromelain) เป็นเอนไซม์ที่พบในน้ำสับประค อะไมเลส (amylase) เป็นเอนไซม์ที่พบในเมล็ดพืชที่กำลังงอก ทำหน้าที่ย่อยแป้งในเมล็ด ใช้ในการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ในเมล็ดธัญพืชงอก คือ ในข้าวบาร์เลย์ ข้าวเจ้า ข้าวโพด พบว่าข้าวเจ้าเป็นธัญพืชหนึ่งที่ขณะงอกมีเอนไซม์อะไมเลสมีการนำไปใช้ผลิตเดกซ์ตริน

(อัททะวาทาน ปาทาน , 2540) และใช้อย่อยแป้งในการผลิตแอลกอฮอล์ (ศศิธร แท่นทอง,2550)

เอนไซม์อะไมเลสสามารถเตรียมได้จากธัญพืชงอก โดยใช้เมล็ดธัญพืชเพาะให้งอกระยะเวลาการงอก 1-11 วัน ผลดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ปริมาณเอนไซม์ในธัญพืชงอก

ธัญพืช	อะไมเลส (ยูนิต/mg โปรตีน)	โพลีฟีนอลออกซิเดส (ยูนิต/mg โปรตีน)	โพลีฟีนอล (mmol)
สาลิ๊งอก (1-3วัน)	15-18	14-22	0.090-0.150
ข้าวโพด (4วัน)	2-3	4-8	0.130-0.218
ข้าวเจ้า (9-11วัน)	12	15	0.02-0.05
ข้าวเหนียว (10-11วัน)	1.5-13.5	5-12	0-0.06

การแสวงหาแนวทางการใช้ประโยชน์จากแป้งเมล็ดข้าวงอกสำหรับทำยา (รุจิรา ปรีชา, สุเทพ ฤทธิ์แสวง, สุวรา โภชนสมบุรณ์, สุนันทา วงศ์ปิยชน, จำลอง ฤทธิ์ชัย ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง) โดยใช้แป้งจากเมล็ดข้าวงอกพันธุ์ กข7 ซึ่งพบว่ามีปริมาณอะไมโลส 17-20, 20-21 และ 22-24% ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งข้าวเมล็ดงอกที่อายุ 0-7 วัน จะมีโปรตีนตั้งแต่ 3.94-8.00% วิตามินบี1 0.05-49 มิลลิกรัม วิตามินบี2 0.04-0.14 มิลลิกรัม ทำการผสมแป้งข้าวงอกสด กับน้ำตาล, กะทิ, เกลือเล็กน้อย ในอัตราส่วนที่เหมาะสม (แป้ง : น้ำตาล = 1:2) แต่งกลิ่นด้วยน้ำใบเตย นำไปต้มให้เดือดและนึ่งฆ่าเชื้อนาน 15 นาที พบว่าผลิตภัณฑ์ ข้าวยาจากเมล็ดข้าวงอกมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ปรับปรุงสูตรโดยการเติมน้ำมันถั่วเหลือง ผลจากการชิม พบว่าผู้ชิมมีความชอบและยอมรับผลิตภัณฑ์ และผลการตรวจสอบ Total Bacteria ในผลิตภัณฑ์ข้าวยา พบว่ามีปริมาณน้อยกว่า 50×10^4 โคโลนี/มิลลิลิตร ซึ่งไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน

จากการวิจัยจะทำการทดลองโดยจะนำข้าวเปลือกงอกมากะเทาะเปลือกเป็นข้าวกล้อง เพื่อนำมาทดสอบเปรียบเทียบสารไอรีซานอล กับข้าวกล้องงอกปกติ โดยจะนำข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 มาแช่น้ำเป็นเวลา 3-15 ชั่วโมง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 45°C จนเหลือความชื้นประมาณ $12 \pm 1\%$ เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งในระหว่างการเก็บรักษาจะทำการวิเคราะห์ปริมาณสารไอรีซานอล ผลการทดลองพบว่า ข้าวกล้องงอกมีสารไอรีซานอลสูงกว่าข้าวกล้องปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการแช่น้ำ 12 ชั่วโมง ทำให้ข้าวมีสารไอรีซานอลสูง และการเก็บรักษาทำให้สารไอรีซานอลลดลงตามเวลาอย่างมีนัยสำคัญ (อุมา แสงคราม และ ลำพึง พุ่มจันทร์, 2007)

ผลกระบวนการแช่และกระบวนการงอกของข้าวกล้องต่อปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวเทอริกแอซิด (GABA) ในข้าวกล้องงอก พบว่าข้าวที่ผ่านการแช่สารละลายที่ pH 5 มีปริมาณ GABA 21.93 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง ถ้าแช่แคลเซียมคลอไรด์ (1 มิลลิโมลาร์) ที่ pH 5 อุณหภูมิ 40°C นาน 8 ชั่วโมง ปริมาณ GABA สูง 31 มิลลิกรัมต่อ น้ำหนักแห้ง 100 กรัม พบว่าถ้าข้าวงอกที่ 40°C นาน 36 ชั่วโมง มีปริมาณ GABA เพิ่มขึ้น ดังนั้นการเพาะข้าวในถังงอกทำให้ GABA สูงขึ้นจากข้าวธรรมดา 9.2 เท่า (จารุรัตน์ สันเต, วรณัฐ ศรีเกษมรักษ์ และรัชฎา ตั้งวงศ์ไชย, 2550)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีการสั่งซื้อมาจากบริษัทต่างๆดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมี	บริษัทผู้ผลิต
1.Bovine serum albumin	FLUKA
2.Calcium chloride anhydrous	ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
3.Copper sulphate pentahydrate	ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
4.3,5 – Dinitrosalicylic acid	FLUKA
5.Disodium hydrogen phosphate anhydrous	ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
6.D – glucose anhydrous	FLUKA
7.Hydrochloric acid	MERCK
8.Maltose	MERCK
9.Potassium sodium tartrate	MERCK
10.Sodium carbonate	MERCK
11.Sodium chloride	MERCK
12.Sodium dihydrogen phosphate monohydrate	MERCK
13.Sodium hydroxide	MERCK
14.Soluble starch	CARLO ERBA
15.Tris (hydroxymethyl) – aminomethane (THAM)	MERCK
16.Ethanol 95 %	MERCK
17.Hydrochloric acid 37.4 %	J.T.Baker
18. Sodiumhydroxide (NaOH)	EKA

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีหลายชนิดและมีบริษัทผู้ผลิตดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือ	บริษัทผู้ผลิต
1. UV – Vis spectrophotometer	SHIMADZU
2. Analytical Balance	SARTORIOUS
3. Blender	WARING
4. Centrifuge Universal 16	HETTICH
5. pH meter	METROHM
6. Rotatory Evaporator	BUCHI
7. Shaker Water Bath	POLYSCIENCE
8. Spectronic 401	MILTON ROY
9. Water wath	MEMMERT
10. ตู้อบ	MEMMERT

3.3 วัตถุดิบ

ในการทดลองใช้เมล็ดข้าวเปลือก และข้าวกล้องเพื่อทำอาหารเสริมสุขภาพ เก็บรักษา และทำการวิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์อะมิเลสและปริมาณโปรตีน ได้เลือกใช้เมล็ดธัญพืชทั้งหมด 5 ชนิด ดังตารางที่ 3.3

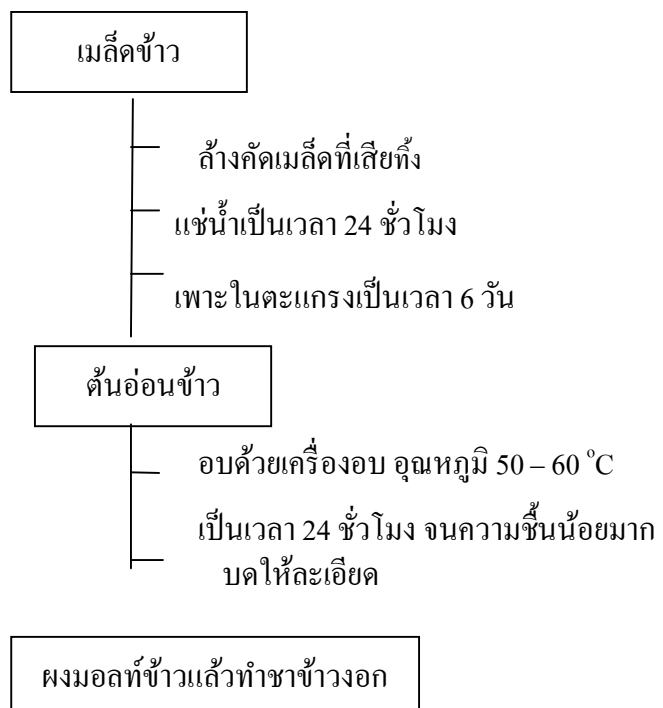
ตารางที่ 3.3 เมล็ดธัญพืชที่ใช้ในการทดลอง

เมล็ดธัญพืช	แหล่งผลิต
1. ข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์หอมมะลิ	ด.ซอนไพร อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
2. ข้าวกล้องเจ้าพันธุ์หอมมะลิ	ด.ซอนไพร อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
3. ข้าวเปลือกเหนียวพันธุ์ กข.10	ด.บ้านเนิน อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์
4. ข้าวกล้องเหนียวพันธุ์ กข.10	ด.บ้านเนิน อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์
5. ข้าวเหนียวกล่ำม้ง	บ้านเข็กน้อย อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเพาะต้นกล้าข้าว

นำเมล็ดข้าวที่ใช้ในการทดลองมาอย่างละ 1 กิโลกรัม ทำการแช่น้ำเพื่อคัดเมล็ดที่เสียออก โดยนำเมล็ดที่ลอยน้ำทิ้งไป แล้วล้างเมล็ดข้าวให้สะอาด แล้วแช่น้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดมาฝังในตะแกรงที่รองด้วยกระสอบป่านที่สะอาดและชื้น แล้วใช้ผ้าดำคลุมกระบะ เพาะเพื่อป้องกันแสงสว่าง รดน้ำเมล็ดข้าวให้ชื้นอยู่เสมอ โดยรดน้ำวันละ 2 – 3 ครั้ง เป็นเวลา 6 วัน (ดวงใจ ทองปลิ้ว, 2543) จะได้ต้นอ่อนของข้าว จากนั้นนำต้นอ่อนมาอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 50 – 60 °C จนปราศจากความชื้น โดยอบเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมงในขณะที่อบมีการพลิกต้นอ่อนเป็นระยะ ทุก ๆ 3 -4 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด (blender) และครก แล้วบรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิท และบรรจุแคลเซียมซัลเฟตทำการชั่งน้ำหนัก สิ่งที่ได้เรียกว่าผงมอลท์ข้าว แล้วนำผงมอลท์ข้าวไปทำชาข้าวออก ไปวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์อะไมเลส ปริมาณโปรตีน และค่าจำเพาะการทำงานของเอนไซม์ แสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ไคอะแกรมแสดงวิธีการผลิตมอลท์ข้าวแล้วทำชาข้าวออก

3.4.2 การสกัดเอนไซม์อะมิเลสจากมอลท์ข้าว (อัครกะบัทคาน ปาตาน, 2540)

3.4.2.1 วิธีการเตรียมสาร

1) สารละลายทริสบัฟเฟอร์ (Tris – HCl buffer) 0.05 M pH 7.4
เตรียมโดยชั่งสารทริส – ไฮดรอกซีเมทิลอะมิโนมีเทน (THAM) 6.0570 กรัม นำไปละลายในน้ำกลั่นประมาณ 800 มล. ในบีกเกอร์ 1000 มล. จากนั้นให้เติมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 0.02 โมลาร์ ปริมาตร 25.00 มล. ลงไป นำสารละลายไปปรับ pH ให้เป็น 7.4 ด้วยน้ำกลั่นในขวดปริมาตร

2) สารละลาย 0.02 M CaCl_2 เตรียมโดยชั่งแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) 0.2202 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ในขวดปริมาตร

3) สารละลาย 6 M HCl เตรียมโดยปิเปตกรดเกลือ (HCl) เข้มข้น 12 โมลาร์ 50.0 มล. ใส่ในขวดปริมาตร 100 มล. ที่มีน้ำกลั่นอยู่พอประมาณ แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล.

3.4.2.2 วิธีการสกัดเอนไซม์

นำมอลท์ข้าวมาชั่งอย่างละ 0.50 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มล. แล้วเติม ทริสบัฟเฟอร์ ปริมาตร 80 มล. ปิดปากขวดให้สนิท แล้วจึงนำเข้าไปแช่ด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 60 นาที นำสารละลายที่ได้หลังจากการเขย่ามากรองด้วยกระดาษกรองวัดแมน (whatman) เบอร์ 1 ปรับปริมาตรให้เป็น 80 มล. โดยใช้ทริสบัฟเฟอร์ แล้วนำสารละลายไปเก็บไว้ในช่องแช่แข็งเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์อะมิเลส และปริมาณโปรตีน

3.4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์อะมิเลสในมอลท์ข้าวโดยวิธี DNS (อัครกะบัทคาน ปาตาน, 2540)

3.4.3.1 วิธีการเตรียมสาร

1) สารละลายมาตรฐานมอลโทส 5.0 ไมโครโมล/มล. เตรียมโดยชั่งมอลโทสโมโนไฮเดรต (maltose monohydrate) 0.1898 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ในขวดปริมาตร

2) สารละลาย DNS เตรียมโดยชั่งกรด 3,5 – ไดไนโตรซาลิไซลิก (3,5 – dinitrosalicylic acid) 1.0 กรัม นำไปละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 20 มล. แล้วเติมน้ำกลั่นอีก 50 มล. คนให้ละลาย จากนั้นเติมสารโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต ลงไปอีก 30 กรัม คนให้ละลายแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น

3) สารละลาย 2M NaOH เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 8 กรัม นำไปละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ในขวดปริมาตร

4) สารตั้งต้นสำหรับการหาปริมาณเอนไซม์อะมิเลส เตรียมโดยชั่งแป้ง (soluble starch) 1.0 กรัมใส่ในบีกเกอร์ที่มีฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate buffer) เข้มข้น 0.02 M pH 7.0 อยู่ 15 มล. จากนั้นค่อย ๆ รินฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่ต้มเดือดลงไป 70 มล. คนตลอดเวลา แล้วนำไปต้มให้เดือดอีก 5 นาที ทำให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำสารละลายที่ได้ใส่ขวดปริมาตร 100 มล. ปรับปริมาตรด้วยฟอสเฟตบัฟเฟอร์จะได้สารละลายแป้ง 1% (w/v)

5) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.02 M pH 7.0 ประกอบด้วยสารละลาย A และ B ดังนี้

- สารละลาย A เตรียมโดยชั่งสาร โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตไดไฮเดรต ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0.7801 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 250 มล. ในขวดปริมาตร

- สารละลาย B เตรียมโดยชั่งสาร ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Na_2HPO_4) 0.7098 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 250 มล. ในขวดปริมาตร

นำสารละลาย A 39 มล. ผสมกับสารละลาย B 61 มล. จะได้ pH เป็น 7.0 หรือปรับให้ได้ pH 7.0 ด้วยสารละลาย A

3.4.3.2 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์อะมิเลส

การหาปริมาณหรือแอกติวิตีของเอนไซม์อะมิเลสในสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้จากมอลท์ข้าวนั้นทำได้โดยการวัดน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ซึ่งได้จากการไฮโดรไลซ์แป้ง (soluble starch) กับกรด 3,5 - ไดไนโตรซาลิไซลิก ซึ่งจะให้สารสีส้ม

สำหรับการหาปริมาณของเอนไซม์อะมิเลส กำหนดให้ 1 หน่วยเอนไซม์ (1 unit) มีค่าเท่ากับปริมาณเอนไซม์ที่ย่อยแป้งแล้วให้น้ำตาลรีดิวซ์ (คำนวณเทียบกับสารละลายมอลโทสมาตรฐาน) จำนวน 1 ไมโครโมลต่อ 1 นาที ที่อุณหภูมิ 37 °C

1) การทำกราฟมาตรฐาน (Standard curve)

ในการหาปริมาณเอนไซม์อะมิเลสนั้น ทำโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างซึ่งมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายแป้งด้วยเอนไซม์อะมิเลสเทียบกับกราฟมาตรฐานน้ำตาลมอลโทส การทำกราฟมาตรฐานน้ำตาลมอลโทสกับสารละลาย DNS แสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ปริมาตรและสารต่างๆ ที่ใช้สำหรับหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี DNS

สารที่ใช้(มล.)	หลอดที่				
	Blank	1	2	.....	10
1.สารละลายมาตรฐานมอลโทส (มล.)	-	0.1	0.2	.....	1.0
2.น้ำกลั่น (มล.)	1.0	0.9	0.8	.....	-
3.DNS reagent (มล.)	1.0	1.0	1.0	.....	1.0
แช่ในน้ำเดือด 5 นาที แล้วแช่น้ำเย็นทันที					
4.น้ำกลั่นเมื่อสารเย็นถึงอุณหภูมิห้อง (มล.)	10.0	10.0	10.0	.....	10.0
เขย่าแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร					

2) การหาปริมาณเอนไซม์อะมิเลสในสารละลายตัวอย่าง

นำสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้จากมอลท์ข้าว มาเจือจางให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ เจือจาง 5 เท่า แล้วเปิดสารละลายที่เจือจางแล้ว 0.5 มล. ไปแช่ที่ 37 °C นาน 5 นาที (Blank ให้ใช้ทริสบัฟเฟอร์แทนสารละลายตัวอย่าง) จากนั้นใส่สารละลายแป้งเข้มข้น 1 % (w/v) ซึ่งใช้เป็นสารตั้งต้นและได้แช่ไว้ที่ 37 °C ไว้แล้วลงไปในแต่ละหลอด หลอดละ 0.5 มล. เขย่าให้เข้ากัน นำไปแช่ต่อไปอีกที่ 37 °C นาน 30 นาที แล้วเติมDNS reagent 1.0 มล.ลงไปเขย่าทันที จากนั้นนำไปแช่ในน้ำเดือด 5 นาที แล้วนำไปแช่ในน้ำเย็น เมื่อสารละลายเย็นถึงอุณหภูมิห้องแล้วเติมน้ำกลั่น 10 มล. แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

3.4.4. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในมอลท์ข้าวโดยวิธี Lowry (อัคระบัณฑาน ปาทาน, 2540)

3.4.4.1 วิธีการเตรียมสาร

1) สารละลายมาตรฐาน BSA 250 ไมโครกรัม/มล. เตรียมโดยชั่งสารโบไวซีรัม อัลบูมิน (Bovine serum albumin, BSA) 0.1250 กรัม ละลายด้วย น้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 500 มล. ในขวดปริมาตร

2) สารละลาย A เตรียมโดยชั่งสารโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 2.0 กรัม นำไปละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 โมลาร์ แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มล. ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

3) สารละลาย B เตรียมโดยชั่งสารคอปเปอร์ซัลเฟตเพนตะไฮเดรท

($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 0.5 กรัม นำไปละลายในน้ำกลั่นประมาณ 40 มล. ซึ่งสารโซเดียมโปตัสเซียมทาร์เทรต 1.0 กรัม นำไปละลายในน้ำกลั่นประมาณ 40 มล. จากนั้นนำสารละลายทั้งสองมารวมกัน แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น

4) สารละลาย C เตรียมโดยนำสารละลาย A 50.0 มล. มาผสมกับสารละลาย B 1.0 มล. โดยให้ผสมเมื่อต้องการใช้

5) สารละลาย D เตรียมโดยนำสารละลาย Folin – Ciocalteu's phenol จาก stock solution มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:1

3.4.4.2 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

เอนไซม์เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งซึ่งอาจอยู่ในรูปอิสระ (Free from) หรืออาจจับอยู่กับสารอื่น (bound from) และขณะที่เมื่อดำเนินการทดลองนั้นก็ได้อาศัยโปรตีนชนิดอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตขึ้นมาด้วย เพราะฉะนั้นในการหาความสามารถในการทำงานของเอนไซม์จึงต้องพิจารณาในเทอมของค่าความจำเพาะ (specific activity) ของเอนไซม์ด้วย

ความจำเพาะของเอนไซม์ เป็นผลจำเพาะของการทำงานของเอนไซม์แต่ละตัวหาได้โดยการหารปริมาณของเอนไซม์ (units) ด้วยปริมาณโปรตีนในสารละลายตัวอย่างดังนี้

$$\text{ความจำเพาะ} = \text{ปริมาณของเอนไซม์อะมิเลส (ยูนิต)} / \text{ปริมาณโปรตีน (มก.)}$$

1) การทำกราฟมาตรฐาน

ในการหาปริมาณโปรตีนโดยวิธี Lowry จะวัดการดูดกลืนแสงของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนในสารละลายตัวอย่างกับสารละลาย Folin – Ciocalteu's- phenol ซึ่งในการทำกราฟมาตรฐานจะใช้ BSA เป็นสารมาตรฐาน การทำกราฟมาตรฐาน ปริมาตรและสารต่าง ๆ ที่ใช้แสดงไว้ในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ปริมาตรและสารต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับหาปริมาณโปรตีนโดยวิธี Lowry

สารที่ใช้ (มล.)	หลอดที่				
	Blank	1	2	.....	10
1. สารละลายมาตรฐาน BSA (มล.)	-	0.1	0.2	.....	1.0
2. น้ำกลั่น (มล.)	1.0	0.9	0.8	.....	-
3. เติมสารละลาย C (มล.)	5.0	5.0	5.0	.....	5.0
เขย่าทิ้งไว้ 10 นาที					
4. เติมสารละลาย D (มล.)	0.5	0.5	0.5	.....	0.5
เขย่าแล้วทิ้งไว้ 30 นาทีแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 750 นาโนเมตร					

2) การหาปริมาณโปรตีนในสารละลายตัวอย่าง

นำสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้จากมอลท์ แล้วเจือจางให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสม จากนั้นทำการทดลองเหมือนกราฟมาตรฐาน เพียงแต่ใช้สารละลายตัวอย่างแทนสารละลาย BSA (โดย Blank ให้ใช้ทริสบัฟเฟอร์แทน)

3.4.5. ศึกษาการเก็บรักษาต่อปริมาณเอนไซม์อะไมเลส

นำผงมอลท์ต้นข้าวออกข้าวเจ้า และข้าวเหนียว เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาต่างๆ นานถึง 5 เดือน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์อะไมเลส ปริมาณโปรตีน หาความจำเพาะของเอนไซม์อะไมเลส

3.4.6 หาสารแอนโทไซยานิน (ขมิ้นสุา สุกโตเมือง และคณะ, 2551)

3.4.6.1 การเตรียมสารละลายเอทานอิกไฮโดรคลอริก (Ethanoic HCl)

สารละลาย Ethanoic HCl เป็นสารละลายผสมระหว่าง 95 % ethanol : 1.5 M HCl ในอัตราส่วน 85 : 15 (Rangana, 1997)

3.4.6.2 การทดสอบสารแอนโทไซยานินในพืช

สารแอนโทไซยานินในธรรมชาติเป็นสารที่มีในพืชสีม่วง ม่วงแดง จนถึงน้ำเงิน สารแอนโทไซยานินสามารถเปลี่ยนสีได้เมื่อค่า pH เปลี่ยน ใน pH ที่เป็นกรดมีสีแดง และใน pH ที่เป็นเบสมีสีเขียวอมน้ำเงิน ดังนั้นจึงใช้สมบัตินี้ในการตรวจหาแอนโทไซยานิน

1) นำพืชที่ต้องการทดสอบปริมาณ 1 กรัม มาบดให้ละเอียด จากนั้นหยดสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid ; HCl) ความเข้มข้น 1 M. ปริมาตร 1 ml สังเกตการเปลี่ยนสี ถ้าพืชที่นำมาทดสอบมีสารแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนเป็นสีแดง

2) นำพืชที่ต้องการทดสอบปริมาณ 1 กรัม มาบดให้ละเอียด จากนั้นหยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodiumhydroxide ; NaOH) ความเข้มข้น 1 M ปริมาตร 1 ml สังเกตการเปลี่ยนสี ถ้าพืชที่นำมาทดสอบมีสารแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง หรือสีน้ำเงิน

3.4.6.3 การหาปริมาณสารแอนโทไซยานิน

พืชที่ทดสอบจากข้อ 3.4.5.2 ที่มีแอนโทไซยานิน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณด้วยวิธี estimation of total anthocyanin method (Rangana, 1997; ขนิษฐา สุกใสเมือง และคณะ, 2551)

- 1) นำพืชที่ผ่านการทดสอบปริมาณสารแอนโทไซยานินมาบดให้ละเอียด 1 g
- 2) เติมสารละลาย Ethanoic HCl 25 ml แล้วเก็บทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 15 ° C
- 3) นำพืชที่แช่ด้วยสารละลาย Ethanoic HCl มากรอง โดยเอาเฉพาะสารละลายใส
- 4) ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย Ethanoic HCl ให้ได้ปริมาตร 100 ml
- 5) นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance ; Abs) ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร โดยใช้สารละลาย Ethanoic HCl เป็น Blank
- 6) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปแทนในสูตรการหาปริมาณสารแอนโทไซยานิน มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม / 100 กรัม น้ำหนักสด

การคำนวณหาปริมาณของแอนโทไซยานิน

$$\text{Total Absorbance} = \text{Abs at 535 nm} \times \frac{\text{final volume}}{\text{weight (g)}} \times 100$$

$$\text{Total anthocyanin content} = \frac{\text{Total Absorbance}}{98.2}$$

3.4.7 ความสามารถในการแอนติออกซิแดนซ์(antioxidant activity) (Bandyopadhyay et al., 2008) ความสามารถในการแอนติออกซิแดนซ์ คือการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของสาร และของ β -carotene-linoleic acid โดยวัดการหายไปของสีเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมงที่ความยาวคลื่น 470 nm

3.4.7.1 วิธีการเตรียมสาร

β -carotene 2 g ละลายใน 20 ml chloroform แล้วนำมา 4 ml ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 ml ใส่ 0.04 ml linoleic acid ใส่ 0.4 ml Tween-40 ผสมให้เข้ากัน จากนั้นระเหย chloroform ให้หมดไปที่อุณหภูมิ 40°C จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 100 ml ผสมให้เข้ากัน

3.4.7.2 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างข้าว และมอลท์ข้าวบดละเอียด 2 g เติมน้ำเอทานอล 99.9% 20 ml นำไปเขย่าด้วย homogenizer นาน 15 นาที จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยง 6000 rpm นาน 30 นาที สารละลายใส่เก็บไว้ในหลอดทดลองที่มีฝาปิดเพื่อใช้วิเคราะห์ต่อไป

3.4.7.3 การวิเคราะห์

ปิเปตสารใน 3.4.7.1 มา 6 ml และปิเปตสารใน 3.4.7.2 มา 0.4 ml ผสมให้เข้ากันแล้ว วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 470 nm จากนั้นนำสารละลายเก็บไว้ในหลอดทดลองที่มีฝาปิดที่อุณหภูมิ 50°C นาน 2 ชั่วโมง วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 470 nm

Blank ทำ Control โดยใช้เอทานอล 99.9% 0.4 ml แทนสารใน 3.4.7.2

การคำนวณ

$$\text{Antioxidant activity(\%)} = \frac{(\text{Degradation rate of control} - \text{Degradation rate of sample})}{\text{Degradation rate of control}} \times 100$$

$$\text{เมื่อ Degradation rate} = \ln(a/b) \times 1/t$$

ln = natural log

a = the initial absorbance (470 nm)

b = the absorbance at specific and t the time

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการเพาะต้นกล้าข้าว

จากการทดลองเพาะเมล็ดพันธุ์พืชทั้ง 4 ชนิด คือ ข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์หอมมะลิ ข้าวกล้องเจ้าพันธุ์หอมมะลิ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข.10 ข้าวเหนียวกล่ำมั่ง และข้าวกล้องเจ้าพันธุ์ กข.10 พบว่าต้นอ่อนของข้าวมีลักษณะดังนี้

ข้าวกล้องเมื่อเพาะจนเกิดต้นอ่อนของข้าวกล้องข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ต้นอ่อนที่มีอายุการงอก 2-3 วัน พบว่า ต้นอ่อนมีลักษณะไม่สามารถงอกได้ทั้งหมดมีหนอนขึ้น มีการเกิดการหมักและการเน่า บางแห่งเกิดราสีดำและเหลือง ดังนั้นข้าวกล้องข้าวเหนียวและข้าวกล้องเจ้าไม่สามารถเพาะข้าวออกเพื่อผลิตเอนไซม์ได้ ดังนั้นการทดลองต่อไปจะใช้ข้าวเปลือกข้าวเจ้าและข้าวเปลือกข้าวเหนียว

ข้าวเปลือกเมื่อเพาะจนเกิดต้นอ่อนของข้าวเจ้าพันธุ์หอมมะลิ ข้าวเหนียวกล่ำมั่ง และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.10 ที่มีอายุการงอก 6 วัน พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ กข.10 ต้นอ่อนมีลักษณะของลำต้นอวบอ้วนกว่าข้าวเจ้า ลำต้นและใบจะมีสีเขียวอ่อนปนเหลือง รากจะมีลักษณะเป็นยาวอวบไม่เป็นฝอยยาว 3-4 เซนติเมตร ความยาวของลำต้น 5-6 เซนติเมตร

เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตโดยสังเกตจากความสูงของต้นกล้าพันธุ์พืชที่เพาะ พบว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข.10 จะมีอัตราการเจริญเติบโตช้ากว่าข้าวเจ้าพันธุ์หอมมะลิ

4.2 ผลการการผลิตมอลต์ธัญพืช

ผงมอลต์ข้าวที่ได้จากข้าวทุกพันธุ์กลั่นหอมคล้ายยอดข้าวอ่อน หอมชวนกิน เหมาะกับการใส่ลงในเครื่องดื่มร้อน ทำเป็นแคปซูลไม่นำบริโภค

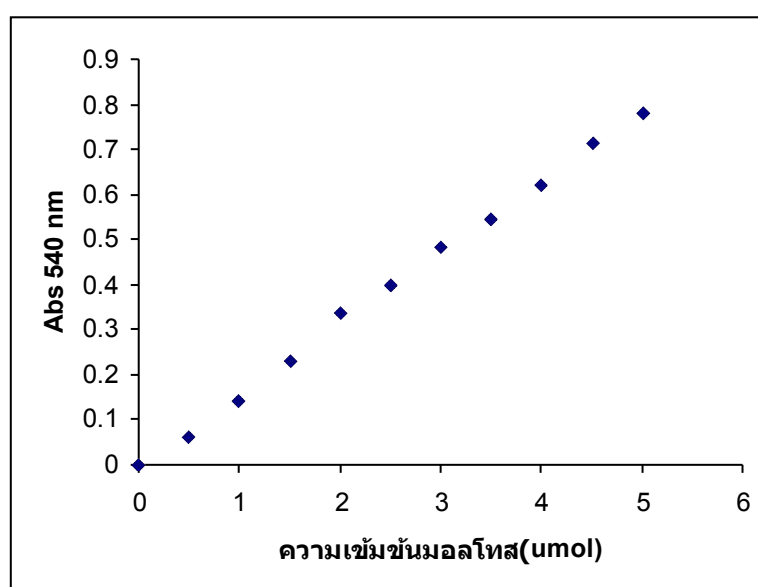
4.3 ผลการสกัดเอนไซม์อะมิเลสจากข้าวออก

ในการสกัดเอนไซม์อะมิเลสจากข้าวออก 3 ชนิดคือข้าวเจ้าพันธุ์หอมมะลิ ข้าวเหนียวกล่ำมั่ง และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.10 พบว่า สารละลายของเอนไซม์ (crude enzyme) จากต้นข้าวออก 2 ชนิด มีลักษณะเป็นสารละลายสีขาวขุ่น ส่วนข้าวเหนียวกล่ำมั่ง เขาคือสารละลายเอนไซม์มีสีม่วง

4.4 ผลการหาปริมาณเอนไซม์อะมิเลสในข้าวงอก

4.4.1 ผลการทำกราฟมาตรฐานมอลโทส

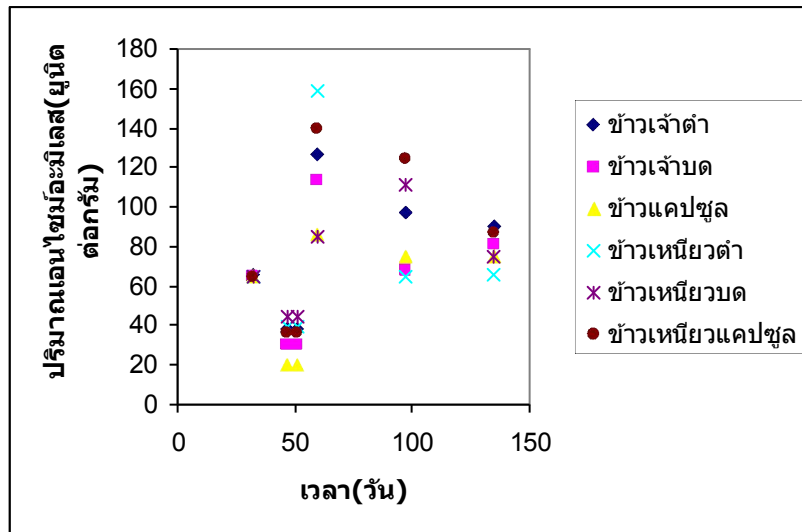
ในการทดลองทำกราฟมาตรฐานของการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ได้โดยใช้สารละลายมอลโทสที่มีความเข้มข้นต่างๆ กันเป็นมาตรฐาน และใช้สารละลาย DNS ในการทำปฏิกิริยาให้เกิดสารละลายสีส้มแดง หลังจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร เมื่อเขียนกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมอลโทสจะได้กราฟที่มีเส้นตรง ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กราฟมาตรฐานของการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี DNS

4.4.2 ผลการหาปริมาณเอนไซม์อะมิเลสจากข้าวงอกที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลาต่างๆ

จากการนำข้าวงอกที่มีอายุการงอก 6 วัน อบและบดแล้วเรียกว่าผงมอลท์ข้าวเจ้าและข้าวเหนียวนำไปเก็บรักษาไว้โดยบรรจุถุงพลาสติก และบรรจุแคปซูล เก็บไว้ที่เวลาต่างๆ กันมาวิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์อะมิเลส โดยวิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีน้ำตาลแดงที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ในสารละลายเอนไซม์กับกรด 3, 5 - ไดไนโตรซาลิไซลิก ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ซึ่งน้ำตาลรีดิวซ์นั้นเกิดขึ้นเนื่องจากการย่อยแป้งด้วยเอนไซม์อะมิเลส ปริมาณเอนไซม์อะมิเลสในผงมอลท์ข้าวเจ้าและข้าวเหนียวคำนวณเป็นหน่วยเอนไซม์ (enzyme units) ดังภาพที่ 4.2



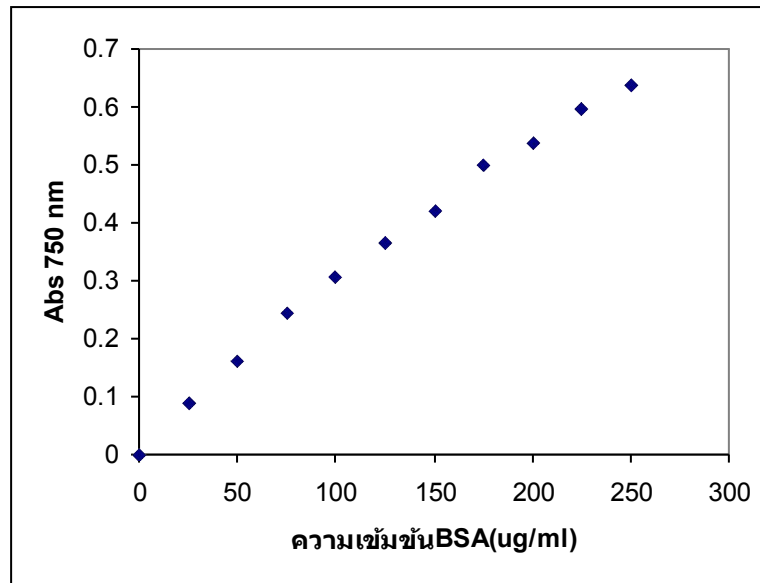
ภาพที่ 4.2 ปริมาณเอินไซม์อะมิเลสที่เวลาต่างๆ ในพวงมอลท์ข้าวงอก 6 วัน ผ่านการอบให้แห้งเก็บรักษาไว้

4.5 ผลการหาปริมาณโปรตีนในพวงมอลท์

จากการหาปริมาณโปรตีนในข้าวงอก 2 ชนิด โดยใช้วิธี Lowry และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนกับสารละลาย folin-ciocalteau's phenol ได้ผลการทดลองดังนี้

4.5.1 ผลการทำกราฟมาตรฐาน BSA

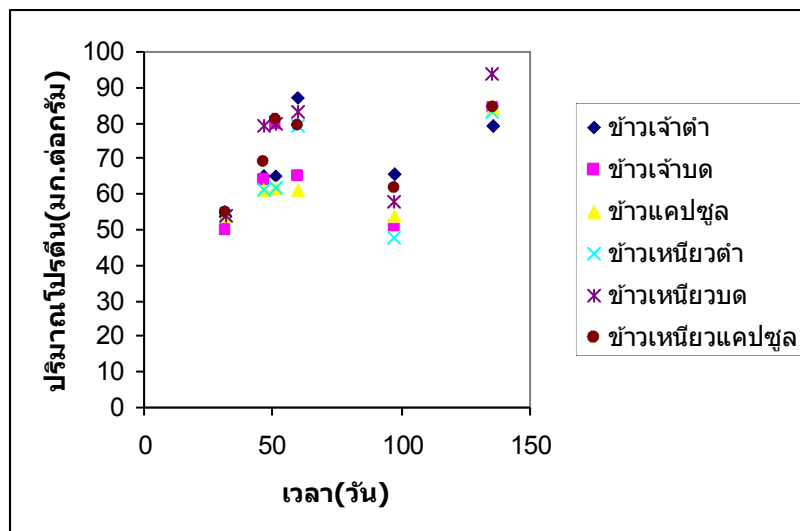
การทำกราฟมาตรฐานของการหาปริมาณโปรตีนโดยใช้ BSA ที่มีความเข้มข้นต่างๆ กันเป็นสารโปรตีนมาตรฐาน ทำปฏิกิริยากับรีเอเจนต์ต่างๆ ทิ้งไว้ 30 นาที จะได้สารละลายสีน้ำเงินนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร แล้วเขียนกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณของสารละลายโปรตีนมาตรฐานจะได้กราฟเส้นตรงดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 กราฟมาตรฐานของการหาปริมาณโปรตีนโดยวิธี Lowry

4.5.2 ผลการหาปริมาณโปรตีนจากผงมอลท์ข้าวงอก 2 ชนิดที่เก็บรักษาไว้

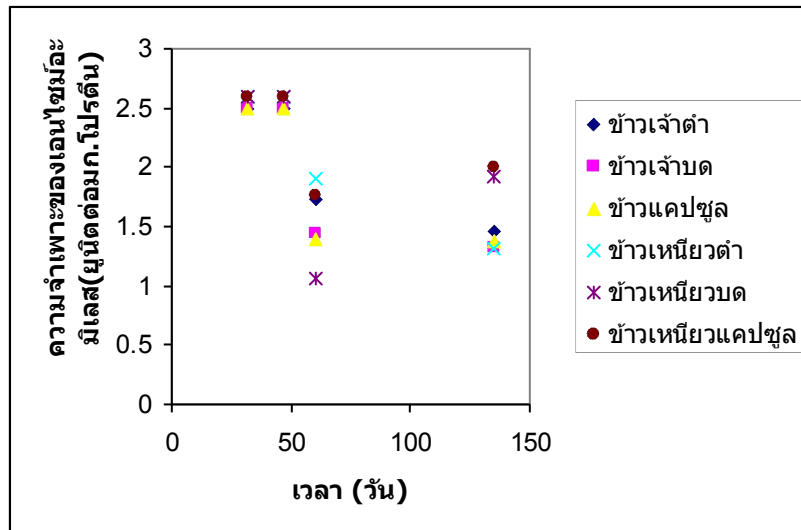
นำผงมอลท์ข้าวงอก 2 ชนิด ที่อบและทำให้ละเอียดแล้วเก็บรักษาไว้ที่เวลาต่างๆ มาหาปริมาณโปรตีนในสารละลายตัวอย่างเอนไซม์ โดยทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนกับสารละลาย folin-ciocalteau's phenol ปริมาณโปรตีนที่ได้ ได้จากการเทียบกับกราฟมาตรฐาน แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณโปรตีนในสารละลายของข้าวงอก ได้ปริมาณโปรตีน ดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ปริมาณโปรตีนในผงมอลท์ข้าวงอกที่อบและบดละเอียดแล้วเก็บรักษาไว้ที่เวลาต่างๆ

4.6 ผลการหาความจำเพาะของเอนไซม์อะมิเลสในผงมอลต์จากต้นข้าวงอก

ปริมาณของเอนไซม์อะมิเลสที่ได้ นำมาคำนวณหาความจำเพาะของเอนไซม์ โดยการนำปริมาณของโปรตีนไปหาร ได้ค่าเป็นยูนิตต่อ มก.โปรตีน ซึ่งแสดงผลดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 แสดงความจำเพาะของเอนไซม์อะมิเลสจากผงมอลต์ข้าวงอกที่เก็บรักษาไว้เวลาต่างๆ

เมื่อเก็บรักษาไว้เวลาต่างๆพบว่าความจำเพาะของเอนไซม์อะมิเลสในผงมอลต์ต้นกล้าข้าวเจ้าและข้าวเหนียวทั้ง 2 พันธุ์มีค่าคงที่

4.7 หาสารแอนโทไซยานิน

สารแอนโทไซยานินจะพบในพืชที่มีสีม่วงแดง เช่น กระเจี๊ยบ ในข้าวกล่ำม่วงพบสารแอนโทไซยานินดังต่อไปนี้ ข้าวเหนียวกล่ำม่วง 29.6 มิลลิกรัม/100กรัมน้ำหนักสด

มอลต์ข้าวเหนียวกล่ำม่วง งอก 58.6 มิลลิกรัม/100กรัมน้ำหนักสด

4.8 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ(antioxidant activity)

ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวกล่ำม่วงและมอลต์ข้าวเหนียวกล่ำม่วงงอกโดยคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์แอกติวิตีของสารอนุมูลอิสระ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์แอกติวิตีของสารอนุมูลอิสระ

มอลท์	แอนติออกซิแดนท์			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย
ข้าวเหนียวกล่ำม้ง	93.18	94.03	93.37	93.5
มอลท์ข้าวเหนียวกล่ำม้งอก	98.10	97.72	97.91	97.91

4.9 ผลการผลิตมอลท์จากข้าวงอก

จากการเพาะเมล็ดข้าว 2 ชนิด ได้แก่ ข้าวเจ้าพันธุ์หอมมะลิ และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.10 แล้วนำมาผลิตมอลท์ธัญพืชตามการทดลองในหัวข้อ 3.4.1 พบว่ามอลท์ที่ได้จากการตำด้วยครกมีลักษณะคล้ายกัน คือ เป็นผงหยาบและมีกลิ่นหอม ส่วนข้าวงอกที่อบและบดด้วยเครื่องบดอาหารมอลท์ธัญพืชที่ได้เป็นผงละเอียด มอลท์ธัญพืชที่ผลิตได้นำไปบรรจุเม็ดแคปซูล ทำชาข้าวงอกแสดงในภาพที่ 4.6



1



2



3

ภาพที่ 4.6 แสดงข้าวที่ใช้ทำชาข้าวงอก 1.ข้าวเปลือกเหนียวกล่ำม้ง 2.ข้าวเปลือกเหนียวกล่ำม้ง
เพาะงอก 3. ข้าวเปลือกเหนียวกล่ำม้งเพาะงอกทำชาบรรจุซอง

4.10 ผลการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค

นำชาข้าวงอกให้ผู้บริโภคมชิมจำนวน 36 คน ซึ่งเป็นเพศหญิง 30 คน และชาย 6 คน อายุเฉลี่ย 40 ปี มีอาชีพ เป็นอาจารย์ 7 คน นักศึกษา 9 คน และมีอาชีพค้าขาย 20 คนเมื่อชิมแล้วตอบแบบสอบถามผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภคเมื่อชิมชาข้าวงอก

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ย (s.d.)	ผล
บรรจุภัณฑ์ (การบรรจุ)	7.8 (0.886)	มีความชอบมาก
การบรรจุซองชา	7.6 (0.745)	มีความชอบมาก
สีน้ำชา	8.2 (0.712)	มีความชอบมาก
กลิ่น	8.3 (0.627)	มีความชอบมาก
รสชาติ	7.8 (0.894)	มีความชอบมาก
ความชอบโดยรวม	8.1 (0.453)	มีความชอบมาก

นำชาข้าวงอกให้ผู้บริโภคชิม เมื่อชิมแล้วตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับคุณลักษณะ บรรจุภัณฑ์ (ซองลามิเนต) การบรรจุซองชา รสและสีของน้ำชาตอบว่ามีระดับความชอบมาก กลิ่นของชาตอบว่ามีระดับความชอบมาก ชาข้าวงอกมีความชอบโดยรวมตอบว่าชอบมาก พบว่ามีข้อเสนอแนะดังนี้ กลิ่นหอมνάค้ม รสชาติจืดชืดเกินไปมีแต่กลิ่นหอมสีสวยเท่านั้น ค้มแล้ว่วงนอน ควรแต่งเติมรสชาติให้มีรสมากกว่านี้ ควรเติมรสให้หวานกว่านี้ ค้มแล้วรู้สึกผ่อนคลาย ค้มาก่อนนอนหลับสบายดี สบายท้อง หายท้องอืด ควรค้หลังอาหารและก่อนนอน เพื่อช่วยในการย่อยอาหารและอาการอืดท้อง มีการขับถ่ายดี ควรมีค้ยสายห้อยเพื่อสะดวกและสะดวกในการหยิบถุงชา ควรผลิตเป็นสินค้า ควรบอกประโยชน์ของชาข้าวงอกด้วย ที่ชองด้านนอกควรมีฉลาก บอกรายละเอียดส่วนประกอบ ผู้ผลิต ให้มีสีสวยงามน่าสนใจ

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการวิเคราะห์

5.1 สรุป

เอนไซม์อะไมเลสจากข้าวงอกนี้สามารถใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพได้ ชาที่ผลิตขึ้นจากข้าวเหนียวกล่ำม้งอก จะให้เอนไซม์อะไมเลสอยู่ในช่วง 65-106.6 ยูนิตต่อกรัม มีค่าความจำเพาะเอนไซม์ 2.65-1.32 ยูนิตต่อมิลลิกรัมโปรตีน มีสารแอนโทไซยานิน 58.6 มิลลิกรัม/100 กรัม มีสารต้านอนุมูลอิสระโดยคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์แอกติวิตีของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) เท่ากับ 97.91 สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3-4 เดือน ชาที่ผลิตจากข้าวงอกมีเอนไซม์อะไมเลสเต็มหลังอาหารช่วยย่อยอาหารได้

5.2 วิจารณ์

ในข้าวกล่ำม้งอกมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูง เช่น ข้าวกล่ำม้งอก ข้าวกล่ำไร ข้าวกล่ำม้งอก ค่าเปอร์เซ็นต์แอกติวิตีของสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 79-97.91 มีสารประกอบฟีนอลิก (total phenolics) 103.4-252 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม มีสารแอนโทไซยานิน 24.32-251.9 ที่เลือกใช้ข้าวกล่ำม้งอกเนื่องจากจะมีค่าความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด (วิไลพร ปองเพียร และคณะ, 2551) ดังนั้นจึงเลือกใช้ข้าวกล่ำม้งอกมาทำเป็นกล่ำม้งอกแล้วทำเป็นชาเมื่อรับประทานชงกับน้ำร้อนแล้วชาจะมีสีม่วงดำ กลิ่นหอมตามธรรมชาติของข้าวเหนียวกล่ำม้งอก ชาที่กินแล้วง่วงนอนเพราะมีสารกาบา (gamma amino butyric acid) GABA ซึ่งมีอยู่ในข้าวงอก (พัชรี ตั้งตระกูล, 2550) ช่วยให้เกิดการผ่อนคลายและช่วยให้นอนหลับได้ดี ช่วยย่อย แล้วยังนอกจากจะได้เอนไซม์อะไมเลสแล้วยังได้สารแอนโทไซยานินจากข้าวเหนียวกล่ำม้งอก ชาดื่มเหมาะที่จะกินหลังอาหารช่วงเย็น ทำให้หลับสบาย อาหารย่อยดี ถ้าจะเสริมกลิ่นใส่ใบเตย กลีบกุหลาบ น่าจะทำให้หอมอร่อยขึ้น GABA จัดเป็นสารสื่อประสาทประเภทยับยั้ง ซึ่งจะช่วยให้เกิดการผ่อนคลายและช่วยให้นอนหลับได้ดี โดย GABA จะทำหน้าที่รักษาสมดุลในสมองทำให้สมองที่ได้รับการกระตุ้นมีความสมดุลจากสาร inhibitor หน้าที่ในการรักษาสมดุลของ GABA คือ จะทำการกระตุ้น anterior pituitary ซึ่งทำหน้าที่ผลิต Growth Hormone (HGH) ซึ่ง HGH จะทำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อและกล้ามเนื้อ และเกิดสาร lipotropic ซึ่งเป็นสารที่ไม่ชอบไขมัน จึงไม่เกิดการสะสมของไขมัน ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความกระชับ และช่วยป้องกันการเกิดริ้วรอย รวมทั้งช่วยให้ร่างกายผู้สูงอายุทำงานเป็นปกติดี มีรายงานว่า

เมื่อนำข้าวไปทำหึ่งออกก็จะทำให้ได้สารอาหารเพิ่มขึ้น ได้แก่ โยอาหาร อินนอซิทอล กรดเฟอรูลิก กรดไฟติก โทโคไทรอินอล แมกนีเซียม โพแทสเซียม สังกะสี แกมมา ออริซอล และ GABA

สารชีวภาพในข้าวออกที่สำคัญต่อสุขภาพ (biological function) ได้แก่

1. GABA ช่วยลดความดันโลหิต เพิ่มระดับของเมตาโบลิซึมในสมอง ป้องกันการปวดศีรษะ และลดความเครียด ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะผนังเส้นเลือดแดงหนา และระบบการหมุนเวียนโลหิตไม่เป็นปกติ อาจทำให้เกิดภาวะเส้นเลือดในสมองแตก ป้องกันการนอนไม่หลับและอาการกระวนกระวายใจทำให้การทำงานของไตเป็นปกติ และป้องกันการเกิดโรคอัลไซเมอร์

2. โยอาหาร ช่วยให้ระบบขับถ่ายเป็นไปด้วยดี ป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ รักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้เป็นปกติ

3. Inositols ช่วยเร่งการเผาผลาญของไขมัน ป้องกันการเกิดไขมันสะสมในตับและไขมันอุดตันในเส้นเลือด

4. Ferulic acid เป็นแหล่งของสารที่สคัญภาพในการต้านอนุมูลอิสระ

5. Phytic acid ป้องกันอนุมูลอิสระ ป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน ป้องกันการเกาะตัวของเกล็ดเลือด

6. Tocotrienols ป้องกันอนุมูลอิสระ ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต ลดคอเลสเตอรอล ชัยยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง

7. Magnesium ป้องกันการเกิดโรคหัวใจ

8. Potassium ลดความดันโลหิต

9. Zinc ป้องกันแข็งตัวของหลอดเลือดแดงเล็ก

10. Gamma oryzanol ต่อด้านอนุมูลอิสระ ป้องกันการเกิดริ้วรอยจากวัยบนผิวหนัง ปรับระดับคอเลสเตอรอล

11. Prolylendoropeptidase inhibitor ป้องกันโรคอัลไซเมอร์

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณา สุคทสาร, [Online], available HTTP
<http://ubn.ricethailand.go.th/document/kitsana/brown/pic.4.gif> 17 ธค. 2551
- ศศิธร แท่นทอง. (2550). การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแอลกอฮอล์จากมันมือเสือ.
เพชรบูรณ์:มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- ขนิษฐา สุกใสเมือง, ศศิธร แท่นทอง และรังสรรค์ เฟื่องพัด. (2551). การตรวจหาปริมาณสารแอนโทไซยานินในพืชที่มีสี. นเรศวรวิจัยครั้งที่4. วันที่28-29 กรกฎาคม 2551. ณ อาคารคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ข้าวกล้องงอก.(2549).[Online], Available
HTTP:<http://pcog.pharmacy.psu.ac.th/thi/Article/2549/06-2549/rice.doc>
- ชาญวิทย์ รัตนราศรี.(2550). ข้าวกล้องงอก “กาบาไรซ์ (GABA-rice)” นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ข้าวไทยในตลาดโลก [Online],Available HTTP:<http://www.nia.or.th/innolinks/200701/innovtrend.htm>
- นิลวรรณ เพชรบูรณ์. พลังแห่งเอ็นไซม์บำบัด. กรุงเทพฯ:วงพิมพ์. 2548
- ลลิตา ธีระศิริ.(2550).[Online].Available HTTP [http:// pha.narak.com/ topic.php? No = 01541](http://pha.narak.com/topic.php?No=01541)
- BRIA Health Center. อาการของร่างกาย และเอ็นไซม์บำบัด. กรุงเทพฯ: BRIA
- กรุงเทพธุรกิจ .ญี่ปุ่นโชว์นวัตกรรมข้าวสร้างภูมิคุ้มกันต้านสารพัดโรค. กรุงเทพธุรกิจ สุกรีที่ 28 พ.ค. 2547 [Online].Available HTTP [http:// www.bangkokbiznews.com](http://www.bangkokbiznews.com)
- อัคระบทกาน ปาทาน. (2540).การผลิตมอลโทเดกซ์ทรินโดยใช้มอลท์ธัญพืช .วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตร์ มหบัณฑิตสาขาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พัชรี ตั้งตระกูล. GABA ในคัพพะข้าวและข้าวกล้องงอก. ว.อาหาร ปี 37 น.4 ตุลาคม-ธันวาคม 2550
- วิไลพร ปองเพียร, ศศิธร แท่นทอง และรังสรรค์ เฟื่องพัด.(2551). ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในพืชพื้นบ้านที่มีสีม่วงแดง. ว.วิท.กษ.365-6 (พิเศษ)
- อรอนงค์ นัยวิกุล.(2538). เคมิทางัญญาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2538
- อุมา แสงคราม และ ลำพิ่ง พุ่มจันทร์ . (2550).ข้าวกล้องงอก. [Online],Available
HTTP:<http://www.research.msu.ac.th/mrc3/data/7009965.doc>
- จารุรัตน์ สันเต ,วรุณ ศรีเจษฎารักษ์ และรัชฎา ตั้งวงศ์ไชย .(2550). ผลของกระบวนการแช่และ
กระบวนการงอกของข้าวกล้องต่อปริมาณสารGABAในข้าวกล้องงอก. ว.วิท.กษ.38(6) (พิเศษ)

สภาพเมื่อขาดเอนไซม์. [Online],Available

HTTP:.,<http://www.anathenature.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=513995&Ntype=10> (19

ธันวาคม 2551)

ชาและธัญพืช. [Online],Available 2551)

สุพิศ จินดาวณิก. (2524) ชีวิตเคมีคัลเล็ม1. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย