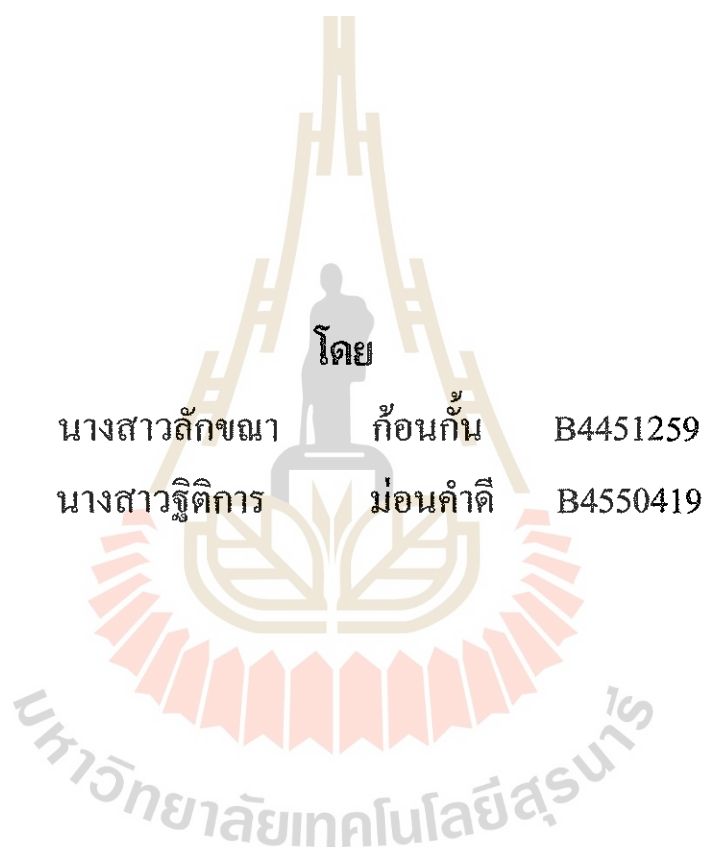


รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรื่อง

การวิเคราะห์ Proximate และปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้าหอมมะลิ
(Proximate analysis and amylose Concentration in Jasmine rice)



รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา (305497/305490)

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรื่อง

การวิเคราะห์ Proximate และปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้าหอมมะลิ

(Proximate analysis and amylose Concentration in Jasmine rice)

โดย

นางสาวลักขณา

ก้อนก้น

B4451259

นางสาวฐิติการ

ม่อนคำดี

B4550419

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติงาน ณ บริษัท เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด

89 หมู่ 3 ถนน สีคิ้ว – ชัยภูมิ ตำบลวังโรงใหญ่

อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา 30140

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgment)

การที่คณะผู้จัดทำได้มาปฏิบัติการศึกษา ณ บริษัท เชนเนอร์ ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 18 เมษายน พ.ศ.2548 ถึงวันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ.2548 ส่งผลให้คณะผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่มีค่ามากมายที่เพิ่มขึ้นนอกเหนือจากตำรา ซึ่งเป็นความรู้ที่มีคุณค่ามากในการปฏิบัติงานครั้งนี้ สำหรับรายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือ และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณภาณุพงศ์ กิตติวงษ์วิวัฒน์ ผู้จัดการฝ่ายโรงงานที่เอื้อเฟื้อข้อมูลต่างๆในการทำรายงาน
2. คุณนวรรตน์ เดชวิทย์วุฒิ หัวหน้าแผนกตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งเป็น Job Supervisor ที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ในการปฏิบัติงานและจัดทำรายงาน
3. คุณกิ่งแก้ว สุขกำเนิด เจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งเป็น Q.C. Supervisor ที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ในการปฏิบัติงานและจัดทำรายงาน
4. อาจารย์สุนันทา ทองทา อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีซึ่งเป็นผู้มีานเทศการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน ทางคณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล และเป็นพี่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ผู้จัดทำรายงาน

5 สิงหาคม 2548

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

(Abstract)

บริษัท เชนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตสินค้าที่เป็นแป้งข้าว ซึ่งมี 3 ชนิดคือ แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า และแป้งผสม จากการที่ได้ปฏิบัติงาน ในบริษัทเชนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด โดยได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่ในแผนกตรวจสอบคุณภาพ ได้ปฏิบัติงานในด้านการตรวจสอบคุณภาพแป้งข้าวทั้งทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และ ด้านชีวภาพ และยังได้รับมอบหมายให้ศึกษาวิเคราะห์ proximate และวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้าหอมมะลิ รวมถึงการวิเคราะห์หาปริมาณข้าวปน การเก็บข้อมูลต่างๆของน้ำแป้งที่ผ่านกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน และยังได้รับมอบหมายให้ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณคลอรีนในน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จะสามารถใช้เป็นประโยชน์และนำมาเป็นข้อมูลเพื่อประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป

ในการปฏิบัติงานดังกล่าวข้างต้นส่งผลให้รู้ถึงระบบการตรวจสอบคุณภาพต่างๆในบริษัท และองค์ประกอบต่างๆของข้าวเจ้าหอมมะลิ รวมถึงกระบวนการผลิตแป้ง ซึ่งในระยะยาวอาจจะมีการนำวิธีการเหล่านี้มาใช้ในการตรวจสอบการรับวัตถุดิบเพื่อให้ได้ข้าวและแป้งที่มีคุณสมบัติตรงตามที่ต้องการได้ และในการปฏิบัติงานดังกล่าวข้างต้น ส่งผลให้รู้ถึงระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำต่างๆในบริษัท และได้ทราบถึงความแตกต่างของการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยวิธีการไทเทรตกับการใช้วิธีการแบบ Chlorine Test Kit ว่าการใช้วิธีการใดให้ผลที่แน่นอน และถูกต้อง



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ

บทที่ 1 บทนำ

- รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท เชนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด	1
- นโยบายคุณภาพของบริษัท เชนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด	2
- เป้าหมายแผนตรวจสอบคุณภาพของบริษัท เชนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด	2
- โครงสร้างหน่วยงานของของบริษัท เชนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด	3
- กระบวนการผลิตแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียว	4

บทที่ 2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติและโครงการที่ได้รับมอบหมาย

- รายละเอียดการปฏิบัติงานและหน้าที่ที่ได้รับ	5
- การตรวจรับวัตถุดิบ	5
- การตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ	5
- การตรวจสอบคุณภาพด้านเคมี	5
- การตรวจสอบคุณภาพด้านชีวภาพ	6
- การตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต	6
- บทนำ “ข้าว”	7
- โครงสร้างของเมล็ดข้าว	7
- ลักษณะบางประการของข้าว	8
- องค์ประกอบทางเคมีของข้าว	8
- ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของข้าว	9
- อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของข้าว	11
- คุณสมบัติของแป้ง	
1. การเกิดเจลาตินไนเซชัน (gelatinization)	12
2. การเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation)	13
- การคัดเลือกข้าวปน	13
- ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวและความสามารถในการละลายของแป้ง	15

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
- รายละเอียดในการปฏิบัติโครงการ	17
- ตารางรวมข้อมูลวิเคราะห์ตัวอย่างข้าว	18
- สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	19
- ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ข้าวปนและปริมาณอะไมโลส	19
- เปรียบเทียบวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสทั้ง 2 วิธี	21
- ความสัมพันธ์ของปริมาณ อะไมโลส กับค่าViscosity ของข้าวเจ้า	21
- เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบทางเคมีและค่า Viscosity ของข้าว	22
บทที่ 3 สรุปผลการปฏิบัติงาน	
- สรุปผลการปฏิบัติงานด้านต่างๆ	25
- ข้อเสนอแนะ	26
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	30
รายละเอียดในการปฏิบัติโครงการที่ได้รับมอบหมาย	
- การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในตัวอย่างข้าว	31
- การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารโภชนาการในตัวอย่างข้าว	31
- การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารหยาบในตัวอย่างข้าว	33
- การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในตัวอย่างข้าว	34
- การวิเคราะห์ข้าวเจ้าพันธุ์อื่นที่ไม่ใช่ข้าวหอมมะลิ(สลายในค้าง)	35
- การวิเคราะห์ข้าวเจ้าพันธุ์อื่นที่ไม่ใช่ข้าวหอมมะลิ(ย้อมสีด้วยไอโอดีน)	35
- การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ข้าวเหนียวปนในข้าวเจ้า	36
- การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าว (วิธีที่ 1)	37
- การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าว (วิธีที่ 2)	38
- การวิเคราะห์ค่าความหนืดโดยใช้เครื่อง Brabender viscoamylograph	39
- ตารางแสดงผลการทดลอง	41
- การเตรียมสารละลาย	70

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือกและส่วนที่ได้จากการขัดสีที่ความชื้น 14%	9
2. แสดงระดับการสลายเมล็ดข้าวในต่างประเทศระดับ	14
3. แสดงข้อมูลรวมองค์ประกอบของข้าวเจ้าที่วิเคราะห์	18
4. แสดงผลการวิเคราะห์ได้ในตัวอย่างข้าว	41
6. แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารโภชนาการ (Dietary fiber) ในตัวอย่างข้าว	43
8. แสดงผลการวิเคราะห์ใยอาหารหยาบ (Crude fiber) ในตัวอย่างข้าว	45
10. แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในตัวอย่างข้าว	47
12. แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในตัวอย่างน้ำแป้ง	50
13. แสดงผลการวิเคราะห์หา % ของข้าวเจ้าพันธุ์อื่นโดยวิธีการย้อมสีไอโอดีน	51
15. แสดงผลการวิเคราะห์หา % ข้าวเหนียวปนในข้าวเจ้าหอมมะลิ	53
17. แสดงผลการวิเคราะห์หา % ข้าวปนโดยวิธีสลายในค่า	55
20. แสดงข้อมูลของอะไมโลสมาตรฐาน (วิธีที่ 1)	60
21. แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าว(วิธีที่ 1)	61
23. แสดงข้อมูลของอะไมโลสมาตรฐาน (วิธีที่ 2)	64
24. แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้า (วิธีที่ 2)	65
26. แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ปริมาณความหนืดในตัวอย่างข้าวเจ้าและน้ำแป้ง	68

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1. โพรตีนรูปร่างกลมขนาดเล็ก และขนาดใหญ่แทรกระหว่างเม็ดสตาร์ช จากกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด	10
2. ระยะในการเกิดเจลาติไนเซชันของเม็คแป้ง	13
3. แสดงลักษณะการสลายในต่างของเมล็ดข้าวแต่ละระดับ	14
4. ลักษณะเมล็ดข้าวเจ้าที่สลายตัวในสารละลายเบส	59
5. แสดงกราฟมาตรฐานของอะไมโลส(วิธีที่ 1)	60
6. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและปริมาณอะไมโลส (วิธีที่ 1)	63
7. แสดงกราฟมาตรฐานของอะไมโลส(วิธีที่ 2)	64
8. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและปริมาณอะไมโลส (วิธีที่ 2)	67



บทที่ 1

บทนำ

1. วัตถุประสงค์

- ◆ เพื่อศึกษาการทำงานภายในบริษัท เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด
- ◆ เพื่อศึกษาการตรวจวิเคราะห์คุณภาพแป้งข้าวเจ้าในด้านต่างๆ
- ◆ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดของแป้งข้าวเจ้าหอมมะลิ
- ◆ เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์จากการทำงานจริง
- ◆ เพื่อปรับตัวให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
- ◆ เพื่อให้ทราบข้อบกพร่องของตนเองที่ควรปรับปรุงพัฒนาเพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้

2. รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท

2.1 ประวัติความเป็นมา

บริษัท เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ได้เริ่มก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2539 และได้เปิดทำการเมื่อเดือนกันยายน 2540 สถานที่ตั้งบริษัทฯ ตั้งอยู่ที่ 89 หมู่ 3 ต.วังโรงใหญ่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา 30140 โดยได้เปิดโรงงานแห่งแรกบนเนื้อที่ 116 ไร่ ประกอบไปด้วยอาคารสำนักงาน 2 ชั้น และตัวโรงงานติดกัน มีการเดินเครื่องจักรตลอด 24 ชั่วโมง เป็นบริษัทที่มีกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่อง สะอาดและทันสมัย โดยสินค้าทางบริษัทฯ ส่วนใหญ่จำหน่ายไปยังต่างประเทศ สินค้าที่จำหน่ายภายในประเทศจะจำหน่ายภายใต้ตราสินค้า “ตราบัวใหญ่”

ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่บริษัทฯ ทำการผลิต

1. แป้งข้าวเหนียว
2. แป้งข้าวเจ้า
3. แป้งผสม

จำนวนพนักงาน : มีทั้งสิ้น 193 คน

- ชาย 144 คน
- หญิง 49 คน

ช่วงเวลาในการทำงาน : แบ่งเป็น 3 กะ ดังนี้

กะเช้า เวลาทำงาน 07.00-16.00 น.

กะบ่าย เวลาทำงาน 15.00-24.00 น.

กะดึก เวลาทำงาน 23.00-08.00 น.

พนักงานสำนักงาน เวลาทำการ 08.00-17.00 น.

ทางบริษัทฯ ได้พัฒนากระบวนการผลิตและขยายกำลังการผลิตออกไปและมีการพัฒนาทั้งผลิตภัณฑ์และบุคลากรควบคู่ไปกับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอย่างต่อเนื่อง

2.2 นโยบายคุณภาพของบริษัทฯ

บริษัท เชนเนอร์ ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ได้พัฒนาจัดสร้างระบบการบริหารงานคุณภาพขึ้นภายในบริษัท และได้ใช้มาตรฐานคุณภาพ ISO 9001:2000 , HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) และหลักเกณฑ์ GMP (Good Manufacturing Practice) เพื่อเป็นเครื่องมือในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพและความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ โดยมุ่งหวังให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุดในสินค้าและบริการของบริษัท

นโยบายคุณภาพ

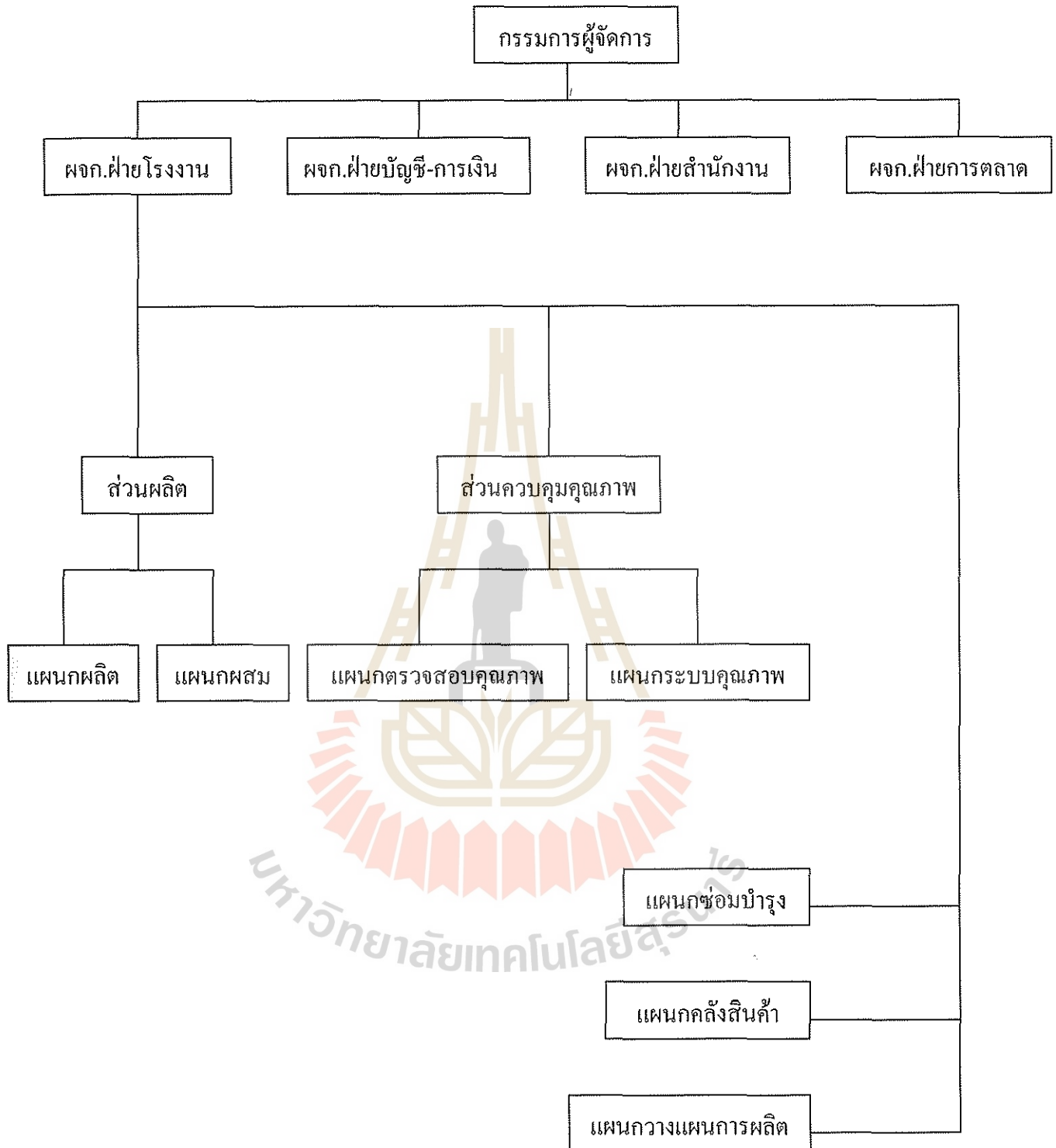
“ผลิตสินค้าที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และมีการพัฒนาคุณภาพสินค้า บุคลากร และระบบบริหารงานคุณภาพอย่างต่อเนื่อง”

“Producing only the products that conform to customer requirements, Safe for consumer, and Continuously improve in quality of product, People, and quality management system”

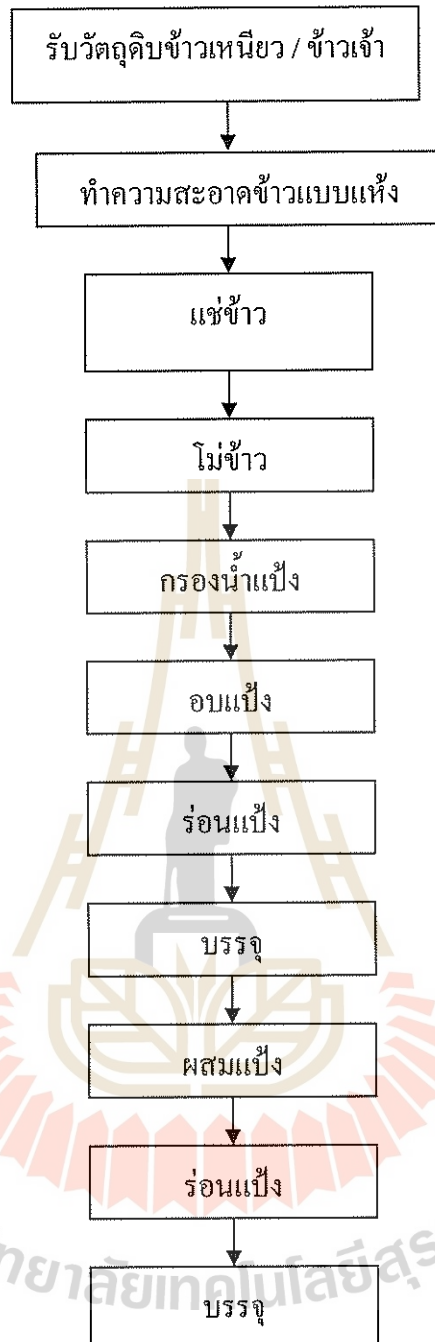
เป้าหมายแผนกตรวจสอบคุณภาพ

1. ประสิทธิภาพการตรวจสอบคุณภาพถูกต้อง
2. ไม่มีข้อร้องเรียนจากลูกค้าด้านคุณภาพแบ่ง
3. ผลิตให้มีแป้งที่ไม่ผ่านเกณฑ์ไม่เกิน 3%

โครงสร้างของหน่วยงานภายในบริษัท เยนเนอร์ล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด



การผลิตแป้งข้าวเหนียว / ข้าวเจ้า



บทที่ 2

รายละเอียดการปฏิบัติงานและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

จากการปฏิบัติงานใน บริษัท เชนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ด้านการควบคุมคุณภาพ โดยตรวจสอบการรับวัตถุดิบ ตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ ทางด้านชีวภาพ และทางด้านเคมี และได้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต อีกทั้งยังได้ศึกษากระบวนการตรวจสอบภายในของบริษัท (Internal audit) นอกจากนี้ยังได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในการศึกษาคุณสมบัติของข้าวเจ้า โดยได้มีการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของข้าว และตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวด้วยวิธีต่างๆ

1. การตรวจรับวัตถุดิบ

- วัดความชื้นของเมล็ดข้าว
- วัดความขาวของเมล็ดข้าว
- สิ่งเจือปนอื่นๆที่ไม่ใช่ข้าว
- หาเปอร์เซ็นต์ข้าวเหนียว – ข้าวเจ้าปน
- ข้าวเหลืองและข้าวดำ
- ความขาวนึ่ง
- ขนาดนึ่ง

2. การตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ

- วัดความชื้น
- วัดความเป็นกรด-ด่าง
- วัดความขาว
- กลิ่นแป้ง
- ตรวจสอบสิ่งเจือปนและจุดดำ

3. การตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมี

- ตรวจวิเคราะห์โปรตีน

4. การตรวจสอบคุณภาพทางด้านชีวภาพ

- ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)
- ตรวจสอบปริมาณ Coliform bacteria และ *E.coli*
- ตรวจสอบปริมาณ Yeast และ Mold
- ตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธีการ Swab test

5. การตรวจสอบคุณภาพน้ำที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต

- ค่าความกระด้าง
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง
- ปริมาณคลอรีน
- ความขุ่น-ใส



บทนำ

“ข้าว” ซึ่งแบ่งออกเป็นข้าวเหนียวและข้าวเจ้า นั้น นอกจากจะใช้บริโภคเป็นอาหารหลักประจำวันของประชาชนแล้ว ยังใช้ทำเป็นอาหารรสหวานชนิดต่าง ๆ ทำเป็นแป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้าและทำเส้นก๋วยเตี๋ยวอีกด้วย โดยเฉพาะข้าวเหนียวใช้ทำเป็นของหวานมากกว่าข้าวเจ้า ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตแอลกอฮอล์ก็ได้เอาข้าวเหนียวไปหุงแล้วผสมกับน้ำตาลและเชื้อยีสต์ เพื่อทำให้เกิดการหมัก (fermentation) โดยมีจุดประสงค์ให้ยีสต์เปลี่ยนแป้งเป็นแอลกอฮอล์ สำหรับใช้ผลิตวิสกี้และอื่น ๆ นี่คือประโยชน์ของข้าวที่ใช้ในประเทศไทย และ ส่งเป็นสินค้าออกขายในต่างประเทศ

โครงสร้างของเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าว (rice fruit, rice grain, rice seed) เป็นผลชนิด caryopsis เนื่องจากส่วนที่เป็นเมล็ดเดี่ยว (single seed) ติดแน่นอยู่กับผนังของรังไข่หรือเยื่อหุ้มผล (pericarp)

เมล็ดข้าวประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่ห่อหุ้ม เรียกว่าเกลบ (hull หรือ husk)
2. ส่วนที่รับประทานได้ เรียกว่า ข้าวกล้อง (caryopsis หรือ brown rice)

เกลบ ประกอบด้วย เปลือกใหญ่ (lemma) เปลือกเล็ก (palea) หาง (awn) ขั้วเมล็ด (rachilla) และกลีบรองเมล็ด (sterile lemmas)

ข้าวกล้อง หรือเมล็ดข้าวที่เอาเปลือกออกแล้ว ประกอบด้วย

ก. เยื่อหุ้มผล (pericarp) หรือ fruit coat ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้นด้วยกัน คือ epicarp, mesocarp และ endocarp, pericarp มีลักษณะเป็น fibrous ผนังเซลล์ประกอบด้วย protein, cellulose และ hemicellulose

ข. เยื่อหุ้มเมล็ด (tegmen หรือ seed coat) อยู่ถัดจาก pericarp เข้าไป ประกอบด้วย เนื้อเยื่อสองชั้นเรียงกันเป็นแถวเป็นท่อนที่อยู่ของสารประเภทไขมัน (fatty material)

ค. เยื่อaleurone (aleurone) อยู่ถัดจาก tegmen ห่อหุ้ม starchy endosperm (ข้าวสาร) และ embryo (คัพภะ) aleurone layer มี protein สูง นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วย oil, cellulose และ hemicellulose

ง. เอนโดสเปิร์ม (endosperm) คือ ส่วนที่เป็นข้าวสารหรือแป้ง อยู่ชั้นในสุดของเมล็ด ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่ มีโปรตีนปะปนอยู่บ้าง ซึ่งแทรกอยู่ระหว่างผลึกกลุ่มแป้ง

จ. คัพภะ (embryo) อยู่ติดกับ endosperm ทางด้าน lemma เป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้นต่อไป embryo ประกอบด้วย ต้นอ่อน (plumule) รากอ่อน (radicle) เยื่อหุ้มต้นอ่อน (coleoptile) เยื่อหุ้มรากอ่อน (coleorhiza) ท่อน้ำท่ออาหาร (epiblast) และใบเลี้ยง (scutellum) embryo เป็นส่วนที่มี protein และ fat สูง

แป้ง (Starch or Plant starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตพบตามธรรมชาติในพืชเป็นอาหารที่พืชสะสมไว้ในเมล็ด เช่น ข้าว ในหัว เช่น เผือก มัน ในผลไม้ดิบ เช่น กัลยาดิบ มะม่วงดิบ เป็นต้น รูปลักษณะของแป้งเมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์ จะมีรูปร่างต่างกัน เช่น รูปกลม รูปรี แป้งประกอบด้วยโมเลกุลของสารประกอบ 2 ชนิด คือ

1. อะไมโลส (amylose) มีลักษณะเป็นสายยาว ไม่มีการแตกแขนงเมื่ออะไมโลสทำปฏิกิริยากับไอโอดีน จะได้สีน้ำเงิน สามารถละลายน้ำได้
2. อะไมโลเพกติน (amylopectin) มีลักษณะ โมเลกุลที่เป็นสายยาว มีการแตกแขนงออกไปไม่สามารถละลายน้ำได้

ลักษณะบางประการของข้าว

เมล็ดข้าวที่บริโภคเป็นอาหารนั้นจะเป็นแป้งประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์แป้งประกอบกันเป็นเมล็ดข้าวนั้น มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ อะไมโลส (amylose) ซึ่งเป็น polymer ของ D-glucose ที่มีโครงสร้างเป็นเส้นตรง และอะไมโลเพกติน (amylopectin) ซึ่งเป็น polymer ของ D-glucose ที่มีโครงสร้างต่อกันเป็นแขนง ซึ่งความมากน้อยของแป้งสองชนิดดังกล่าว ทำให้ข้าวมีลักษณะแตกต่างกันมี 2 ประเภทคือ

1. ข้าวเจ้า (non-glutinous rice, non-sticky rice, non-waxy rice) ประกอบด้วยอะไมโลส 15 - 31 % จะมากขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว ที่เหลือจะเป็นปริมาณอะไมโลเพกติน สำหรับเมล็ดสตาร์ชข้าวเจ้ามีขนาดค่อนข้างเล็กทรงหลายเหลี่ยม ขนาด 3-8 μm ปริมาณอะไมโลสในข้าวเจ้าจะทำให้ข้าวเมื่อหุงสุกมีลักษณะอ่อนนุ่มหรือแป้งกระด้างไปเรียกว่ามีคุณภาพหุงต้ม (Cooking, quality) ต่างกัน
2. ข้าวเหนียว (glutinous rice, sticky rice, waxy rice) ข้าวเหนียวประกอบด้วยแป้งประเภทอะไมโลเพกตินประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ มีแป้งประเภทอะไมโลสน้อยมากหรือบางพันธุ์ไม่มีเลย แต่แป้งที่มีอะไมโลเพกตินล้วนๆ เมื่อหุงจึงสุกง่ายและอ่อนนุ่ม

องค์ประกอบทางเคมีของข้าว

องค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากพันธุ์ สภาพการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูปจากข้าวเปลือกไปเป็นข้าวกล้องและข้าวสาร การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยทั่วไป ใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) เพื่อให้ทราบองค์ประกอบทางเคมี หรือสารอาหารหลักที่มีในข้าว คือ โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก นอกจากนี้เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่ให้คุณค่าทางอาหาร และโภชนาการ ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ และปริมาณกรดอะมิโนที่มีในโปรตีนของข้าว (Juliano, 1993)

ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของข้าว

เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือก และสัดส่วนที่ได้จากการกระเทาะเปลือก ขัดขาวและขัดมัน พบว่าแต่ละส่วนมีองค์ประกอบทางเคมี คือ โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า คาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายย่อยได้ เส้นใยอาหาร(โดยใช้วิธีสารชักฟอกที่เป็นกลาง) และพลังงาน (ทั้งหน่วยกิโลจูล และหน่วยกิโลแคลอรี) แตกต่างกันดังตาราง

ตาราง 1ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือกและส่วนที่ได้จากการขัดสีที่ความชื้น 14%

ส่วนของข้าว	โปรตีน (ก)	ไขมัน (ก)	เส้นใย (ก)	เถ้า (ก)	คาร์โบไฮเดรต (ก)	เส้นใยอาหาร (ก)	พลังงาน (กิโลจูล)(กิโลแคลอรี)
ข้าวเปลือก	5.8-7.7	1.5-2.3	7.2-10.4	2.9-5.2	64-73	16.4-19.2	1,580 378
ข้าวกล้อง	7.1-8.3	1.6-2.8	0.6-1.0	1.0-1.5	73-87	2.3-3.9	1,520-1610 363-385
ข้าวสาร	6.3-7.1	0.3-0.5	0.2-0.5	0.3-0.8	77-89	0.7-2.3	1,460-1,560 349-373
รำข้าว	11.3-14.9	15.0-19.7	7.0-11.4	6.6-6.9	34-62	24-29	670-1,990 399-476
แกลบ	2.0-2.8	0.3-0.8	34.5-45.9	13.2-21.0	22-34	66-74	1,110-1,390 265-332

ที่มา : Juliano (1993)

1. เถ้า (Ash)

เถ้าของอาหารใดๆ หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ที่เหลืออยู่ (inorganic residue) หลังจากที่เราให้สารประกอบอินทรีย์ (organic matter) สลายไปหมดแล้ว ปริมาณเถ้าที่ได้ไม่จำเป็นจะต้องเท่ากับจำนวนสารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารเสมอไป เพราะอาจมีบางส่วนของเถ้าหายไปเนื่องจากการระเหย (volatilization) หรือเกิด interaction ระหว่างส่วนประกอบ

อุณหภูมิที่ใช้เผาอาหารแต่ละชนิดจะต้องกำหนดให้แน่นอน เพราะปริมาณเถ้าสามารถชี้บ่งคุณภาพของอาหารบางชนิดได้ ดังนั้นปริมาณเถ้าที่วิเคราะห์ได้ควรอยู่ในช่วงที่เหมาะสมตามที่กำหนดไว้

2. เส้นใย (Crude fiber)

เส้นใยในอาหาร หมายถึง ส่วนของสารประกอบอินทรีย์ที่ไม่ละลายและเหลืออยู่ หลังจากที่เราอาหารตัวอย่างผ่านขั้นตอนการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ได้แก่ การสกัดเอาไขมันออกด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์, สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจาง, สารละลายกรดเกลือเจือจาง, แอลกอฮอล์ และอีเทอร์ ส่วนที่เหลือจากการสกัดจะเป็นเส้นใย และอาจมีแร่ธาตุปนอยู่ด้วย

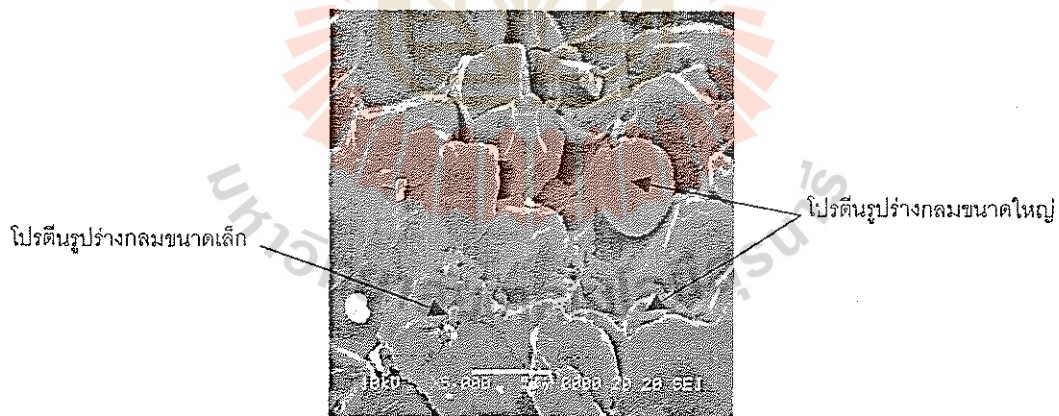
3. เส้นใยโภชนาการ (Dietary fiber)

เส้นใยโภชนาการ (Dietary fiber) หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ที่ไม่ละลายและเหลืออยู่หรือคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ คือเอนไซม์ไม่สามารถย่อยสลายพันธะไกลโคไซด์ในโมเลกุลของส่วนประกอบเหล่านี้ได้

4. โปรตีน (Protein)

ภายในเม็ดแป้งมีส่วนประกอบของโปรตีนอยู่ต่ำกว่า 1% โดยโปรตีนจะเกาะอยู่บริเวณพื้นผิวของเม็ดแป้ง ทำให้เกิดผลกระทบต่อลักษณะของเม็ดแป้ง คือ ทำให้เกิดประจุบนพื้นผิวเม็ดแป้ง มีผลต่อการกระจายของเม็ดแป้ง ทำให้แป้งมีอัตราการดูดซับน้ำ อัตราการพองตัว และอัตราการเกิดเจลลาติไนซ์เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ระหว่างการทำปฏิกิริยาของกรดอะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซิง สีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงไป โดยส่วนใหญ่ปฏิกิริยาเช่นนี้เกิดขึ้นกับแป้งจากธัญพืช เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูง

โมเลกุลของโปรตีนที่รวมตัวกันเป็นรูปร่างโปรตีน ซึ่งมีกลูเทลินเป็นองค์ประกอบหลักอยู่ภายในนั้นมี 3 รูปแบบ คือ แบบผลึก แบบรูปร่างกลมขนาดเล็ก และรูปร่างกลมขนาดใหญ่ ซึ่งโปรตีนที่กระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อเมล็ดจะเป็นโปรตีนรูปร่างกลมขนาดเล็ก ดูรูปที่ 1



รูปที่ 1 โปรตีนรูปร่างกลมขนาดเล็ก และขนาดใหญ่แทรกระหว่างเม็ดสตาร์ชจากกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning electron microscope :SEM) กำลังขยาย 5,000 เท่า ที่ 5 ไมโครเมตร
ที่มา : อรอนงค์ (2547)

ส่วนโปรตีนรูปร่างกลมขนาดใหญ่มีปริมาณน้อยกว่า และจะมีมากในส่วนใจกลางเมล็ดเท่านั้น โดยในองค์ประกอบของโปรตีนจะเป็นพลูตามีนร่วมกับกลูเทลิน สำหรับรวงแห่โปรตีนจะพบน้อยมาก หรือไม่พบเลยในเนื้อเมล็ดของข้าวซึ่งต่างจากธัญชาติอื่น

5. คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

แป้งจะประกอบด้วยพอลิเมอร์ 2 ชนิด คือ อะไมโลส และอะไมโลเพกติน ซึ่งปริมาณของพอลิเมอร์ทั้งสองจะแตกต่างกันตามชนิดของแป้ง และมีผลต่อคุณสมบัติต่างๆของแป้ง จะใช้การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสโดยวิธีการทำให้เกิดสี (Colorimetric method) วิธีนี้อาศัยคุณสมบัติในการจับตัวกับไอโอดีนโดยจะพัวพันเป็นเกลียวรอบๆไอโอดีน ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อน amylose-iodine complex โดยเฉพาะไอโอดีนที่อยู่ในรูปของ I_2 สามารถรวมตัวได้กับทั้งโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน หากเป็นอะไมโลสจะรวมกับสายยาวของ poly I_2 มีสีน้ำเงิน สีที่เกิดขึ้นจะผันแปรตามความยาวและจำนวนเกลียว (helix turn) ของสายอะไมโลส จะวัดสีที่เกิดขึ้นได้ด้วย spectrophotometer เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด แต่วิธีนี้จะใช้เวลา และต้องเตรียมกราฟมาตรฐาน ซึ่งส่วนใหญ่จะหาได้เฉพาะอะไมโลสและปริมาณน้อย นอกจากนี้อะไมโลเพกตินที่มีกิ่งแขนงเป็นจำนวนมากและค่อนข้างสั้นจะรวมกับสายยาวของ poly I_2 จับกับไอโอดีนได้น้อย ให้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีม่วงแดง ซึ่งสามารถบวกรวณการวัดค่าการดูดกลืนแสงของไอโอดีนกับอะไมโลสได้

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของข้าว

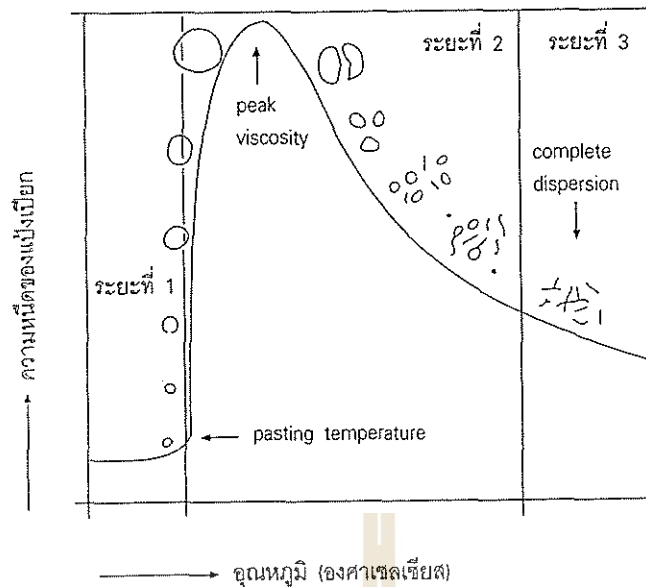
โปรตีนเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ และมีปริมาณมากเป็นที่สองรองจากคาร์โบไฮเดรตหรือสตาร์ช โดยไม่คิดปริมาณน้ำในเมล็ดข้าว และจัดเป็นแหล่งโปรตีนสำหรับผู้บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก จากผลการวิจัยของนักวิจัยหลายกลุ่ม พบว่า สภาพแวดล้อมในการปลูกข้าวเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อปริมาณโปรตีนในข้าว เช่น การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในระยะต่างๆ ขณะที่ข้าวเจริญเติบโตมีผลต่อการสร้างโปรตีนในเมล็ดข้าว โดยเฉพาะในขณะที่ข้าวออกดอกจะเพิ่มปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวได้ นอกจากนี้ระยะเวลาในการปลูกที่สั้น สภาพอากาศที่มีเมฆปกคลุมมากในขณะที่สร้างเมล็ด เช่น ฤดูฝน จะมีผลให้มีโปรตีนในเมล็ดข้าวสูงขึ้น สภาพแวดล้อมที่ผิดปกติบางช่วง เช่น มีเกลือหรือเบสในดินสูง อุณหภูมิสูงหรือต่ำมาก เกิดโรคหรือแมลงทำลาย จะทำให้เมล็ดข้าวมีโปรตีนสูงขึ้นได้ และเมื่อปริมาณโปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้นจะมีผลให้ปริมาณสตาร์ชในเมล็ดข้าวลดลง (Kitagishi and Yamane, 1981)

คุณสมบัติของแป้ง

1. การเกิดเจลาตินในเซชัน (gelatinization)

แป้งดิบจะไม่ละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเจลาตินไนซ์ เนื่องจากมีพันธะไฮโดรเจนที่เกิดจากหมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลแป้งที่อยู่ใกล้ๆ กันเชื่อมต่อกันอยู่แต่เมื่ออุณหภูมิของสารผสมน้ำแป้งเพิ่มสูงกว่าช่วงอุณหภูมิในการเกิดเจลาตินไนซ์ พันธะไฮโดรเจนจะถูกทำลาย โมเลกุลของน้ำจะเข้ามาจับกับหมู่ไฮดรอกซิลที่เป็นอิสระ เม็ดแป้งเกิดการพองตัว ทำให้การละลาย ความหนืด และความใสเพิ่มขึ้น เม็ดแป้งมีคุณสมบัติเป็น optical birefringence คือ จะปรากฏเป็นแสงเมื่อส่องดูด้วยกล้องไมโครสโคป คุณสมบัตินี้ชี้บ่งว่าเม็ดแป้งมีการเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบหรืออยู่ในรูปผลึก เม็ดแป้งที่สมบูรณ์ ไม่ถูกทำลายขณะแปรรูปจะไม่ละลายในน้ำเย็นและสามารถดูดน้ำเย็นได้เพียงเล็กน้อย ความสามารถในการดูดซับน้ำของเม็ดแป้งจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อละลายในน้ำอุ่นเม็ดแป้งจะค่อยๆดูดน้ำและพองตัวออกได้ และการพองตัวนี้สามารถเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้ เพราะเม็ดแป้งสามารถหดตัวลงได้เมื่อนำไปอบไอน้ำออกหรือทำให้แห้ง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นเรื่อยๆ เม็ดแป้งจะพองตัวมากขึ้นจนมีขนาดใหญ่และจะแตกออกได้เป็นสารละลายชั้นหนืด (starch paste) เรียกกระบวนการนี้ว่า เจลาตินไนซ์ (gelatinization) ซึ่งสารละลายชั้นหนืดที่ได้จะเป็นส่วนผสมของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน กระบวนการนี้ทำให้คืนกลับไม่ได้ ดังนั้นเม็ดแป้งจะสูญเสีย birefringence และโครงสร้างที่เป็นผลึก และจะมีโมเลกุลของอะไมโลสหลุดออกมาอยู่นอกเม็ดแป้งได้บางส่วน ช่วงอุณหภูมิที่เริ่มเกิดเจลาตินไนซ์ได้สมบูรณ์จะผันแปรได้ตามวิธีการที่ใช้วัด และอัตราส่วนของแป้งต่อน้ำ ชนิดของเม็ดแป้งและความไม่สม่ำเสมอภายในเม็ดแป้ง ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัว และความสามารถในการละลายคือ ชนิดของแป้ง ความแข็งแรง และลักษณะของร่างแหภายในเม็ดแป้ง อัตราส่วนระหว่างอะไมโลสและอะไมโลเพกติน สิ่งเจือปนภายในเม็ดแป้งที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต ปริมาณน้ำในสารละลายแป้ง และการคัดแปรแป้งทางเคมี รูปแบบในการพองตัว และการละลายของเม็ดแป้งแต่ละชนิดจะมีรูปแบบที่แตกต่างกันไป

การศึกษาเจลาตินไนซ์ของเม็ดแป้ง จะใช้สารละลายแป้งที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ค่อยๆคนและให้ความร้อนเพิ่มขึ้น เม็ดแป้งจะดูดน้ำและพองตัวออก และเบียดตัวซึ่งกันและกันในภาชนะ ทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น การคนจะทำให้เม็ดแป้งที่พองตัวเต็มที่แตกออกได้ง่าย ซึ่งมีผลทำให้ความหนืดค่อยๆลดลง ดังรูปที่ 2 เมื่อเมมเบรนที่หุ้มเม็ดแป้งแตกออก โมเลกุลของอะไมโลสจะหลุดออกและแพร่กระจายอยู่ในสารละลาย เครื่องมือที่ใช้บันทึกการเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารละลายแป้ง เรียกว่า Brabender viscoamylograph



รูปที่ 2 ระยะในการเกิดเจลาตินในเซชันของเม็ดแป้ง
ที่มา : Sander (1996)

2. การเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation)

เมื่อแป้งได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่เกิดเจลาตินในเซชันแล้วให้ความร้อนต่อไป จะทำให้เม็ดแป้งพองตัวมากขึ้นจนถึงจุดที่พองตัวเต็มที่แล้วแตกออก โมเลกุลของอะไมโลสขนาดเล็กจะกระจายออกมาทำให้ความหนืดลดลง เมื่อปล่อยให้เย็นตัว โมเลกุลของอะไมโลสที่อยู่ใกล้กันจะเกิดการจัดเรียงตัวกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล เกิดเป็นร่างแห 3 มิติ โครงสร้างใหม่นี้สามารถอุ้มน้ำและไม่มีการดูดน้ำเข้ามาอีก มีความหนืดคงตัวมากขึ้น เกิดลักษณะเจลเหนียวคล้ายฟิล์มหรือฟล็ก เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation) หรือการคืนตัว (setback) (Smith, 1979) โดยอะไมโลสจะเกิดรีโทรเกรเดชันได้รวดเร็วกว่าอะไมโลเพกติน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อัตราส่วนของโมเลกุลของอะไมโลสต่ออะไมโลเพกติน อุณหภูมิ และความเข้มข้นของสารละลายแป้ง

การคัดเลือกข้าวปน

1. การย้อมสีข้าว

การย้อมสีเมล็ดข้าวสารด้วยสารละลายไอโอดีนโดยตรงเป็นวิธีการที่จะแยกข้าวเจ้าออกจากข้าวเหนียวได้ โดยข้าวเหนียวจะย้อมติดสีน้ำตาลแดงหรือมีสีขาว แต่ข้าวเจ้าจะย้อมติดสีน้ำเงินเข้มเนื่องจากสารละลายไอโอดีนเข้าไปจับกับเกลียวของอะไมโลสจึงทำให้เห็นเป็นสีน้ำเงิน ส่วนการย้อมสีของข้าวหอมมะลินั้นจะติดสีออกม่วงอ่อนๆ แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้เป็นวิธีตัดสินใจจากการสังเกตสีด้วยตาเปล่า ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลที่อาจมองไม่เหมือนกัน ดังนั้นวิธีนี้อาจจะไม่เหมาะกับผู้ที่มิมีประสบการณ์ในการทดสอบ

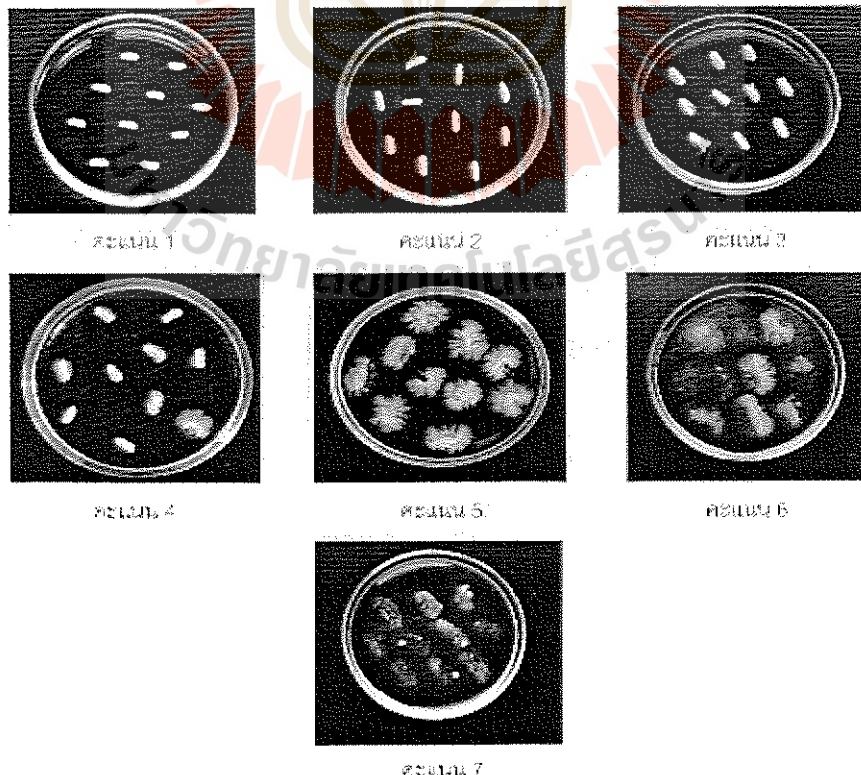
กับแต่ละบุคคลที่อาจมองไม่เหมือนกัน ดังนั้นวิธีนี้อาจจะไม่เหมาะกับผู้ที่มิมีประสบการณ์ในการทดสอบ
น้อย

2. การสลายเมล็ดในด่าง (Alkali test)

ทำได้โดยการแช่เมล็ดข้าวสารในสารละลาย KOH 1.7% เป็นเวลา 23 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และใช้ค่าการสลายในด่างเพื่อดูการปลอมปนของข้าว โดยที่ข้าวหอมมะลิจจะมีระดับการสลายเมล็ดในด่าง อยู่ในระดับที่ 6-7 ส่วนการสลายเมล็ดในด่างตั้งแต่ระดับที่ 5 ลงมา ถือว่าเป็นข้าวชนิดอื่นที่ไม่ใช่ข้าวหอมมะลิ

ตาราง 2 แสดงระดับการสลายเมล็ดข้าวในด่างแต่ละระดับ

ระดับการสลาย ของเมล็ดข้าว	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดข้าว
1	เมล็ดข้าวยังสมบูรณ์ ไม่เปลี่ยนแปลง
2	เมล็ดเริ่มข้าวพองตัว
3	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ดข้าว
4	เมล็ดข้าวพองตัวเต็มที่และไม่เห็น โครงร่างเมล็ด
5	ผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางหรือทางยาวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดเป็นบริเวณกว้าง
6	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ด แต่ยังเห็นเนื้อเมล็ดข้าว
7	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ดโดยไม่เห็นลักษณะเมล็ดข้าวเหลืออยู่



รูปที่ 3 แสดงลักษณะการสลายในด่างของเมล็ดข้าวแต่ละระดับ

ที่มา : อรอนงค์ (2547)

ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวและความสามารถในการละลายของแป้งมีหลายประการ (Leach และคณะ , 1959; Leach , 1965) ได้แก่

1. ชนิดของแป้ง

แป้งแต่ละชนิดมีรูปแบบในการพองตัวและการละลายแตกต่างกัน ซึ่งแป้งจากธัญพืชมีรูปแบบการพองตัวและการละลาย 2 ชั้น แสดงถึงแรงของพันธะภายในเม็ดแป้งที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ บริเวณเปลือกและบริเวณอณูพื้นฐานของเม็ดแป้ง แป้งจำพวกนี้มีจำนวนพันธะสูงสุด แต่มีกำลังการพองตัวและการละลายต่ำสุด เนื่องจากมีปริมาณอะไมโลสสูงซึ่งอะไมโลสจะทำให้โครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้นทำให้พองตัวได้ต่ำ

2. ความแข็งแรงและลักษณะของร่างแหภายในเม็ดแป้ง

ความแข็งแรงและลักษณะของร่างแหภายในเม็ดแป้ง คือจำนวนและชนิดของพันธะภายในเม็ดแป้งในระดับโมเลกุลมีหลายปัจจัยที่มีผลกระทบต่อจำนวนของพันธะได้แก่ ขนาด รูปร่าง ส่วนประกอบ และการกระจายตัวของร่างแหภายในเม็ดแป้ง อัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน น้ำหนักโมเลกุล การกระจายตัวของโมเลกุล จำนวนกิ่งก้านสาขา การจัดเรียงตัวและความยาวของสาขาในอะไมโลเพกติน

3. ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในสถานะที่เกิดการพองตัว

มีผลต่อการพองตัวและการละลาย สารละลายที่มีปริมาณแป้งต่ำกว่า 20% ค่าการละลายจะสูงกว่าเมื่อมีแป้งสูงกว่า 20% การพองตัวอย่างอิสระและการละลายที่สูงขึ้นจะถูกยับยั้งในสภาพที่สารละลายมีปริมาณน้ำน้อย สารอื่นๆ เช่น ซูโครส กลูโคส และสารอิเล็กโทรไลต์ (เช่น sodium chloride) มีผลกระทบต่อการพองตัวของแป้ง พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของซูโครส และลดปริมาณแป้งลงทำให้แป้งสามารถละลายได้เพิ่มขึ้น

4. คุณสมบัติหลังการดัดแปรทางเคมี

คุณสมบัติการพองตัวและการละลายของแป้งจะเปลี่ยนไปเมื่อมีการดัดแปรทางเคมีการดัดแปรด้วยกรดหรือการเกิดออกซิเดชันด้วยเกลือไฮโปคลอไรต์ (hypochloride) จะทำให้เกิดการแตกออกของพันธะภายในร่างแห ทำให้เม็ดแป้งกระจายออกเป็นชิ้นเล็กๆ การละลายและการพองตัวสูงขึ้น สำหรับการดัดแปรด้วยปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชัน หรืออีเทอร์ริฟิเคชัน จะเกิดการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิลในโมเลกุลเม็ดแป้ง ทำให้พันธะภายในเม็ดแป้งอ่อนแอลง อุณหภูมิในการเกิดเจลาคีไนซ์ต่ำลง การพองตัวเพิ่มขึ้น ขอบเขตในการลดลงของอุณหภูมิเจลาคีไนซ์และการพองตัวที่เพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับจำนวนและธรรมชาติของหมู่ที่มาแทนที่ การทำครอสลิง (cross linking) จะทำให้ความแข็งแรงของพันธะภายในเม็ดแป้งเพิ่มขึ้น ความสามารถในการพองตัวและการละลายจึงลดลง

5. ไขมัน

มีผลต่อความหนืดของแป้ง โดยที่ไขมันที่รวมอยู่ในเม็ดแป้งจะส่งผลกระทบต่อลักษณะและคุณสมบัติของแป้ง โดยจะลดความสามารถในการพองตัว การละลาย และการจับตัวกับน้ำของแป้งเมื่อเกิดฟิล์มและแป้งเปียกหรือเพสต์ (paste) ไขมันจะรวมตัวกับอะไมโลสเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนเหนียว นอกจากนี้กรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งอยู่บริเวณพื้นผิวเม็ดแป้งจะทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์เนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่สำหรับไขมันที่รวมตัวเชิงซ้อนกับอะไมโลสจะไม่ก่อให้เกิดกลิ่น เนื่องจากสามารถต้านการเกิดออกซิเดชันได้

6. โปรตีน

เกิดผลกระทบต่อลักษณะของแป้ง คือ ทำให้เกิดประจุบนพื้นผิวเม็ดแป้งมีผลต่อการกระจายตัวของเม็ดแป้ง ทำให้เม็ดแป้งมีอัตราการดูดซับน้ำ อัตราการพองตัว และอัตราการเกิดเจลาคีไนซ์เปลี่ยนแปลง ซึ่งโปรตีนมีความสัมพันธ์ต่อความเหนียวของข้าว โดยในโครงสร้างของโปรตีนส่วนที่มีพันธะซัลไฟด์คู่ คือซิสตีน ที่เกาะเกี่ยวกับเม็ดสตาร์ช จะขัดขวางการพองตัวของเม็ดสตาร์ช เมื่อแป้งมีปริมาณโปรตีนสูงจะทำให้ความหนืดของแป้งต่ำ ความเหนียวลดลง

นอกจากปัจจัยทั้งสองดังกล่าวมาแล้ว ปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอันเนื่องมาจากชนิดของแป้งเมื่อวิเคราะห์ลงในรายละเอียดคือ ขนาดของเม็ดแป้ง ปริมาณอะไมโลส ก็มีความสำคัญต่อความหนืด กล่าวคือขนาดของเม็ดแป้งที่ใหญ่ ย่อมมีกำลังการพองตัวสูงและให้ความหนืดสูงสุด (peak viscosity) สูง ส่วนแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำจะทำให้ความหนืดสูง เนื่องจากมีปริมาณอะไมโลเพคตินมาก ปริมาณอะไมโลสมีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) ถ้าแป้งชนิดใดมีปริมาณอะไมโลสสูงย่อมแสดงค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) สูงด้วยเช่นกัน สำหรับปัจจัยทางภายนอกคือ ถ้ามีการใช้ความร้อนสูงหรือมีการใช้แรงกลมาก จะทำให้เม็ดแป้งแตกและค่าความหนืดลดลง

รายละเอียดในการปฏิบัติโครงการที่ได้รับมอบหมาย

1. เก็บตัวอย่างข้าวเจ้าหอมมะลิที่ใช้ในการผลิต
2. วิเคราะห์ Proximate Analysis ดังนี้
 - เถ้า (Ash)
 - ใยอาหาร โภชนาการ (Dietary fiber)
 - ใยอาหารหยาบ (Crude fiber)
 - โปรตีน (Protein)
3. วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ข้าวเจ้าปน 2 วิธี
 - การสลายเมล็ดข้าวในด่าง
 - การย้อมสีด้วยสารละลายไอโอดีน
4. วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ข้าวเหนียวปน
5. วิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส
 - วิธีที่ 1
 - วิธีที่ 2
6. วิเคราะห์ความหนืด



ตาราง 3 แสดงข้อมูลรวมขององค์ประกอบของข้าวที่ได้ทำการวิเคราะห์ทั้งหมด

ตัวอย่างข้าว	วันรับเข้า	Ash	Dietary fiber	Crude fiber	Protein	Amylose (ดั้งเดิม)	Amylose (วิธีใหม่)	%ข้าวปน (ไอโอดีน)	%ข้าวปน (ละลายในด่าง)	% ข้าวเหนียวปน	Viscosity	น้ำแข็ง หลัง โม่	น้ำแข็ง ก่อน dilute	น้ำแข็ง Native	
														Viscosity	
												Viscosity	Viscosity	Lab1	Lab2
J3 ขอบ.นม.	1/9/47	0.342	1.98	1.704	6.57	22.05	20.06	3.339	10	0.890	769	451	397	582	595
J3 ขอบ.นม.	1/9/47	0.331	2.14	1.897	6.57	22.77	21.61	3.499	9	0.854	762				
J4 ขอบ.นม. (J3 + J4)	31/8/47	0.325	2.44	1.481	6.45	22.29	20.81	3.753	9	0.963	879	474	428	582	595
J2 ขอบ.นม.	25/9/47	0.296	2.64	2.192	6.47	24.69	23.37	4.207	15	0.580	755				
J4 ขอบ.นม.	31/8/47	0.333	2.47	1.679	6.40	22.756	21.61	4.347	9	0.877	859	426	489	596	585
J4 ขอบ.นม.	31/8/47	0.297	2.15	2.008	6.46	23.40	21.52	3.720	11	0.860	777				
J5 ขอบ.นม.	30/8/47	0.303	1.51	1.552	6.46	23.20	22.05	4.092	8	0.587	796	510	521	596	585
J5 ขอบ.นม.	30/8/47	0.325	1.01	1.905	6.46	22.87	21.52	4.071	10	0.520	797				
J6 ขอบ.นม.	3/8/47	0.360	1.27	0.975	6.40	24.21	22.27	5.241	10	0.596	651	454	466	648	670
J6 ขอบ.นม.	3/8/47	0.317	1.90	2.177	6.24	24.21	22.01	4.654	18	0.872	734				
J6 ขอบ.นม.	3/8/47	0.333	1.98	2.150	6.40	24.21	21.97	4.475	14	0.642	779	499	490	648	670
J1 ขอบ.นม.	18/5/48	0.298	1.99	1.163	6.42	25.66	23.38	4.475	18	0.742	760				
J2 ขอบ.นม.	12/5/48	0.320	2.04	1.536	6.69	25.42	23.82	3.937	17	0.543	627	430	330	595	558
J2 ขอบ.นม.	12/5/48	0.268	1.10	1.900	6.56	25.65	23.60	3.586	20	0.694	549				
J2 ขอบ.นม.	12/5/48	0.323	1.95	3.125	6.63	25.17	21.39	5.104	13	0.528	580	429	405	595	558
J3 ขอบ.นม.	30/4/48	0.258	2.00	1.662	6.56	26.33	22.49	3.928	21	0.587	551				

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ตัวอย่างข้าวเจ้าก่อนแช่

1. ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ข้าวปนและปริมาณอะไมโลสเพื่อทดสอบดูว่าเป็นวิธีทดสอบเบื้องต้นในการตรวจรับข้าว

1.1 วิธีวิเคราะห์ข้าวเหนียวปนโดยการย้อมสีด้วยสารละลายไอโอดีน

เนื่องจากความสามารถในการจับกับสารละลายไอโอดีนเป็นความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนของข้าวเหนียวและข้าวเจ้า เพราะการมีปริมาณอะไมโลสในสสารที่แตกต่างกันทำให้ข้าวเจ้าที่มีปริมาณอะไมโลสสูงกว่าสามารถรวมตัวกับสารละลายไอโอดีนแล้วเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีได้ โดยจะรวมตัวในบริเวณเกลียวของอะไมโลส ทำให้จับกับไอโอดีนได้ดี จากการทดลองพบว่าข้าวเจ้า J4 ขจม. (31/08/47) มีเปอร์เซ็นต์ข้าวเหนียวปนสูงที่สุด รองลงมาคือ ข้าวเจ้า J3 ขจม. (1/09/47) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลสที่วิเคราะห์ได้ โดยทำให้ข้าว J4 ขจม. (31/08/47) และ J3 ขจม. (1/09/47) มีปริมาณอะไมโลสที่ต่ำ ส่งผลให้ค่าความหนืดที่วัดได้สูง ส่วนตัวอย่างข้าวเจ้าอื่นๆที่ได้ทำการวิเคราะห์ จะมีแนวโน้มของปริมาณอะไมโลสเพิ่มขึ้นตามปริมาณข้าวเหนียวปนที่ลดลง ทำให้ความหนืดที่วัดได้มีแนวโน้มต่ำลง

1.2 วิเคราะห์หาปริมาณเมล็ดข้าวปนโดยวิธีการสลายเมล็ดข้าวในด่าง (1.7% KOH)

การทดสอบวิธีนี้จะดูการปลอมปนของข้าวเจ้า โดยวัดค่าการสลายตัวในด่างเป็นคะแนน 1-7 ดังนี้
1 = เมล็ดข้าวยังสมบูรณ์ , 2 = เมล็ดข้าวเริ่มพองตัว , 3 = เมล็ดข้าวพองตัว , 4 = เมล็ดข้าวพองตัวเต็มที่และไม่เห็นโครงร่างเมล็ด , 5 = เมล็ดข้าวปริแยกจากกัน , 6 = เมล็ดข้าวสลายตัวแต่ยังเห็นเนื้อเมล็ดข้าว , 7 = เมล็ดข้าวสลายตัวหมดโดยไม่เห็นลักษณะเมล็ดข้าวเหลืออยู่ โดยที่ข้าวหอมมะลิจะมีระดับการสลายเมล็ดในด่างอยู่ในระดับ 6-7 ส่วนข้าวเจ้าชนิดอื่นจะมีระดับการสลายตัวในด่างที่ระดับ 1-5 จากการทดลองพบว่าข้าวเจ้า J3 ขจก. (30/04/48) มีเปอร์เซ็นต์ข้าวเจ้าปนมากที่สุด ส่วนข้าวเจ้า J3 ขจม. (1/09/47) J4 ขจม. (31/08/47) และ J5 ขจม. (30/08/47) จะมีเปอร์เซ็นต์ข้าวเจ้าปนน้อยที่สุดซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีที่ว่าเมื่อตัวอย่างข้าวเจ้ามีปริมาณข้าวเจ้าปนน้อยจะทำให้มีปริมาณอะไมโลสต่ำ เพราะข้าวเจ้าปนเป็นข้าวที่ไม่ใช่ข้าวหอมมะลิซึ่งจะมีปริมาณอะไมโลสสูงกว่าและมีความเหนียวนุ่มน้อยกว่าข้าวเจ้าหอมมะลิ นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์ข้าวเจ้าปนที่วัดได้นี้ยังบอกถึงอุณหภูมิการเกิดเจลาคิโนเซชัน (GT) ของข้าวและบอกถึงเวลาที่ต้องใช้ในการหุงต้มได้ โดยข้าวเจ้าที่มีระดับการสลายตัวในด่างที่ระดับ 6-7 จะมีอุณหภูมิการเกิดเจลาคิโนเซชัน (GT) ต่ำกว่า 65 C และใช้เวลาไม่นานในการหุงต้ม ซึ่งเป็นคุณสมบัติของข้าวเจ้าหอมมะลิที่ต่างจากข้าวเจ้าชนิดอื่น

1.3 การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ข้าวเจ้าปนโดยวิธีการย้อมสีเมล็ดข้าวด้วยสารละลายไอโอดีน

การย้อมสีเมล็ดข้าวด้วยสารละลายไอโอดีน โดยข้าวเจ้าปนจะย้อมติดสีน้ำเงินเพราะเป็นข้าวเจ้าไทยซึ่งมีปริมาณอะไมโลสสูง ส่วนข้าวเจ้าหอมมะลิรวมทั้งข้าวท้องถิ่นและข้าวเหนียวจะไม่ติดสีน้ำเงินของสารละลายไอโอดีนเพราะมีปริมาณอะไมโลสต่ำ ทำให้สารละลายไอโอดีนไม่สามารถรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีได้ จากการทดสอบพบว่า ข้าวเจ้า J3 ขจม. (01/09/47) จะมีปริมาณข้าวเจ้าปนน้อยที่สุด และมีปริมาณอะไมโลสต่ำที่สุด ในขณะที่ข้าวเจ้า I6 ขจม. (3/08/47) จะมีปริมาณข้าวเจ้าไทยปนมากที่สุด รองลงมาคือ J2 ขจก. (12/05/48) และมีปริมาณอะไมโลสที่วัดได้ค่อนข้างสูงจึงส่งผลให้ความหนืดที่ได้มีค่าต่ำ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณข้าวเจ้าไทยปนมีค่าไม่แตกต่างกันมากทำให้ความหนืดระหว่างข้าวเจ้าที่มีปริมาณข้าวปนมากที่สุดและความหนืดของข้าวเจ้าที่ปริมาณข้าวปนน้อยที่สุดมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

จากการศึกษาหาความสัมพันธ์ของอะไมโลสกับเปอร์เซ็นต์ข้าวปน เพื่อทดสอบดูว่าการใช้วิธีหาเปอร์เซ็นต์ข้าวปนนั้นเป็นวิธีการทดสอบเบื้องต้นในการตรวจรับข้าว พบว่า วิธีที่มีความชัดเจนมากที่สุดในการบอกปริมาณข้าวปนคือการสลายเมล็ดข้าวในสารละลายด่าง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลสที่วิเคราะห์ได้และสัมพันธ์กับความหนืดของตัวอย่างข้าวเจ้าโดยการเพิ่มขึ้นของข้าวเจ้าปนจะมีแนวโน้มตามปริมาณอะไมโลสที่เพิ่มขึ้น แต่จะแปรผกผันกับค่าความหนืดของข้าวก่อนแช่ ถือว่าเป็นวิธีที่ง่ายและมีความถูกต้องพอสมควร แต่เนื่องจากต้องใช้เวลาในการแช่ในสารละลายด่าง 23 ชั่วโมงจึงไม่เหมาะสมในการใช้เพื่อหาปริมาณข้าวปนในขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ ส่วนวิธีการหาปริมาณข้าวปนด้วยการย้อมสีเมล็ดข้าวด้วยไอโอดีนนั้น มี 2 วิธีโดยวิธีแรกเป็นการหาปริมาณข้าวเหนียวปนเป็นวิธีที่รวดเร็วสามารถทราบผลได้ทันที แต่มีข้อเสียคือ ผลที่ได้จากวิธีนี้มีความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากวิธีที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างข้าวเจ้ามาวิเคราะห์ และข้าวเจ้าที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้าวหักไม่ใช่ข้าวเต็มเม็ด กรณีของการย้อมไอโอดีนเพื่อหาปริมาณข้าวเจ้าไทยปนขณะที่เราต้องการแยกข้าวเจ้าไทยปนที่มีปริมาณอะไมโลสสูงซึ่งจะติดสีน้ำเงิน และข้าวหอมมะลิ ข้าวท้องถิ่นและข้าวเหนียวจะติดสีน้ำตาลแดงและไม่มีสี ซึ่งจากการนำข้าวหักมาวิเคราะห์ปริมาณข้าวปนนั้น ทำให้การคัดแยกข้าวปนลำบากมากขึ้น เพราะบริเวณหน้าตัดของข้าวหอมมะลิก็กอาจติดสีน้ำเงินของสารละลายไอโอดีนได้ เนื่องจากข้าวหักจะมีปริมาณสตาrch มากในบริเวณส่วนกลางเมล็ดมากกว่าส่วนนอกของเมล็ดข้าว ทำให้พื้นที่หน้าตัดของข้าวติดสีน้ำเงินของสารละลายไอโอดีนได้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการคัดแยกข้าวปนได้ ส่วนการหาปริมาณข้าวเหนียวปนโดยการย้อมสีด้วยไอโอดีนนั้นค่าที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับความหนืดของข้าว แต่ปริมาณข้าวเหนียวปนจะไม่แตกต่างกันมาก ดังนั้น การย้อมสีเมล็ดข้าวด้วยสารละลายไอโอดีนถึงแม้จะเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วแต่ผลที่วิเคราะห์ได้ใกล้เคียงกันมากทำให้วิธีนี้ไม่เหมาะสมในการใช้เป็นวิธีทดสอบข้าวในการตรวจรับวัตถุดิบ

2. เปรียบเทียบวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสทั้ง 2 วิธี

วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสทั้ง 2 วิธีจะมีหลักการวิเคราะห์เหมือนกัน คือ อะไมโลส จับกับสารละลายไอโอดีนได้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินวัดสีที่เกิดขึ้นด้วย Spectrophotometer และมีการคำนวณหาปริมาณอะไมโลสที่วัดได้จากสมการของกราฟมาตรฐาน แต่ทั้ง 2 วิธีจะมีความแตกต่างกันในการเตรียมสารละลายตัวอย่าง โดยวิธีที่ 1 จะมีการให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้งโดยการต้มในน้ำเดือด นาน 10 นาที และตั้งทิ้งไว้ 1 คืนก่อนการวิเคราะห์ ในขณะที่วิธีที่ 2 จะมีการเตรียมสารละลายน้ำแป้งโดยใช้เครื่อง Magnetic stirrer นาน 10 นาที ในการกวนให้เป็นสารละลายแป้ง จากผลการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีพบว่า ปริมาณอะไมโลสที่วิเคราะห์ได้ของทั้ง 2 วิธีเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความหนืดของข้าวจะมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันมาก โดยในตัวอย่างข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำจะมีความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) ก่อนข้างสูง ซึ่งตัวอย่างข้าวที่วิเคราะห์ครั้งนี้จะมีแนวโน้มในทำนองเดียวกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอะไมโลสที่วิเคราะห์ได้พบว่า วิธีที่ 1 จะมีปริมาณอะไมโลสสูงกว่าวิธีที่ 2 เล็กน้อย คือประมาณ 2-4 % อาจเนื่องมาจากการเตรียมสารละลายน้ำแป้งที่ต่างกัน ทำให้ปริมาณอะไมโลสที่วิเคราะห์ได้ไม่เท่ากัน โดยวิธีที่ 1 จะมีการให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้ง ซึ่งความร้อนนี้จะทำให้พันธะไฮโดรเจนที่ยึดเกาะในเม็ด สตาร์ชคลายตัวลง แล้วเม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวและบางส่วนของแป้งจะละลายออกมา อะไมโลสที่มีอยู่ในเม็ดแป้งจะสามารถจับกับสารละลายไอโอดีนได้อย่างเต็มที่ทำให้ค่าปริมาณอะไมโลสที่วิเคราะห์ได้ค่อนข้างแม่นยำ และน่าจะเชื่อถือกว่าวิธีที่ 2 ที่มีการเตรียมสารละลายน้ำแป้งโดยการกวนเพียงอย่างเดียวแต่ไม่มีการให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้งและทำการวิเคราะห์ผลต่อทันทีโดยไม่มีการพักทิ้งไว้ค้างคืน ซึ่งอาจเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็ว แต่เมื่อพิจารณาถึงความถูกต้องและแม่นยำแล้ววิธีที่มีการให้ความร้อนน่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในข้าวเจ้า ดังนั้นจึงใช้วิธีที่มีการให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้งในการสรุปและวิจารณ์ผลการทดลองครั้งนี้

3. ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณ อะไมโลส กับค่าViscosity ของข้าวเจ้าหอมมะลิ

สตาร์ชเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบมากที่สุดเนื้อเมตต์ของข้าว (ประมาณ 90%) จึงมีผลต่อคุณภาพของข้าวมากที่สุด โดยโมเลกุลของสตาร์ชจะประกอบด้วย อะไมโลสและอะไมโลเพกติน ในสัดส่วนที่แตกต่างกันตามพันธุ์ข้าว ปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพกตินที่มีในข้าวจะสามารถบอกความหนืด ความเหนียวนุ่มของข้าวได้ จากตัวอย่างข้าวเหนียวและข้าวเจ้า เราจะเห็นได้ถึงความแตกต่างของคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสของทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้าที่ต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งปริมาณอะไมโลสที่มีในข้าวจะบอกได้ถึงค่าความหนืดของข้าวได้ โดยที่ข้าวเจ้าจะมีอะไมโลสเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของสตาร์ช ในขณะที่ข้าวเหนียวจะมีอะไมโลเพกตินเกือบทั้งหมดเป็นองค์ประกอบของสตาร์ช ทำให้ข้าวเหนียวมีลักษณะเหนียวนุ่มมากและข้าวเจ้ามีลักษณะร่วนแข็งเมื่อเทียบกับข้าวเหนียว ดังนั้นเมื่อพิจารณาเฉพาะข้าวเจ้าเราจึงใช้ปริมาณอะไมโลสเป็นตัวบอกค่าความหนืดของข้าวเจ้า โดยข้าวเจ้าที่มีปริมาณ อะไมโลสต่ำจะมีค่าความหนืดสูง จากการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส โดยวิธีการทำให้เกิดสี

(Colorimeter Method) โดยอาศัยหลักการให้อะไมโลสจับกับไอโอดีนเกิดเป็นสารประกอบสีน้ำเงินแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ผลการทดลองพบว่า ข้าวเจ้า J3 ขจก. (30/04/48) มีปริมาณอะไมโลสมากที่สุดคือ 26.33% ส่งผลให้มีค่าความหนืดต่ำที่สุดคือ 551 BU ส่วนตัวอย่างข้าวเจ้าที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำที่สุด คือข้าวเจ้า J3 ขจม. (1/09/47) มีปริมาณอะไมโลส 22.05 % และความหนืดที่วัดได้คือ 769 BU ซึ่งเป็นค่าความหนืดที่ยังต่ำกว่าความหนืดของ J4 ขจม. (31/08/47) ซึ่งมีความหนืด 879 BU เป็นความหนืดที่สูงสุดจากตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์ แต่มีปริมาณอะไมโลสสูงกว่า J3 ขจม. (1/09/47) ซึ่งข้าวเจ้า J4 ขจม. (31/08/47) จะมีปริมาณอะไมโลส 22.29 % ซึ่งตามทฤษฎีแล้วการมีปริมาณอะไมโลสต่ำจะทำให้ข้าวมีความหนืดสูง เนื่องจากเป็นคุณสมบัติเฉพาะของอะไมโลส ที่ทำให้โครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้น เม็ดแป้งมีกำลังการพองตัวลดลง ส่งผลให้ความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ต่ำ จากการศึกษาของ Sanjiva Rao et al. (1952) พบว่า ปริมาณอะไมโลสมีความสัมพันธ์กับเนื้อสัมผัสของข้าว โดยข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะให้เนื้อสัมผัสที่แข็งและร่วนกว่าข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ แต่อย่างไรก็ตามตัวอย่างข้าวทั้ง 2 ชนิด คือ J3 ขจก. (30/04/48) และ J4 ขจม. (31/08/47) มีปริมาณอะไมโลสที่ต่างกันเพียงเล็กน้อย จึงทำให้ความหนืดที่ได้มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ส่วนปริมาณอะไมโลสของตัวอย่างข้าวเจ้าชนิดอื่นที่วิเคราะห์ได้ปริมาณอะไมโลสจะเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าความหนืดที่วัดได้จะลดลง ซึ่งถือได้ว่าเป็นไปตามทฤษฎี ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างของอะไมโลส เป็นพอลิเมอร์เชิงเส้น (Linear chains) หรือมีส่วนประกอบของน้ำตาลกลูโคสเกาะกันเป็นเส้นตรง ทำให้มีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยและมีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าอะไมโลเพกติน ซึ่งมีความสำคัญต่อการเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation) หรือการคืนตัว (Setback) ของแป้ง โดยแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะเกิดการคืนตัวได้มากและเร็วกว่าแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพกตินสูง การคืนตัวของแป้งเปียกและสารละลายแป้งทำให้สารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น มีลักษณะข้นและทึบแสงแป้งที่มีการเกิดรีโทรเกรเดชันได้ดีจะมีความคงตัวต่อการแช่เยือกแข็งต่ำ

4. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบทางเคมีและค่า Viscosity ของข้าวเจ้าหอมมะลิโปรตีน (Protein)

โปรตีนเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ มีปริมาณมากเป็นที่สองรองจากคาร์โบไฮเดรต ปริมาณโปรตีนในข้าวจะมีผลกระทบต่อลักษณะของแป้ง ทำให้แป้งมีอัตราการพองตัวและอุณหภูมิในการเกิดเจลาตินไนซ์เปลี่ยนแปลงไป โดยจากการทดลองพบว่าข้าวเจ้า J2 ขจก. (12/05/48) มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด คือ 6.63% และ J4 ขจม. (31/08/47) มีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุดคือ 6.43% ซึ่งจะสัมพันธ์กับค่าอะไมโลสและค่าความหนืดที่วิเคราะห์ได้ โดยข้าว J2 ขจก. (12/05/48) ที่มีปริมาณโปรตีนสูงสุด จะมีปริมาณอะไมโลสสูงและค่าความหนืดจะต่ำสุด ซึ่งตรงกันข้ามกับ J4 ขจม. (31/08/47) ที่มีปริมาณโปรตีนและอะไมโลสต่ำ ส่งผลให้ความหนืดมีค่าสูงสุด ซึ่งก็เป็นไปตามทฤษฎี จากการทดลองของ Phastil (1990) ได้ทดลองหาอันตรกิริยาระหว่างโปรตีนกับสตาร์ชระหว่างการเก็บรักษา พบว่าจะเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ขึ้นระหว่างโปรตีนและสตาร์ชในระดับโครงสร้างโมเลกุลทำให้น้ำหนักของสตาร์ชเปลี่ยนแปลงและน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีน

ออริซานินเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นโปรตีนหลักที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนสะสม (Storage Protein) โปรตีนที่เชื่อมโยงกับเม็ดสตาร์ชในส่วนที่มีพันธะซัลไฟด์คู่ คือ ซีสทิน จะขัดขวางการพองตัวของเม็ด สตาร์ช ทำให้เม็ดสตาร์ชมีการดูดซึมน้ำลดลง ส่งผลให้ค่าความหนืดต่ำและมีอุณหภูมิในการเกิดเจลลิตีในเซชันสูง ซึ่งบ่งบอกถึงการใช้เวลานานในการหุงต้มด้วย จากผลการวิจัยของนักวิจัยหลายกลุ่ม พบว่า ปริมาณโปรตีนจะแปรผันตามสภาพแวดล้อม พันธุ์ และฤดูกาลในการปลูกข้าว สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อปริมาณโปรตีนในข้าว เช่น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระยะต่างๆ ในขณะที่ข้าวเจริญเติบโต โดยขณะที่ข้าวออกดอกจะสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวได้ และในขณะที่สร้างเมล็ดของข้าวถ้าสภาพอากาศมีเมฆปกคลุมมาก หรือฤดูฝน จะส่งผลให้เมล็ดข้าวมีโปรตีนสูงขึ้น นอกจากนี้อุณหภูมิในการเก็บรักษาข้าวที่สูงจะทำให้ปริมาณพันธะไดซัลไฟด์ของโปรตีนเพิ่มขึ้นได้ และจะส่งเสริมการทำงานของเอนไซม์ α -Amylase ซึ่งจะย่อยโครงสร้างเม็ดแป้งทำให้มีความหนืดลดลง

เส้นใยอาหาร (Fiber)

เส้นใยหยาบ (Crude fiber) หมายถึง ส่วนของสารประกอบอินทรีย์ที่ไม่ละลายและเหลืออยู่หลังจากที่ตัวอย่างผ่านขั้นตอนการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ได้แก่ การสกัดเอาไขมันออกด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ สกัดด้วยสารละลายกรดกำมะถันเจือจาง สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจาง สารละลายกรดเจือจาง แอลกอฮอล์และอีเทอร์

เส้นใยอาหาร (Dietary fiber) หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ที่ไม่ละลายและเหลืออยู่หรือคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ คือ เอนไซม์ไม่สามารถย่อยสลายพันธะไกลโคไซด์ในโมเลกุลของส่วนประกอบเหล่านี้ได้ เส้นใยอาหารนี้จะช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระ และทำให้อุจจาระนุ่มจึงช่วยในการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายได้สะดวก จากการทดลองพบว่า ปริมาณใยอาหารที่วิเคราะห์ได้เป็นไปตามทฤษฎีคือ ปริมาณของ Crude fiber จะมีปริมาณน้อยกว่า Dietary fiber เนื่องจาก Dietary fiber เป็นวิธีที่พยายามลดความสูญเสียของเส้นใยอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์ กากใยที่วิเคราะห์ได้เป็น insoluble fiber และเป็นวิธีที่ดีกว่า Crude fiber ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารในแป้ง ปริมาณใยอาหารที่วิเคราะห์ได้สามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพของข้าวได้ว่า มีองค์ประกอบที่เป็นเส้นใยในปริมาณมากหรือน้อย แต่ไม่สามารถบอกได้ถึงความเหนียวนุ่มที่มีในข้าวและไม่สามารถบอกถึงความหนืดของข้าวเจ้าได้

เถ้า (Ash)

เถ้าหรือแร่ธาตุ หมายถึง สารอนินทรีย์ที่เหลืออยู่หลังจากที่เผาให้สารประกอบอินทรีย์สลายไปหมดแล้ว ปริมาณเถ้าที่ได้ไม่จำเป็นจะต้องเท่ากับจำนวนอนินทรีย์ที่อยู่ในอาหารเสมอไป เพราะอาจมีบางส่วนที่หายไปเนื่องจากสารระเหย (Volatilisation) หรือเกิด interaction ระหว่างสารประกอบ จากการทดลองพบว่า ปริมาณเถ้าที่วิเคราะห์ได้ใกล้เคียงกับทฤษฎีซึ่งจะมีค่าระหว่าง 0.258-0.360% ซึ่งตามทฤษฎี

แล้วจะมีค่าอยู่ประมาณ 0.3-0.8% ถ้าที่วิเคราะห์ได้ไม่สามารถบอกได้ถึงความชื้นของข้าวเจ้าได้ แต่จะบ่งบอกถึงปริมาณแร่ธาตุทั้งหมดในตัวอย่างอาหารที่เป็นสารประกอบอนินทรีย์ซึ่งเป็นดัชนีคุณภาพของผลิตภัณฑ์ประเภทแป้งโดยปริมาณแร่ธาตุในเมล็ดข้าวจะมีอิทธิพลมาจากแร่ธาตุในดินที่ปลูกข้าวและการให้น้ำในขณะเพาะปลูก



บทที่ 3

สรุปผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานในบริษัท เชนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ในตำแหน่งผู้ช่วยเจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพ ในด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพนั้น ส่งผลให้เกิดประโยชน์ในหลายๆด้านดังนี้

1. ด้านสังคม

- ได้รู้จักบุคคลต่างๆ มากขึ้นทั้งในแผนกและต่างแผนก
- ได้เข้าใจถึงลักษณะของการปฏิบัติงานจริง และเข้าใจถึงชีวิตประจำวันของการทำงาน
- ได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- ได้รู้จักถึงการวางตัวให้เหมาะสมและการสร้างมนุษยสัมพันธ์ที่ดี

2. ด้านทฤษฎี

- ได้รับความรู้ใหม่เพิ่มในเรื่องของขั้นตอนการผลิตและรายละเอียดต่างๆของข้าวและผลิตภัณฑ์แป้งข้าว
- ได้ศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพของแป้งทางด้านเคมี
- ได้รับความรู้ใหม่ในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ความหนืด
- ได้ศึกษาการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ในแป้งและในน้ำใช้เพิ่มเติม โดยใช้ petifilm
- ได้รับความรู้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในกระบวนการโดยวิธีการไทเทรตและการใช้ test kit
- ได้ทราบถึงขั้นตอนการตรวจติดตาม(Audit) ภายในของบริษัท

3. ด้านปฏิบัติ

- ได้ฝึกปฏิบัติในการเก็บตัวอย่างแป้งเพื่อนำมาตรวจลักษณะทางกายภาพ
- ได้ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์โปรตีนของแป้ง
- ได้ฝึกปฏิบัติในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างแป้ง
- ได้ฝึกปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำใช้ในกระบวนการผลิต
- ได้ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆทางเคมีของข้าว
- ได้ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งโดยใช้เครื่องBrabender viscoamylograph
- ได้ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์คลอรีนในน้ำโดยใช้ test kit เปรียบเทียบกับวิธีการไทเทรต

รวมถึงการฝึกปฏิบัติต่างๆที่ได้กล่าวไว้แล้วในส่วนหน้า โดยการฝึกปฏิบัติที่ได้รับไปทั้งหมดนั้น นับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่ง ทำให้คณะผู้จัดทำได้มีการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และได้สัมผัสกับการปฏิบัติงานจริงที่อยู่นอกเหนือจากทฤษฎีในบทเรียน และที่สำคัญทำให้เรามีความเชื่อมั่นในตัวเอง มีความรับผิดชอบ และมีความอดทนในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์ปริมาณไขมันน่าจะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ควรนำมาวิเคราะห์เพื่อใช้ประมาณค่าอะไมโลสที่มีอยู่ในข้าวเจ้าได้ เนื่องจากไขมันที่อยู่ในเมล็ดสารชนิดโมโนเอซิลจะสามารถจับตัวกับสารประกอบเชิงซ้อนของไอโอดีนกับอะไมโลสได้ ถ้าไขมันมีปริมาณสูงจะส่งผลต่อคุณสมบัติของแป้ง โดยจะลดความสามารถในการพองตัว การละลาย และการจับตัวกับน้ำของเม็ดแป้ง ซึ่งพบว่าแป้งที่มีไขมันสูงจะมีปริมาณอะไมโลสสูงด้วยเช่นกัน

2. ในการวิเคราะห์หาปริมาณข้าวปนโดยวิธีการย้อมสีไอโอดีนในการตรวจข้าวต้องใช้ผู้ที่มีประสบการณ์ และไม่ควรใช้ผู้ตรวจหลายคน เนื่องจากแต่ละคนระดับสายตาไม่เท่ากันจะทำให้การมองเห็นสีต่างกัน ในขณะที่ทำการทดลองไม่ควรทำหลายตัวอย่างพร้อมกันและต้องทำอย่างรวดเร็ว เนื่องจากไอโอดีนจะระเหยออกไป จากที่เมล็ดข้าวที่มีอะไมโลสจะย้อมติดสีน้ำเงิน เมื่อสัมผัสอากาศและแสงจะทำให้สีเปลี่ยนแปลงจากสีน้ำเงินเป็นสีน้ำตาลแดงและสีขาวได้ในระยะเวลาอันสั้นจะทำให้การคัดเลือกข้าวปนมีความคลื่อน

3. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะไมโลสและความหนืดสูงสุดของน้ำแป้งของการโมดิฟายด์เป็นค่าที่ได้จากการ Run brabender ของพนักงาน QC. ไม่ใช่ค่าที่ได้จากการ Run brabender ของผู้ทำการทดลอง ถึงแม้ว่าค่าที่ได้จะใกล้เคียงกันแต่ค่าจากพนักงาน QC. น่าเชื่อถือกว่าเพราะตัวอย่างน้ำแป้งที่เก็บนั้นจะนำมา Run brabender ทันที ในขณะที่ผู้ทำการทดลองต้องเก็บตัวอย่างไว้ในตู้เย็นก่อนการ Run brabender เนื่องจากความไม่สะดวกในเรื่องของเวลา

4. จากความสัมพันธ์ของปริมาณอะไมโลสและความหนืดสูงสุดของน้ำแป้งในกระบวนการผลิตจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า peak ความหนืดจะไม่มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณอะไมโลสที่เพิ่มขึ้นซึ่งตามทฤษฎีแล้ว ถ้าในตัวอย่างน้ำแป้งมีปริมาณอะไมโลสสูงจะส่งผลให้ความหนืดสูงสุดมีค่าต่ำ แต่ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าน้ำแป้งที่นำมา run brabender เป็นน้ำแป้งที่ถูกเก็บในตู้เย็นและตู้แช่แข็งมาก่อนประมาณ 4-5 ชั่วโมง และค้างคืนทำให้น้ำแป้งเกิดการตกตะกอนและแข็งตัวเกิดผลึกน้ำแข็งขึ้น ซึ่งผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นนี้จะส่งผลให้อุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนซ์และความหนืดของแป้งเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

5. การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสเพื่อใช้เป็นวิธีทดสอบเบื้องต้นในการตรวจรับข้าวต้องเป็นวิธีที่รวดเร็วและถูกต้องพอสมควรเพื่อสามารถระบุว่าตัวอย่างข้าวเจ้าเหมาะสมต่อการตรวจรับหรือไม่ ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสตามวิธีที่ 2 โดยไม่มีขั้นตอนการให้ความร้อนและทิ้งค้างคืนจึงเป็นวิธีที่น่าจะเหมาะสมในการวิเคราะห์ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ประมาณ 1 ชั่วโมง ปริมาณอะไมโลสที่ได้อาจไม่แม่นยำมากแต่ก็สามารถใช้เป็นวิธีทดสอบในการตรวจรับข้าวได้

6. ในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ต้องเริ่มตรวจสอบคุณภาพตั้งแต่กระบวนการตรวจรับวัตถุดิบ ตลอดจนวิธีการเก็บรักษาวัตถุดิบเพื่อรอการแปรรูป ในระหว่างนี้อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตัวข้าวซึ่งอาจมาจากหลายสาเหตุ เช่น สภาพการเก็บ สิ่งเจือปน เอนไซม์ในตัวข้าว ความชื้นข้าว เป็นต้น ดังนั้น การเก็บรักษาข้าวเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ดข้าวน้อยที่สุด มีวิธีการดังนี้

การเก็บรักษาข้าว

เป้าหมายหลักของการเก็บรักษาข้าว คือต้องมีการสูญเสียของข้าวในขณะเก็บรักษาน้อยที่สุดทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ หลักการเก็บรักษาโดยทั่วไปคือ ควรเก็บรักษาข้าวไว้ในสภาพหรือโรงเก็บที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศต่ำ(ในที่แห้งและเย็น)

วิธีการเก็บรักษาข้าว

การเก็บรักษาข้าวโดยทั่วไป แบ่งออกได้เป็น 4 วิธี ได้แก่

1. การเก็บในสภาพปกติ ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ หมายถึง การเก็บข้าวไว้ในโรงเก็บปกติที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บ เป็นวิธีที่นิยมใช้อยู่เป็นส่วนใหญ่ เพราะมีการลงทุนน้อย และเสียค่าใช้จ่ายต่ำ แต่โอกาสที่จะเกิดความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษามีสูง เช่น การเก็บในโรงเก็บหรือยุ้งฉางของเกษตรกร โรงสีหรือโกดังส่งออกข้าวขนาดใหญ่
2. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว เช่น การเก็บข้าวไว้ในตู้แช่ ตู้เย็น หรือในไซโลเก็บข้าวที่มีการเป่าลมเย็น เป็นต้น
3. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ได้แก่ การเก็บข้าวไว้ในภาชนะเก็บที่มิดชิด สามารถป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกของอากาศได้ เช่น การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในปี๊บสังกะสีหรือpolyethylene bags เป็นต้น การเก็บข้าวในสภาพปิดเช่นนี้ ความชื้นของข้าวจะเป็นตัวกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในภาชนะที่เก็บ ถ้าความชื้นของข้าวต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะต่ำ ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายน้อย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของข้าวสูง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะสูง ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายสูง ดังนั้น การเก็บรักษาข้าวด้วยวิธีนี้ ข้าวควรมีความชื้นก่อนเก็บต่ำ ทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปความชื้นไม่ควรเกิน 10% วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผลดีและมีค่าใช้จ่ายต่ำ
4. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด สามารถป้องกันและลดความเสียหายของข้าวได้ดี เก็บรักษาข้าวให้คงคุณภาพดี ได้เป็นเวลานาน แต่มีการลงทุน และเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลสูง เช่นการเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวในธนาคารเชื้อพันธุ์

วิธีปฏิบัติในการเก็บรักษาข้าว

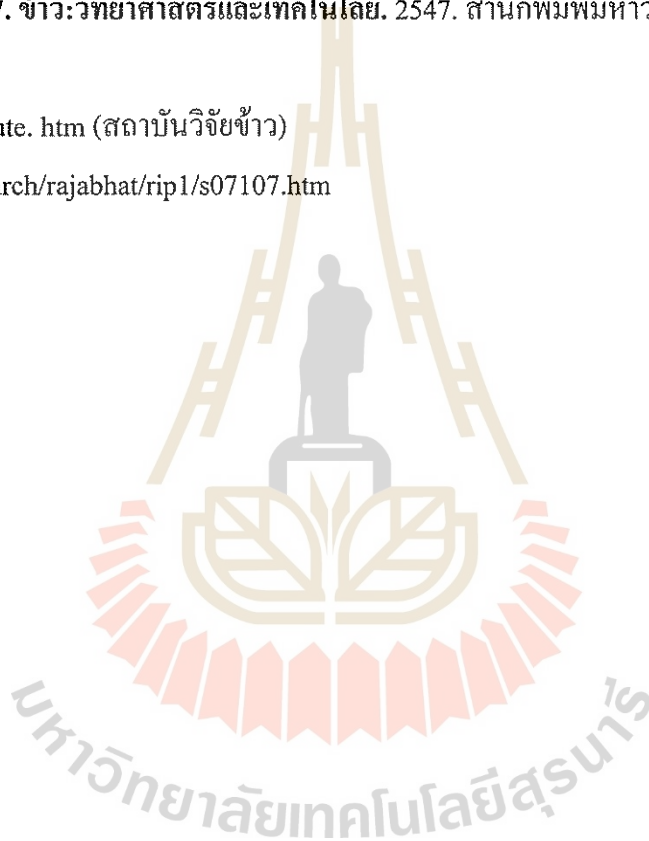
สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเก็บรักษาข้าว คือการรักษาปริมาณและคุณภาพข้าวที่เก็บให้คงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาข้าวได้แก่

1. ความชื้นของข้าวที่จะเก็บ โดยทั่วไปความชื้นของข้าวไม่ควรสูงเกิน 14% ถ้าเป็นเมล็ดพันธุ์ ความชื้นไม่ควรเกิน 12%
2. ความสะอาด ข้าวที่จะเก็บต้องสะอาดไม่มีสิ่งเจือปน เช่น เศษฟาง ตอซัง วัชพืช กรวด หิน ดิน ทราย เพราะสิ่งเหล่านี้ดูดความชื้นได้ดี ทำให้ข้าวมีความชื้นเพิ่มขึ้นในขณะเก็บรักษา
3. การปลอดจากโรค แมลง ศัตรูต่างๆ ข้าวที่จะนำเข้าเก็บต้องปลอดจากโรค แมลง และศัตรูต่างๆ หากพบควรหาวิธีป้องกันกำจัดที่ถูกต้องและเหมาะสม
4. การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม
5. ลักษณะและสถานที่ตั้งของโรงเก็บ โรงเก็บที่ดีควรตั้งอยู่บนที่ดอน และแห้ง มีการระบายน้ำดี เพื่อป้องกันน้ำท่วม รอบๆบริเวณโรงเก็บต้องสะอาด โปร่ง ไม่มีต้นไม้ใหญ่ขึ้นปกคลุม สภาพโรงเก็บต้องมีผนังปิดมิดชิด แน่นหนา มีหลังคากันแดด กันฝน น้ำค้าง ควรยกพื้นสูงเพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศด้านล่างตามช่องเปิดต่างๆ ควรมีตาข่ายป้องกัน นก หนู และสัตว์ศัตรูต่างๆ
6. การจัดการในขณะเก็บรักษา ควรมีการตรวจสอบข้าวที่เก็บและโรงเก็บเป็นระยะๆ

นอกจากนี้ข้าวเก่าที่เก็บไว้นานในอุณหภูมิสูงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่จะไม่เปลี่ยนแปลงมากถ้าเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ สำหรับกลิ่นและรส ตลอดจนรสชาติของข้าวเก่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบของข้าว โดยเฉพาะในกลุ่มสารระเหยที่ให้กลิ่นผิดปกติ จากไขมันและกรดอะมิโน ซึ่งในระหว่างการเก็บรักษาสารเหล่านี้จะเพิ่มหรือลดบ้างแต่ก็มีผลต่อกลิ่นที่ผิดปกติ Chrastil et al.(1994) ทำงานวิจัยพบว่าการเปลี่ยนแปลงของข้าวในการเก็บรักษา มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน และสตาร์ชตลอดจนการทำปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนและสตาร์ชในระดับโครงสร้างโมเลกุล โดยทำให้น้ำหนักโมเลกุลของสตาร์ชเปลี่ยนแปลง และน้ำหนักโมเลกุลของอริซานินซึ่งเป็นโปรตีนชนิดที่มีมากที่สุดในการเพิ่มขึ้นทำให้ความหนืดต่ำและมีอุณหภูมิในการเกิดเจลลาคือในชั้นสูง นอกจากนั้นยังพบว่าเอนไซม์หลายชนิดที่พบในข้าวยังคงมีกิจกรรมอย่างต่อเนื่องแม้จะเก็บรักษาข้าวไว้เป็นเวลานาน รวมทั้งเอนไซม์ที่ช่วยในการสังเคราะห์สตาร์ชก็ยังคงทำงานอยู่จึงอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของข้าวจากข้าวใหม่เป็นข้าวเก่าได้

เอกสารอ้างอิง

- กนกอร อินทราพิเชฐ. คู่มือปฏิบัติการ Food Analysis Laboratory. 2546. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
สำนัก วิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. เทคโนโลยีของแป้ง. 2546. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- นิธิยา รัตนปนนท์.เคมีอาหาร.2545.สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.กรุงเทพฯ
- ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และ นิธิยา รัตนปนนท์.หลักการวิเคราะห์อาหาร.2531.ภาควิชาวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- อรอนงค์ นัยวิกุล.2547. ข้าว:วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ
- RICE Research Institute. html (สถาบันวิจัยข้าว)
- www.rb.ac.th/org/research/rajabhat/rip1/s07107.htm





รายละเอียดในการปฏิบัติโครงการที่ได้รับมอบหมาย

1. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Ash)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. Muffle furnace
2. Porcelain crucible
3. Desiccator
4. Balance

วิธีวิเคราะห์

1. เตากระเบื้องเคลือบในเตาเผาอุณหภูมิ 600°C 3 ชม. ชั่งน้ำหนัก ปิดสวิทช์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาตกลงก่อน นำถ้วยกระเบื้องออกจากเตาเผาใส่ในตู้ดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก
2. เตาซ้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง สองครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว เตาตัวอย่างในเตาเผาอุณหภูมิ 600°C และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 1-2

ปริมาณเถ้าคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก = $\frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$

2. การวิเคราะห์ใยอาหารโภชนาการ (Dietary fiber)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. Incubator ที่ 37°C
2. ตู้อบ ที่ 100°C
3. Sintered glass crucible
4. Aluminium foil
5. Decalin (decahydronaphthlene)
6. Anhydrous sodium sulfide , Na_2SO_3
7. Toluene
8. Acetone
9. Neutral detergent solution

10. Phosphate buffer solution

11. Amylase solution

วิธีวิเคราะห์

1. เตา sintered glass crucible ในเตาเผาอุณหภูมิ 600 °C นาน 3 ชม. ปิดสวิตช์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาตกลงก่อน นำ sintered glass crucible ออกจากเตาเผาใส่ในตู้ดูดความชื้น ปลอ่ยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก
2. เตาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง สองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
3. ชั่งตัวอย่างแป้ง 1 กรัม ซึ่งทราบน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ sintered glass crucible
4. นำ sintered glass crucible ต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์ไฟเบอร์
5. เติม Neutral detergent solution 100 ml Decalin 2 ml และ Na_2SO_3 0.5 กรัม และให้ความร้อนนาน 1 ชั่วโมง กรองกากด้วย crucible และ suction ล้างกากด้วยน้ำเล็กน้อย
6. เติม Amylase solution 10 ml และ suction ให้แทนที่น้ำ วาง crucible ใน beaker ขนาดเล็ก และเติม Amylase solution ให้ท่วมกากใน crucible เติม toluene 2-3 หยด ปิด beaker ด้วย Aluminium foil แล้วบ่มที่ 37 °C ค้างคืน
7. หลังบ่ม กรองโดย suction ล้างกากด้วยน้ำเล็กน้อย และครั้งสุดท้ายล้างด้วย Acetone อบกากให้แห้งที่ 100 °C ทำให้เย็นและชั่งน้ำหนัก
8. คำนวณปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลาย (insoluble dietary fiber , NDF)

$$\% \text{NDF} = \frac{W_2 - W_1}{W_3} \times 100$$

W_1 = น้ำหนัก crucible เปล่า (g)

W_2 = น้ำหนัก crucible + กากใย (g)

W_3 = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร (g)

3. การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารหยาบ (Crude fiber)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณใยอาหารหยาบ
2. Crucible
3. Drying oven
4. Muffle furnace
5. Desiccator
6. Balance
7. 1.25 % H_2SO_4
8. 1.25 % NaOH
9. 9.5 % Ethanol

วิธีวิเคราะห์

1. เตา sintered glass crucible ในเตาเผาอุณหภูมิ 600 °C นาน 3 ชม. ปิดสวิตช์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาตกลงก่อน นำ sintered glass crucible ออกจากเตาเผาใส่ในตู้ดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก
2. เตาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง สองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
3. ชั่งตัวอย่างแป้ง 1 กรัม ซึ่งทราบน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ sintered glass crucible
4. นำ sintered glass crucible ต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์ไฟเบอร์
5. เติม 1.25 % H_2SO_4 ปริมาตร 150 มล. และให้ความร้อนเป็นเวลา 1 ชม.
6. กรองขณะร้อน และล้างกากด้วยน้ำร้อนจนกระทั่งหมดความเป็นกรด
7. เติม 1.25 % NaOH ปริมาตร 150 มล. และให้ความร้อนเป็นเวลา 1 ชม
8. กรองขณะร้อน และล้างกากด้วยน้ำร้อนจนกระทั่งหมดความเป็นด่าง
9. ล้างด้วย ethylalcohol 95% ปริมาตร 10 มล.
10. นำ sintered glass crucible พร้อมกากไปอบแห้งในตู้อบอุณหภูมิ 105 °C นาน 3 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น
11. ชั่งน้ำหนักและอบครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนัก 2 ครั้งติดกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
12. เตา sintered glass crucible พร้อมกากที่อบแห้งแล้ว ในเตาเผาอุณหภูมิ 600 °C นาน 30 นาที
13. ชั่งน้ำหนักและเผาครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนัก 2 ครั้งติดกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

14. คำนวณปริมาณสารใยอาหารจากสูตร

$$\text{ปริมาณสารใยอาหารคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{ผลต่างของ นน. ตัวอย่างหลังอบและหลังเผา}}{\text{นน. ตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

4. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Protein)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. Kjeldahl Flask ขนาด 250-600 มล. และ heating mantle
2. Steam distillation
3. Erlenmeyer flask ขนาด 250-500 มล.
4. Buret ขนาด 25 มล.
5. Filter paper
6. Balance
7. สารผสมระหว่าง CuSO_4 และ K_2SO_4 อัตราส่วน 1:10
8. H_2SO_4 เข้มข้น
9. NaOH เข้มข้น 40 %
10. HCl เข้มข้น 0.1 N
11. Indicator
12. Boric acid เข้มข้น 4%

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักประมาณ 0.7 กรัม ใส่ลงในขวดย่อย
2. ใส่สารผสม CuSO_4 และ K_2SO_4 กรัม เติม H_2SO_4 เข้มข้น ปริมาตร 15 มล. ย่อยบนเตาเป็นเวลา 45 นาที จนได้สารละลายสีใส แล้วปล่อยให้เย็น
3. เตรียม Erlenmeyer flask บรรจุ Boric acid ปริมาตร 30 มล. เติม อินดิเคเตอร์ 4-5 หยด วาง flask เข้ากับเครื่องกลั่นไอน้ำ ให้ปลายอุปกรณ์ควมแน่นจุ่มในสารละลาย Boric acid
4. กลั่นด้วยเครื่องกลั่นไอน้ำ โดยตั้งโปรแกรมเติมน้ำกลั่น 5 วินาที เติม NaOH 4 วินาที ตั้งโปรแกรมการกลั่น 360 วินาที ให้ได้ distillate ประมาณ 150 มล.
5. ไตรเตรทสารละลายด้วย HCl สีจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงวิเคราะห์ Blank ตามข้อ 1-6
6. บันทึกปริมาตรกรดที่ใช้แล้วคำนวณปริมาณโปรตีนจากสูตร

$$\% \text{ Protein} = \frac{(A-B) \times 1.4 \times 0.1 \times F}{W}$$

A = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (ml.)

B = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับ Blank (ml.)

N = ความเข้มข้นของกรด (normality)

F = แฟกเตอร์ของข้าว = 5.95

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

5. การวิเคราะห์ข้าวเจ้าพันธุ์อื่นที่ไม่ใช่ข้าวหอมมะลิไทยปนโดยการละลายในด่าง อุปกรณ์และสารเคมี

1. ขวดแก้วปริมาตรขนาด 1000 มล.
2. จานพลาสติกใสพร้อมฝาปิด
3. บีกเกอร์แก้ว
4. 1.7 % โซดาสีชมพู ไฮดรอกไซด์

วิธีวิเคราะห์

1. สุ่มเมล็ดข้าวขาวมา 100 เมล็ด แบ่งใส่ใน plate จำนวน 4 plate ๆ ละ 25 เมล็ด แล้ววางบนพื้นราบสีดำ
2. เติมน้ำละลาย 1.7 % โซดาสีชมพูไฮดรอกไซด์ ลงใน plate ๆ ละ 25 มล. ให้เมล็ดข้าวทุกเมล็ดจมอยู่ในสารละลาย และให้แต่ละเมล็ดอยู่ห่างกันพอสมควร และปิดฝาทิ้งไว้อยู่กับที่ที่อุณหภูมิห้อง 30° C โดยไม่ขยับเขยื้อนเป็นเวลา 23 ชั่วโมง
3. ตรวจดูเมล็ดข้าวโดยพิจารณาการสลายของเมล็ดข้าวในด่างแต่ละเมล็ดตามลำดับการสลายตัว

6. การวิเคราะห์ข้าวเจ้าพันธุ์อื่นโดยวิธีการย้อมสีด้วยไอโอดีน

อุปกรณ์และสารเคมี

1. สารละลาย NaOH เข้มข้น 1N
2. Glacial acetic acid
3. KI
4. ไทมอลบลู
5. เอทิลแอลกอฮอล์ 95%

6. Isopropyl alcohol 70%
7. Working Solution
8. น้ำกลั่น
9. กระบอกตวง
- บีกเกอร์
- นาฬิกาจับเวลา

วิธีวิเคราะห์

1. ตวงสารละลาย Working Solution ปริมาตร 30 ml. ใส่ลงในตัวอย่างข้าว 3 กรัม
2. เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ 3 หยด
3. เติมสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.05 N จำนวน 4 หยด เขย่าจนได้สารละลายสีน้ำเงิน
4. เติมสารละลายกรดอะซิติก เข้มข้น 0.05 N ลงไปที่ละหยดจนสีน้ำเงินของสารละลายหายไป
5. เติมสารละลายไอโอดีน 1.5 ml. เขย่าให้เข้ากัน แล้วทำการย้อมทันที โดยจับเวลา 30 วินาทีใน

การย้อม

6. ล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้งๆละ 30 วินาที
7. คัดแยกเมล็ดข้าวที่ติดสีน้ำเงิน นั่นคือข้าวที่เป็นข้าวเจ้าไทยชนิดอื่นที่ไม่ใช่ข้าวหอมมะลิ

7. การวิเคราะห์ % ข้าวเหนียวปนในข้าวเจ้าหอมมะลิ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. สารละลายไอโอดีน
2. น้ำกลั่น
3. บีกเกอร์

วิธีวิเคราะห์

1. สุ่มตัวอย่างข้าวเจ้าหอมมะลิประมาณ 3 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 ml. เติมสารละลายไอโอดีนลงไปในตัวอย่างข้าวจนท่วมข้าว เขย่าเบาๆ เพื่อให้ข้าวเหนียวกระจาย เพื่อให้ไอโอดีนย้อมติดสีได้อย่างทั่วถึง
2. เทสารละลายไอโอดีนออก แล้วล้างตัวอย่างข้าวย้อมสีด้วยน้ำกลั่น จนน้ำที่ล้างไม่มีสี
3. คัดแยกสีของข้าว โดยข้าวเหนียวจะย้อมติดสีน้ำตาลแดง หรือ เป็นสีขาว ส่วนข้าวเจ้าหอมมะลิจะย้อมติดสีน้ำเงิน แล้วนำข้าวทั้ง 2 กลุ่มมาชั่งน้ำหนัก เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การปลอมปนของข้าวเหนียว

$$\% \text{ข้าวเหนียวปน} = \frac{\text{น้ำหนักของข้าวที่ติดสีน้ำตาลแดงหรือสีขาว} \times 100}{(\text{น้ำหนักของข้าวที่ติดสีน้ำตาลแดงหรือสีขาว} + \text{น้ำหนักของข้าวที่ติดสีน้ำเงิน})}$$

8. การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าว (วิธีที่ 1)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตัวอย่างข้าวชนิดต่างๆ ที่ผ่านการบดละเอียด
2. acetic acid
3. ไอโอดีน
4. สารละลายอะไมโลส
5. ethyl alcohol
6. NaOH
7. UV visible spectrophotometer
8. KI
9. Volumetric pipette
10. Volumetric flask
11. กระบอกตวง
12. ชุด Water bath

วิธีวิเคราะห์

การเตรียม calibration curve

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานอะไมโลสจำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 ใส่ Vol. flask ขนาด 100 มล. เพื่อเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ
2. เติมน้ำกลั่นในแต่ละขวด 70 มล. และปิเปตสารละลาย acetic acid ความเข้มข้น 1 โมลาร์ จำนวน 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มล. ตามลำดับ
3. เติมสารละลายไอโอดีนในแต่ละขวด 2 มล. ปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานอะไมโลสซึ่งเทียบกับปริมาณอะไมโลสในสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้นร้อยละ 8, 16, 24, 32 และ 41 ตามลำดับ เขย่าและตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 20 นาที
4. นำไปวัดค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 610 นาโนเมตร เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Absorbance กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานอะไมโลส

การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างแป้งตัวอย่างละ 0.100 กรัม ใส่ใน Vol. flask เติมสารละลาย เอทิลแอลกอฮอล์ ที่มีความเข้มข้น 95 % 1 มล. และ เขย่าเบาๆ
2. เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ 9 มล. ตั้งในน้ำเดือดนาน 1 นาที ปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น และตั้งทิ้งไว้ 1 คืน

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของอะไมโลสในสารละลายตัวอย่าง

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ จำนวน 5 มล. กรณีทำ blank ใช้น้ำกลั่น 5 มล. แทนสารละลายตัวอย่าง
2. เติมน้ำกลั่น 70 มล. กรด acetic 1 มล. สารละลายไอโอดีน 2 มล. ปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่นเขย่าและตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 20 นาที
3. วัดค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 610 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นอะไมโลสในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน

9. การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าว (วิธีที่ 2)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตัวอย่างข้าวที่ผ่านการบดละเอียด
2. เครื่องชั่งละเอียดถึง 0.0001 กรัม
3. Spectrophotometer
4. Volumetric flask ขนาด 100 ml
5. Volumetric pipette ขนาด 1,2,3,4 และ 5 ml
6. measuring pipette ขนาด 1-10 ml
7. Magnetic stirrer และ magnetic bar
8. Ethyl alcohol 95%
9. NaOH 2 N
10. Acetic acid 1 N
11. สารละลายไอโอดีน
12. อะไมโลสบริสุทธิ์

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างแป้ง 0.1 กรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 ml ที่แห้งสนิท พยายามไม่ให้แป้งติดบริเวณคอขวดแก้ว
2. นำแป้งมาเติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาณ 1 ml เขย่าเบาๆ เพื่อเกลี่ยแป้งให้กระจายออกอย่าเขย่าแรงเพราะจะทำให้แป้งขึ้นไปเกาะตามผนังขวดแก้ว
3. เติมสารละลาย NaOH 2 N ปริมาณ 9 ml โดยในขณะที่เติมน้ำนี้ ทำการล้างแป้งที่อาจเกาะติดตามคอขวด และตามผนังขวดแก้ว
4. ใส่แท่งแม่เหล็กลงไปในขวดแก้ว ทำการปั่นตัวอย่างบน magnetic stirrer นาน 10 นาที

จากนั้นนำแท่งแม่เหล็กออกจากขวดแก้ว ล้างแท่งแม่เหล็กด้วยน้ำกลั่นเพื่อล้างเอาตัวอย่างที่ติดมากับแท่งแม่เหล็ก กลับลงไปในขวดแก้ว

5. เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml ปิดจุก เขย่า
6. เตรียมขวดแก้วเปล่าขนาด 100 ml เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 ml เติม Acetic acid 1 N 2 ml และเติมสารละลายไอโอดีน 2 ml
7. คุคน้ำแบ่งจากข้อ 5 ปริมาณ 5 ml ใส่ในขวดที่เตรียมไว้ในข้อ 6
8. เติมน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml ปิดจุก เขย่าขวดแก้ว และตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
9. ทำ blank โดยทำเช่นเดียวกับข้อ 6 (ไม่เติมตัวอย่างน้ำแป้ง)
10. วัดความเข้มสีของสารละลายด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 620 nm อ่านค่าเป็น absorbance โดยปรับค่า absorbance ของ blank ให้เป็นศูนย์
11. นำค่า ไปคำนวณหาค่าอะไมโลสโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

การเขียนกราฟมาตรฐาน

1. ชั่งอะไมโลสบริสุทธิ์ 0.4 กรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 ml นำมาเติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาณ 1 ml เขย่าเบาๆ
2. เติมสารละลาย NaOH 2 N ปริมาณ 9 ml ใส่แท่งแม่เหล็กลงไปในขวดแก้ว ทำการปั่นตัวอย่างบน magnetic stirrer นาน 10 นาที จากนั้นนำแท่งแม่เหล็กออกจากขวดแก้ว ล้างแท่งแม่เหล็กด้วยน้ำกลั่นเพื่อล้างเอาตัวอย่างที่ติดมากับแท่งแม่เหล็ก กลับลงไปในขวดแก้ว
3. เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml ปิดจุก เขย่า จะได้เป็นสารละลายมาตรฐานเตรียมขวดแก้วเปล่าขนาด 100 ml จำนวน 5 ขวด เติมน้ำกลั่นขวดละประมาณ 70 ml เติม Acetic acid 1 N ปริมาณ 0.4 , 0.8 , 1.2 , 1.6 และ 2.0 ml ตามลำดับและเติมสารละลายไอโอดีนขวดละ 2 ml
4. คุดสารละลายมาตรฐานปริมาณ 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 ml ใส่ลงในขวดแก้วที่เตรียมไว้ในข้อ 3 ตามลำดับ
5. เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml ปิดจุก เขย่า แล้วนำไปวัด absorbance
6. เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าปริมาณอะไมโลส (แกน Y) กับค่า absorbance (แกน X) โดยค่าปริมาณอะไมโลสของสารละลายมาตรฐานเป็น 8 , 16 , 24 , 32 และ 40% ตามลำดับ

10. การวิเคราะห์ค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brabender

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตะแกรง mesh 200
2. pH-meter
3. กระบอทดวง

4. Hydrometer
5. เครื่องมือ Brabender
6. suction สำหรับกรอง
7. เครื่องปั่นข้าว
8. น้ำสำหรับ Run Brabender
9. น้ำกลั่น
10. กรดสำหรับปรับ pH
11. ปีกเกอร์

วิธีวิเคราะห์

ตัวอย่างข้าว

1. โม่ตัวอย่างข้าวโดยชั่งตัวอย่างข้าว 200 กรัม แช่ในน้ำ 400 ml เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
2. พอลบ 3 ชั่วโมงเปลี่ยนน้ำที่แช่เป็น 200 ml.
3. โม่ตัวอย่างข้าว 10 ครั้ง แล้วกรองผ่านตะแกรง mesh 200
4. นำน้ำแป้งที่ได้เทใส่กระบอกตวงวัด Be' ด้วย Hydrometer
5. นำค่าที่ได้เทียบกับตาราง 6% dsb
6. ชั่งน้ำหนักน้ำแป้งตามค่าที่อ่านได้จากตาราง
7. เติมน้ำให้ครบ 500 ml.
8. นำตัวอย่างที่ได้ไป Run Brabender

ตัวอย่างน้ำแป้ง

1. นำตัวอย่างน้ำแป้งมาชั่ง 125 ml
2. วัด pH ปรับกรดให้อยู่ในช่วง 5.0-5.5
3. กรองน้ำแป้ง แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นประมาณ 300 ml แบ่งเท 2 ครั้ง หลังจากเทน้ำแป้งลงไปและก่อนที่หน้าแป้งจะแห้ง ก่อนที่จะล้างอย่าให้ผิวหน้าแป้งแตกเป็นรอยต้องรีบเทน้ำก่อนผิวหน้าแห้งแตก เมื่อเทน้ำล้างจนครบ กรองแป้งจนแห้ง โดยดูได้จากน้ำที่หยดจากปลายกรวยกรอง
4. จากนั้นจะได้แป้งที่เป็นลักษณะแป้ง cake
5. ค่อยๆ ลอกแป้ง cake ออกจากกระดาษกรองใช้ช้อนขูดแป้งที่ติดอยู่กับกระดาษกรองและที่กรวยกรองแป้งออกให้มากที่สุด แล้วผสมกับน้ำสำหรับ Run Brabender 100 ml. ในปีกเกอร์
6. เทใส่กระบอกตวงวัด Be' โดยใช้ Hydrometer เทียบกับตาราง 6% dsb
7. ชั่งน้ำหนักน้ำแป้งตามค่าที่อ่านได้จากตาราง
8. เติมน้ำให้ครบ 500 ml. แล้ว นำตัวอย่างที่ได้ไป Run Brabender

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์เอ็นในตัวอย่างข้าว

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลง แช่	No. ถังแช่	ครั้งที่	นน.ถ้วย(g)	นน.ตัวอย่าง(g)	นน.ถ้วยรวม ถ้ำ (g)	%ปริมาณถ้ำ	เฉลี่ย
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	1	1	22.0563	2.0025	22.0630	0.335	0.342
			2	21.7617	2.0075	21.7687	0.349	
			3	-	-	-	error	
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	2	1	20.4454	2.0003	20.4521	0.335	0.331
			2	19.9307	2.0048	19.9370	0.314	
			3	19.0263	2.0016	19.0332	0.345	
J4 ขจม.นม. (J3 + J4) 31/8/47	21/5/48	3	1	20.3953	2.0046	20.4015	0.310	0.325
			2	20.5080	2.0016	20.5144	0.320	
			3	22.0558	2.0001	22.0627	0.345	
J2 ขจม.นม. 25/9/47	21/5/48	4	1	19.5268	2.0001	19.5326	0.290	0.296
			2	22.1600	2.0052	22.1660	0.299	
			3	20.0143	2.0008	20.0203	0.300	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	1	1	22.4776	2.0019	22.4841	0.330	0.333
			2	20.4607	2.0034	20.4674	0.334	
			3	21.3851	2.0010	21.3918	0.335	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	2	1	21.3843	1.9994	21.3907	0.320	0.297
			2	20.2022	2.0027	20.2081	0.295	
			3	21.1111	2.0005	21.1166	0.275	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	3	1	21.6753	2.0013	21.6813	0.300	0.303
			2	22.5697	2.0006	22.5754	0.285	
			3	20.4465	2.0007	20.4530	0.325	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	4	1	21.1052	2.0008	21.1113	0.305	0.325
			2	22.8650	2.0019	22.8716	0.330	
			3	21.7649	2.0002	21.7717	0.340	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	7	1	19.6802	2.0026	19.6870	0.340	0.360
			2	20.6072	2.0021	20.6137	0.325	
			3	21.5625	2.0013	21.5708	0.415	

หมายเหตุ ขจม.นม. คือ ข้าวเจ้าใหม่ นครราชสีมา

ขจก.นม. คือ ข้าวเจ้าเก่า นครราชสีมา

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์เถ้าในตัวอย่างข้าว(ต่อ)

ตัวอย่าง ข้าว/วัน รับเข้า	วันที่ลง แช่	No.ถัง แช่	ครั้งที่	นน.ถ้วย(g)	นน.ตัวอย่าง(g)	นน.ถ้วยรวม เถ้า (g)	%ปริมาณเถ้า	เฉลี่ย
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	8	1	21.2666	2.0003	21.2730	0.320	0.317
			2	21.9793	2.0014	20.9864	0.237	
			3	21.1131	2.0013	21.1210	0.395	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	9	1	21.1609	2.0002	21.1673	0.320	0.333
			2	21.4254	2.0023	21.4319	0.325	
			3	20.5124	2.0010	20.5197	0.365	
J1 ขจก.นม. 18/5/48	24/5/48	4	1	20.9811	2.0011	20.9873	0.310	0.298
			2	21.5595	2.0012	21.5654	0.295	
			3	20.9819	2.0004	20.9877	0.290	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	1	1	20.0155	2.0019	20.0212	0.284	0.320
			2	21.8997	2.0009	21.9054	0.285	
			3	20.9788	2.0008	20.9866	0.390	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	2	1	19.0260	2.0008	19.0315	0.275	0.268
			2	21.9240	2.0021	21.9294	0.270	
			3	20.2028	2.0009	20.2080	0.260	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	3	1	21.1124	2.0018	21.1185	0.305	0.323
			2	19.8723	2.0009	19.8790	0.355	
			3	20.6111	2.0009	20.6177	0.330	
J3 ขจก.นม. 30/4/48	25/5/48	4	1	14.7180	2.0006	14.7223	0.215	0.258
			2	14.7680	2.0026	14.7725	0.225	
			3	19.9260	2.0014	19.9327	0.335	

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณเถ้าในตัวอย่างข้าวเจ้าก่อนแช่

$$\text{ปริมาณเถ้าคิดเป็นร้อยละ โดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

$$\text{ปริมาณเถ้าคิดเป็นร้อยละ โดยน้ำหนัก} = \frac{0.0067 \times 100}{2.0025}$$

$$\text{ปริมาณเถ้าในตัวอย่างข้าวเจ้า} = 0.335\%$$

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารโภชนาการ (Dietary fiber) ในตัวอย่างข้าว

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลง แช่	No. ถึงแช่	ครั้งที่	นน.crucible (g), W ₁	นน.ตัวอย่าง (g), W ₃	นน.crucible รวมกาก (g), W ₂	%dietary fiber	เฉลี่ย
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	1	1	29.5797	1.0020	29.6004	2.066	1.98
			2	28.8674	1.0015	28.8864	1.897	
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	2	1	29.3128	1.0007	29.3347	2.188	2.14
			2	30.3102	1.0020	30.3312	2.095	
J4 ขจม.นม. (J3 + J4) 31/8/47	21/5/48	3	1	29.8675	1.0021	29.8941	2.654	2.44
			2	28.7568	1.0015	28.7791	2.227	
J2 ขจม.นม. 25/9/47	21/5/48	4	1	30.2403	1.0017	30.2676	2.725	2.64
			2	29.8412	1.0019	29.8667	2.545	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	1	1	29.8056	1.0013	29.8301	2.447	2.47
			2	28.8795	1.0010	28.9045	2.498	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	2	1	29.1463	1.0017	29.1670	2.066	2.15
			2	29.6032	1.0021	29.6244	2.235	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	3	1	29.0454	1.0025	29.0586	1.317	1.51
			2	29.8812	1.0012	29.8982	1.698	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	4	1	29.8686	1.0017	29.8779	0.928	1.01
			2	30.1065	1.0020	30.1175	1.098	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	7	1	29.3385	1.0015	29.3489	1.038	1.27
			2	30.0356	1.0018	30.0506	1.497	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	8	1	28.6709	1.0019	28.6890	1.807	1.90
			2	29.4610	1.0013	29.4810	1.997	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	9	1	29.0303	1.0017	29.0508	2.047	1.98
			2	30.1430	1.0020	30.1621	1.906	
J1 ขจก.นม. 18/5/48	24/5/48	4	1	28.1535	1.0006	28.1724	1.889	1.99
			2	29.4552	1.0014	29.4762	2.097	

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารโภชนาการ (Dietary fiber) ในตัวอย่างข้าว (ต่อ)

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลง แช่	No. ถึงแช่	ครั้งที่	นน.crucible (g), W ₁	นน.ตัวอย่าง (g), W ₃	นน.crucible รวมกาก (g), W ₂	%dietary fiber	เฉลี่ย
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	1	1	28.6277	1.0025	28.6476	1.985	2.04
			2	30.1006	1.0011	30.1215	2.088	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	2	1	28.3376	1.0013	28.3476	0.999	1.10
			2	28.9876	1.0010	28.9996	1.199	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	3	1	28.1881	1.0021	28.2071	1.896	1.95
			2	29.5684	1.0018	29.5884	1.996	
J3 ขจก.นม. 30/4/48	25/5/48	4	1	29.5228	1.0012	29.5419	1.908	2.00
			2	30.1305	1.0017	30.1525	2.096	

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณใยอาหารโภชนาการ (dietary fiber) ในตัวอย่างข้าวเจ้าก่อนแช่

$$\%NDF = \frac{W_2 - W_1}{W_3} \times 100$$

W₁ = น้ำหนัก crucible เปล่า (g)

W₂ = น้ำหนัก crucible + กากใย (g)

W₃ = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร (g)

$$\%NDF = \frac{29.6004 - 29.5797}{1.0020} \times 100$$

ปริมาณใยอาหารโภชนาการ (dietary fiber) = 2.066 %

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ใยอาหารหยาบ (Crude fiber) ในตัวอย่างข้าว

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลง แช่	No. ถึงแช่	ครั้งที่	นน.ตัวอย่าง (g)	นน.crucible + กากหลังอบ(g)	นน.crucible + ถ้ำหลังเผา(g)	%crude fiber	เฉลี่ย
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	1	1	1.0016	29.2782	29.2639	1.428	1.704
			2	1.0004	29.9407	29.9209	1.979	
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	2	1	1.0028	29.7357	29.7179	1.775	1.897
			2	1.0009	29.4760	29.4558	2.018	
J4 ขจม.นม. (J3 + J4) 31/8/47	21/5/48	3	1	1.0012	30.7640	30.7530	1.099	1.481
			2	1.0034	28.4597	28.4410	1.863	
J2 ขจม.นม. 25/9/47	21/5/48	4	1	1.0016	28.6025	28.5837	1.877	2.192
			2	1.0010	29.2748	29.2497	2.507	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	1	1	1.0014	28.3195	28.3095	0.999	1.679
			2	1.0006	28.8917	28.8681	2.358	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	2	1	1.0012	29.9950	29.9681	2.687	2.008
			2	1.0018	30.6735	30.6602	1.328	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	3	1	1.0041	29.6662	29.6540	1.215	1.552
			2	1.0064	28.2910	28.2720	1.888	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	4	1	1.0030	29.1800	29.1624	1.755	1.905
			2	1.0074	28.5373	28.5166	2.055	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	7	1	1.0065	29.4055	29.3916	1.381	0.975
			2	1.0024	28.5888	28.5831	0.569	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	8	1	1.0024	29.9200	29.8982	2.175	2.177
			2	1.0056	28.7820	28.7601	2.178	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	9	1	1.0038	29.9511	29.9294	2.202	2.150
			2	1.0057	29.9295	29.9084	2.098	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	4	1	1.0009	29.5961	29.5921	0.400	1.163
			2	1.0021	28.4527	28.4334	1.926	

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ใยอาหารหยาบ (Crude fiber) ในตัวอย่างข้าว (ต่อ)

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลง แช่	No. ถึงแช่	ครั้งที่	นน.ตัวอย่าง (g)	นน.crucible + กากหลังอบ(g)	นน.crucible + เถ้าหลังเผา(g)	%crude fiber	เฉลี่ย
J1 ขจก.นม. 18/5/48	25/5/48	1	1	1.0010	28.2273	28.2169	1.039	1.536
			2	1.0036	29.2024	29.1820	2.033	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	2	1	1.0018	29.8664	29.8482	1.817	1.900
			2	1.0034	30.6343	30.6144	1.983	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	3	1	1.0024	29.1234	29.0924	3.093	3.125
			2	1.0013	28.3727	28.3411	3.156	
J3 ขจก.นม. 30/4/48	25/5/48	4	1	1.0025	29.3751	29.3452	2.983	1.662
			2	1.0012	28.0892	28.0858	0.340	

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณใยอาหารหยาบ (crude fiber) ในตัวอย่างข้าวเจ้าก่อนแช่

$$\text{ปริมาณใยอาหารคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{ผลต่างของนน.หลังอบและหลังเผา} \times 100}{\text{นน.ตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

$$\text{ปริมาณใยอาหารคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{29.2782 - 29.2639 \times 100}{1.0016}$$

$$\text{ปริมาณใยอาหารหยาบ (crude fiber)} = 1.428 \%$$

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในตัวอย่างข้าว

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ ลงแซ่	No. ถึงแซ่	ครั้งที่	นน. ตัวอย่าง (g)	ปริมาณกรดที่ใช้ ไทเทรต(ml)	ปริมาณกรดที่ ใช้ไทเทรตกับ blank(ml)	ปริมาณ โปรตีน (%)	เฉลี่ย
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	1	1	0.7	5.75	0.20	6.60	6.57
			2	0.7	5.70	0.20	6.55	
			3	0.7	5.70	0.20	6.55	
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	2	1	0.7	5.70	0.20	6.55	6.57
			2	0.7	5.70	0.20	6.55	
			3	0.7	5.75	0.20	6.60	
J4 ขจม.นม. (J3 + J4) 31/8/47	21/5/48	3	1	0.7	5.65	0.20	6.49	6.45
			2	0.7	5.60	0.20	6.43	
			3	0.7	5.60	0.20	6.43	
J2 ขจม.นม. 25/9/47	21/5/48	4	1	0.7	5.55	0.15	6.43	6.47
			2	0.7	5.60	0.15	6.49	
			3	0.7	5.65	0.20	6.49	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	1	1	0.7	5.50	0.15	6.37	6.40
			2	0.7	5.55	0.15	6.43	
			3	0.7	5.50	0.125	6.40	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	2	1	0.7	5.60	0.15	6.49	6.46
			2	0.7	5.55	0.15	6.43	
			3	0.7	5.55	0.15	6.46	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	3	1	0.7	5.65	0.20	6.49	6.46
			2	0.7	5.60	0.20	6.43	
			3	0.7	5.55	0.125	6.46	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	4	1	0.7	5.55	0.20	6.37	6.46
			2	0.7	5.60	0.20	6.43	
			3	0.7	5.65	0.125	6.57	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	7	1	0.7	5.50	0.20	6.31	6.40
			2	0.7	5.50	0.20	6.31	
			3	0.7	5.65	0.125	6.57	

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในตัวอย่างข้าว(ต่อ)

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ ลงแช่	No. ถังแช่	ครั้งที่	นน. ตัวอย่าง (g)	ปริมาณกรดที่ใช้ ไทเทรต(ml)	ปริมาณกรดที่ใช้ ไทเทรตกับ blank(ml)	ปริมาณ โปรตีน(%)	เฉลี่ย
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	8	1	0.7	5.35	0.175	6.22	6.24
			2	0.7	5.40	0.175	6.28	
			3	0.7	5.35	0.125	6.22	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	9	1	0.7	5.50	0.175	6.34	6.40
			2	0.7	5.55	0.175	6.40	
			3	0.7	5.55	0.125	6.46	
J1 ขจก.นม. 18/5/48	24/5/48	4	1	0.7	5.55	0.175	6.40	6.42
			2	0.7	5.60	0.175	6.46	
			3	0.7	5.50	0.125	6.40	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	1	1	0.7	5.75	0.15	6.66	6.69
			2	0.7	5.75	0.15	6.66	
			3	0.7	5.80	0.125	6.75	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	2	1	0.7	5.70	0.15	6.60	6.56
			2	0.7	5.65	0.15	6.55	
			3	0.7	5.60	0.125	6.52	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	3	1	0.7	5.75	0.15	6.66	6.63
			2	0.7	5.70	0.15	6.60	
			3	0.7	5.70	0.125	6.63	
J3 ขจก.นม. 30/4/48	25/5/48	4	1	0.7	5.70	0.15	6.60	6.56
			2	0.7	5.65	0.15	6.55	
			3	0.7	5.60	0.125	6.52	

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณโปรตีนในตัวอย่างข้าวเจ้าก่อนแช่

%Protein	=	$\frac{(A-B) \times 1.4 \times N \times F}{W}$
----------	---	--

A = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (ml)

B = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับ blank (ml)

N = ความเข้มข้นของกรด (normality)

F = แฟกเตอร์ของข้าว = 5.95

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

$$\%Protein = \frac{(5.80 - 0.20) \text{ ml} \times 1.4 \times 0.1N \times 5.95}{0.70 \text{ g}}$$

ปริมาณโปรตีนในตัวอย่างข้าวเจ้า = 6.66 %

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในตัวอย่างน้ำแป้ง

ตัวอย่างน้ำแป้ง	วันที่ลงแช่	No. ถังแช่	ครั้งที่	นน. ตัวอย่าง (g)	ปริมาณกรดที่ใช้ไทเทรต(ml)	ปริมาณกรดที่ใช้ไทเทรตกับ blank(ml)	ปริมาณโปรตีน(%)	เฉลี่ย
หลังไม่ ถึงที่ 1	25/5/48	R ₁	1	0.7	3.80	0.15	4.56	4.60
			2	0.7	3.85	0.15	4.63	
หลังไม่ ถึงที่ 2	25/5/48	R ₂	1	0.7	3.55	0.15	4.25	4.25
			2	0.7	3.55	0.15	4.25	
ก่อน dilute ถึงที่ 1	25/5/48	R ₁	1	0.7	3.65	0.15	4.38	4.41
			2	0.7	3.70	0.15	4.44	
ก่อน dilute ถึงที่ 2	25/5/48	R ₂	1	0.7	2.95	0.125	3.53	3.56
			2	0.7	3.00	0.125	3.59	
Native	25/5/48	M ₂	1	0.7	0.50	0.125	0.47	0.50
			2	0.7	0.55	0.125	0.53	

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณโปรตีนในตัวอย่างข้าวเจ้าก่อนแช่

$$\% \text{Protein} = \frac{(A-B) \times 1.4 \times N \times F}{W}$$

A = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (ml)

B = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับ blank (ml)

N = ความเข้มข้นของกรด (normality)

F = แฟกเตอร์ของแป้ง = 6.25

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

$$\% \text{Protein} = \frac{(3.80 - 0.15) \text{ ml} \times 1.4 \times 0.1 \text{ N} \times 6.25}{0.70 \text{ g}}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีนในตัวอย่างน้ำแป้งหลังไม่ถึงที่ 1} = 4.56 \%$$

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์หา % ของข้าวเจ้าพันธุ์อื่นโดยวิธีการย้อมสีไอโอดีน

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลงแช่	No. ถังแช่	ครั้งที่	นน.ข้าวปน(g)	นน.ข้าวเจ้า หอมมะลิ(g)	% ข้าวปน	เฉลี่ย
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	1	1	0.121	3.329	3.507	3.339
			2	0.109	3.338	3.162	
			3	0.117	3.378	3.348	
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	2	1	0.126	3.297	3.711	3.499
			2	0.123	3.280	3.596	
			3	0.108	3.269	3.189	
J4 ขจม.นม. (J3 + J4) 31/8/47	21/5/48	3	1	0.154	3.286	4.477	3.753
			2	0.120	3.322	3.486	
			3	0.112	3.285	3.297	
J2 ขจม.นม. 25/9/47	21/5/48	4	1	0.118	3.263	3.490	4.207
			2	0.158	3.292	3.580	
			3	0.156	3.273	3.273	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	1	1	0.129	3.236	3.834	4.347
			2	0.152	3.294	4.411	
			3	0.164	3.259	4.791	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	2	1	0.120	3.275	3.535	3.720
			2	0.130	3.236	3.862	
			3	0.126	3.248	3.734	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	3	1	0.149	3.238	4.399	4.092
			2	0.129	3.248	3.820	
			3	0.137	3.237	4.057	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	4	1	0.138	3.265	4.055	4.071
			2	0.123	3.311	3.582	
			3	0.154	3.212	4.575	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	7	1	0.161	3.201	4.789	5.241
			2	0.200	3.114	5.949	
			3	0.188	3.215	3.525	

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์หา % ของข้าวเจ้าพันธุ์อื่นโดยวิธีการย้อมสีไอโอดีน(ต่อ)

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลงแช่	No. ถึงแช่	ครั้งที่	นน.ข้าวปน(g)	นน.ข้าวเจ้า หอมมะลิ(g)	% ข้าวปน	เฉลี่ย
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	8	1	0.172	3.226	5.062	4.654
			2	0.121	3.260	3.579	
			3	0.180	3.203	5.321	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	9	1	0.152	3.224	4.502	4.475
			2	0.168	3.210	4.973	
			3	0.104	3.281	3.072	
J1 ขจก.นม. 18/5/48	24/5/48	4	1	0.161	3.178	4.822	4.475
			2	0.130	3.172	3.937	
			3	0.156	3.188	4.665	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	1	1	0.145	3.147	4.405	3.937
			2	0.113	3.188	3.423	
			3	0.133	3.205	3.984	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	2	1	0.105	3.201	3.176	3.586
			2	0.117	3.193	3.535	
			3	0.134	3.178	4.046	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	3	1	0.164	3.107	5.014	5.104
			2	0.139	3.163	4.210	
			3	0.199	3.070	6.087	
J3 ขจก.นม. 30/4/48	25/5/48	4	1	0.107	3.178	3.257	3.928
			2	0.153	3.142	4.643	
			3	0.127	3.143	3.884	

ตัวอย่างการคำนวณ %ของข้าวเจ้าพันธุ์อื่นในตัวอย่างข้าวเจ้าก่อนแช่

$$\% \text{ข้าวเจ้าพันธุ์อื่น} = \frac{\text{น้ำหนักของข้าวที่ติดสีน้ำตาลแดงหรือสีขาว} \times 100}{(\text{น้ำหนักของข้าวที่ติดสีน้ำตาลแดงหรือสีขาว} + \text{น้ำหนักของข้าวที่ติดสีน้ำเงิน})}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ข้าวเจ้าพันธุ์อื่น} &= \frac{0.121 \times 100}{0.121 + 3.329} \\ &= 3.507\% \end{aligned}$$

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์หา % ข้าวเหนียวปนในข้าวเจ้าหอมมะลิ

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลงแช่	No. ถังแช่	ครั้งที่	นน.ข้าวเหนียว ปน(g)	นน.ข้าวเจ้า หอมมะลิ(g)	% ข้าวปน	เฉลี่ย
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	1	1	0.035	3.336	1.038	0.890
			2	0.033	3.429	0.953	
			3	0.023	3.370	0.678	
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	2	1	0.033	3.292	0.992	0.854
			2	0.033	3.353	0.975	
			3	0.020	3.348	0.594	
J4 ขจม.นม. (J3 + J4) 31/8/47	21/5/48	3	1	0.028	3.243	0.870	0.963
			2	0.036	3.293	1.081	
			3	0.031	3.412	0.900	
J2 ขจม.นม. 25/9/47	21/5/48	4	1	0.012	3.412	0.350	0.580
			2	0.029	3.534	0.814	
			3	0.020	3.446	0.577	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	1	1	0.021	3.358	0.621	0.877
			2	0.032	3.424	0.926	
			3	0.038	3.471	1.083	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	2	1	0.035	3.510	0.987	0.860
			2	0.028	3.480	0.798	
			3	0.028	3.500	0.794	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	3	1	0.022	3.518	0.621	0.587
			2	0.006	3.595	0.167	
			3	0.035	3.562	0.973	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	4	1	0.015	3.538	0.422	0.520
			2	0.016	3.524	0.452	
			3	0.024	3.473	0.686	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	7	1	0.017	3.707	0.456	0.596
			2	0.011	3.714	0.295	
			3	0.039	0.727	1.036	

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์หา % ข้าวเหนียวปนในข้าวเจ้าหอมมะลิ (ต่อ)

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลงแช่	No.ถึง แช่	ครั้งที่	นน.ข้าวปน(g)	นน.ข้าวเจ้า หอมมะลิ(g)	% ข้าวปน	เฉลี่ย
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	8	1	0.022	3.423	0.639	0.872
			2	0.031	3.446	0.892	
			3	0.038	3.461	1.086	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	9	1	0.023	3.252	0.702	0.642
			2	0.018	3.306	0.542	
			3	0.023	3.355	0.681	
J1 ขจก.นม. 18/5/48	24/5/48	4	1	0.029	3.547	0.811	0.742
			2	0.025	3.600	0.690	
			3	0.026	3.559	0.725	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	1	1	0.012	3.252	0.368	0.543
			2	0.021	3.201	0.652	
			3	0.021	3.426	0.609	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	2	1	0.034	3.178	1.059	0.694
			2	0.019	3.325	0.568	
			3	0.017	3.707	0.456	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	3	1	0.013	3.280	0.394	0.528
			2	0.018	3.141	0.570	
			3	0.021	3.358	0.621	
J3 ขจก.นม. 30/4/48	25/5/48	4	1	0.009	3.370	0.266	0.587
			2	0.022	3.290	0.664	
			3	0.030	3.580	0.831	

ตัวอย่างการคำนวณ %ของข้าวเหนียวปนในตัวอย่างข้าวเจ้าก่อนแช่

$$\% \text{ข้าวเหนียวปน} = \frac{\text{น้ำหนักของข้าวที่ติดสีน้ำตาลแดงหรือสีขาว} \times 100}{(\text{น้ำหนักของข้าวที่ติดสีน้ำตาลแดงหรือสีขาว} + \text{น้ำหนักของข้าวที่ติดสีน้ำเงิน})}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ข้าวเหนียวปน} &= \frac{0.035 \times 100}{0.035 + 3.336} \\ &= 1.038 \% \end{aligned}$$

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์หา % ข้าวปนโดยวิธีสลายในต่าง

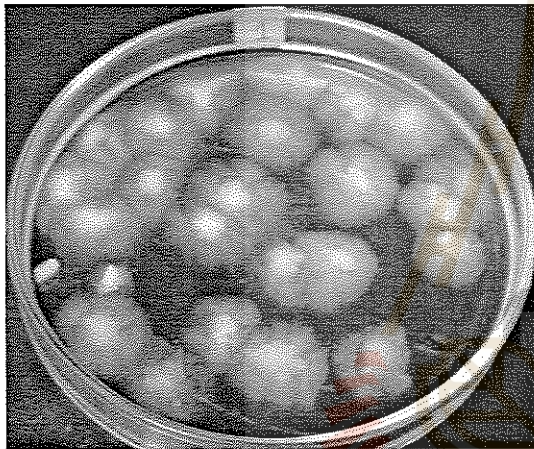
ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ ลง채	No. ถึง채	plateที่	การสลายของเมล็ดข้าว ระดับ 1-5/25 เม็ด	การสลายของเมล็ดข้าว ระดับ 6-7/25 เม็ด	% ข้าวเจ้าปน ชนิดอื่น
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	1	1 2 3 4	1 0 4 5	24 25 21 20	10
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	2	1 2 3 4	4 5 0 0	21 20 25 25	9
J4 ขจม.นม. (J3 + J4) 31/8/47	21/5/48	3	1 2 3 4	4 3 1 1	21 22 24 24	9
J2 ขจม.นม. 25/9/47	21/5/48	4	1 2 3 4	3 5 5 2	22 20 20 23	15
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	1	1 2 3 4	1 1 5 2	24 24 20 23	9
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	2	1 2 3 4	1 3 2 5	24 22 23 20	11
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	3	1 2 3 4	5 1 1 1	20 24 24 24	8

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์หา % ข้าวปนโดยวิธีสลายในด่าง (ต่อ)

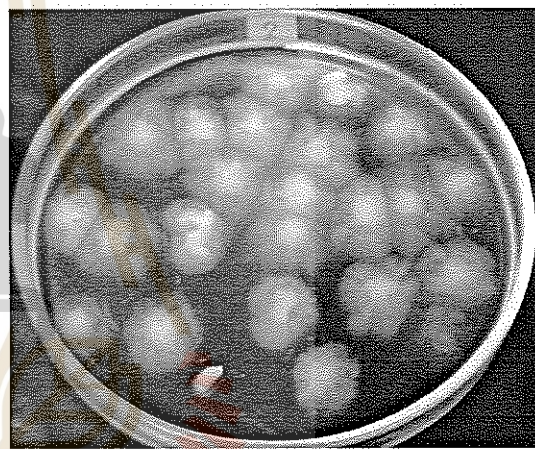
ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ ลงแช่	No. ถังแช่	ครั้งที่	การสลายของเมล็ดข้าว ระดับ 1-5/100 เม็ด	การสลายของเมล็ดข้าว ระดับ 6-7/100 เม็ด	% ข้าวเจ้าปน ชนิดอื่น
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	4	1	2	23	10
			2	3	22	
			3	2	23	
			4	3	22	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	7	1	2	23	10
			2	4	21	
			3	3	22	
			4	1	24	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	8	1	5	20	18
			2	3	22	
			3	5	20	
			4	5	20	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	9	1	4	21	14
			2	3	22	
			3	4	21	
			4	3	22	
J1 ขจก.นม. 18/5/48	24/5/48	4	1	5	20	18
			2	7	18	
			3	2	23	
			4	4	21	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	1	1	5	20	17
			2	5	20	
			3	4	21	
			4	3	22	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	2	1	7	18	20
			2	8	17	
			3	3	22	
			4	2	23	

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์หา % ข้าวปนโดยวิธีสลายในด่าง (ต่อ)

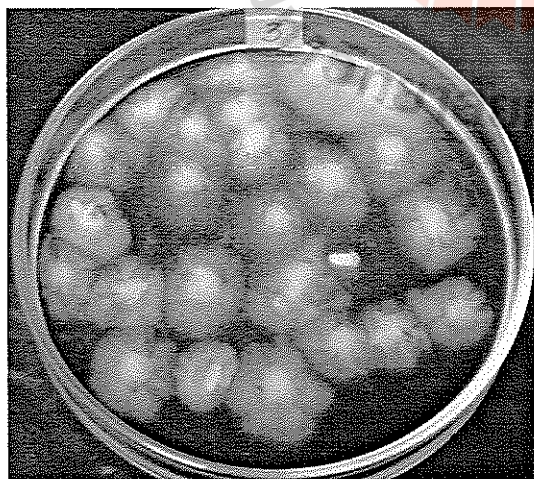
ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ ลงแช่	No. ถังแช่	ครั้งที่	การสลายของเมล็ดข้าว ระดับ 1-5/100 เม็ด	การสลายของเมล็ดข้าว ระดับ 6-7/100 เม็ด	% ข้าวเจ้าปน ชนิดอื่น
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	3	1	3	22	13
			2	4	21	
			3	4	21	
			4	2	23	
J3 ขจก.นม. 30/4/48	25/5/48	4	1	8	17	21
			2	7	18	
			3	2	23	
			4	4	21	



J3 โกดัง3 รับเข้า 01-09-47 ขจม.ถังแช่ NO.1



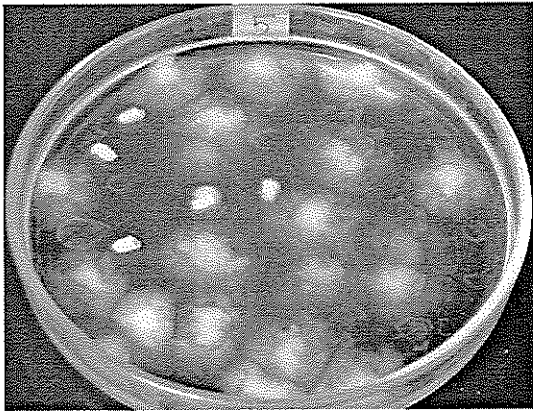
J3 โกดัง3 รับเข้า 01-09-47 ขจม.ถังแช่ NO.2



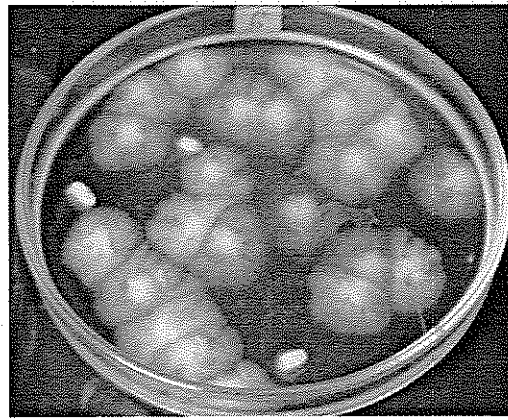
J4 โกดัง3 รับเข้า 31-08-47 ขจม. ถังแช่ NO.3



J2 โกดัง3 รับเข้า 25-09-47 ขจม.ถังแช่ NO.4



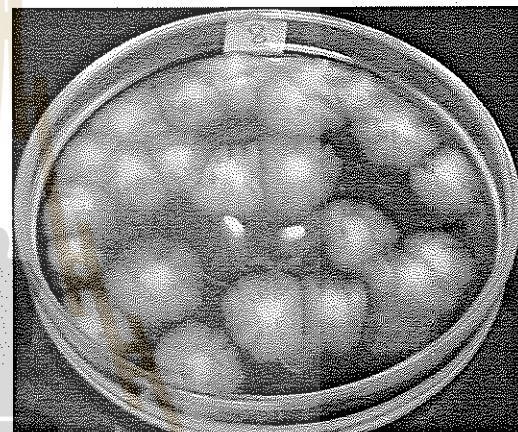
J4 โคคิง3 รับเข้า 31-08-47 ขจม.ถึงแช่ NO.1



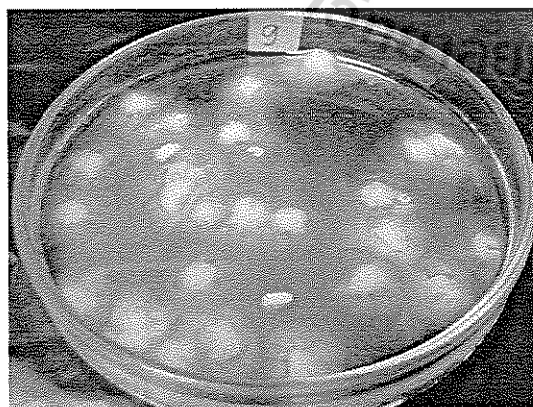
J4 โคคิง3 รับเข้า 31-08-47 ขจม.ถึงแช่ NO.2



J5 โคคิง3 รับเข้า 30-08-47 ขจม.ถึงแช่ NO.3



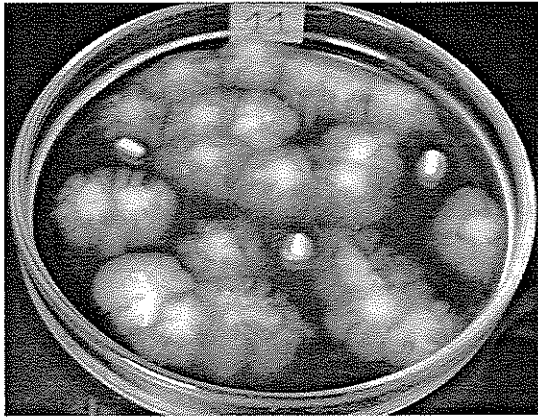
J5 โคคิง3 รับเข้า 30-08-47 ขจม.ถึงแช่ NO.4



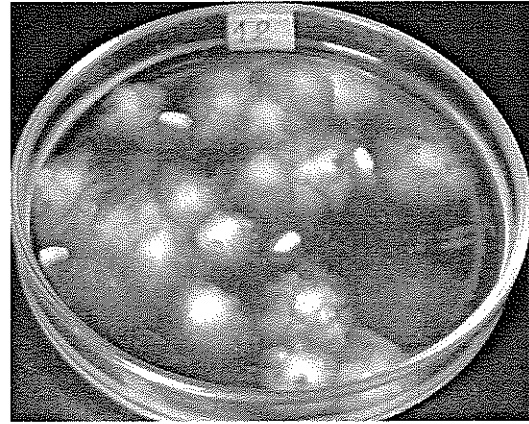
I6 โคคิง3 รับเข้า 03-08-47 ขจม. ถึงแช่ NO.7



I6 โคคิง3 รับเข้า 03-08-47 ขจม.ถึงแช่ NO.8



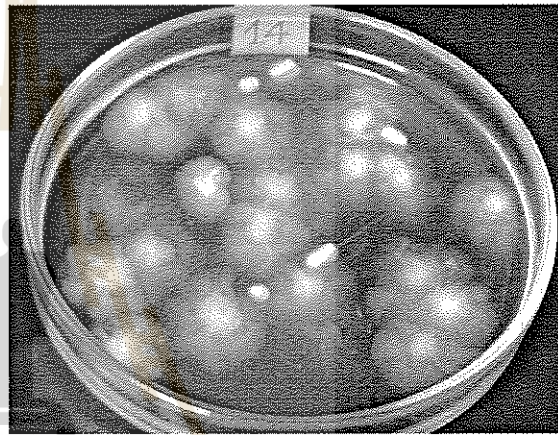
I6 โกดัง3 รับเข้า 03-08-47 ขจก.ถึงแซ่ NO.9



J1 โกดัง3 รับเข้า 18-05-48 ขจก.ถึงแซ่ NO.4



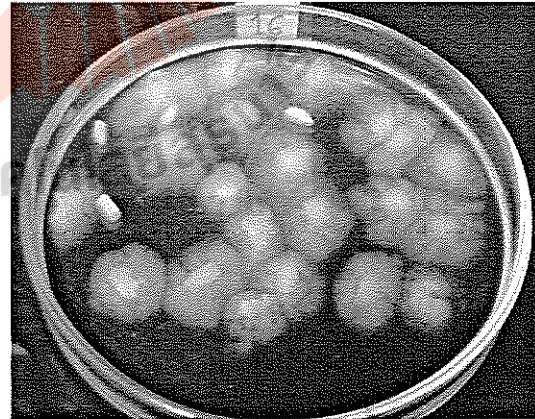
J2 โกดัง3 รับเข้า 12-05-48 ขจก.ถึงแซ่ NO.1



J2 โกดัง3 รับเข้า 12-05-48 ขจก.ถึงแซ่ NO.2



J2 โกดัง3 รับเข้า 12-05-48 ขจก.ถึงแซ่ NO.3

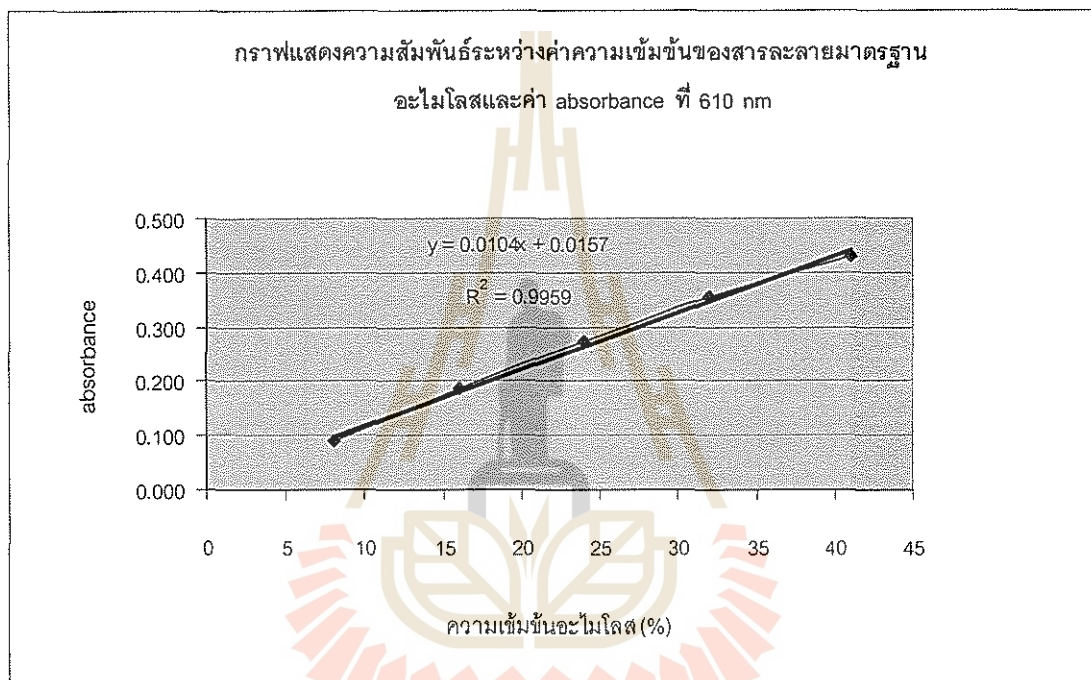


J3 โกดัง3 รับเข้า 30-04-48 ขจก.ถึงแซ่ NO.4

รูปที่ 4 ลักษณะเมล็ดข้าวที่สลายตัวในสารละลายเบส

ตาราง 20 แสดงข้อมูลของอะไมโลสมาตรฐาน (วิธีที่ 1)

ความเข้มข้นมาตรฐาน (%)	Absorbance ที่ 610 nm
8	0.090
16	0.185
24	0.271
32	0.355
41	0.430



รูปที่ 5 แสดงกราฟมาตรฐานของอะไมโลส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง 21 แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้า (วิธีที่ 1)

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลงแช่	No. ถึงแช่	ครั้งที่	ค่า Absorbance ที่ 610 nm	ปริมาณอะไมโลส (%)	เฉลี่ย
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	1	1	0.245	22.05	22.05
			2	0.245	22.05	
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	2	1	0.255	23.01	22.77
			2	0.250	22.53	
J4 ขจม.นม. (J3 + J4) 31/8/47	21/5/48	3	1	0.250	22.53	22.29
			2	0.245	22.05	
J2 ขจม.นม. 25/9/47	21/5/48	4	1	0.275	24.93	24.69
			2	0.270	24.45	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	1	1	0.250	22.50	22.756
			2	0.255	23.01	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	2	1	0.258	23.30	23.40
			2	0.260	23.49	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	3	1	0.255	23.01	23.20
			2	0.259	23.39	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	4	1	0.252	22.72	22.87
			2	0.255	23.01	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	7	1	0.270	24.45	24.21
			2	0.260	23.97	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	8	1	0.272	24.64	24.21
			2	0.263	23.78	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	9	1	0.270	24.45	24.21
			2	0.265	23.97	
J1 ขจก.นม. 18/5/48	24/5/48	4	1	0.275	24.93	25.66
			2	0.290	26.38	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	1	1	0.270	24.45	25.42
			2	0.290	26.38	

ตาราง 22 แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้า (วิธีที่ 1)(ต่อ)

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลงแช่	No. ถังแช่	ครั้งที่	ค่า Absorbance ที่ 610 nm	ปริมาณอะไมโลส (%)	เฉลี่ย
J2 ขก.นม. 12/5/48	25/5/48	2	1	0.285	25.89	25.65
			2	0.280	25.41	
J2 ขก.นม. 12/5/48	25/5/48	3	1	0.280	25.41	25.17
			2	0.275	24.93	
J3 ขก.นม. 30/4/48	25/5/48	4	1	0.279	25.32	26.33
			2	0.300	27.34	

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้าก่อนแช่

จากกราฟความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน ได้สมการเส้นตรง คือ

$$Y = 0.0104X + 0.0157$$

เมื่อ Y คือ ค่า Absorbance

X คือ ค่าความเข้มข้นของอะไมโลส

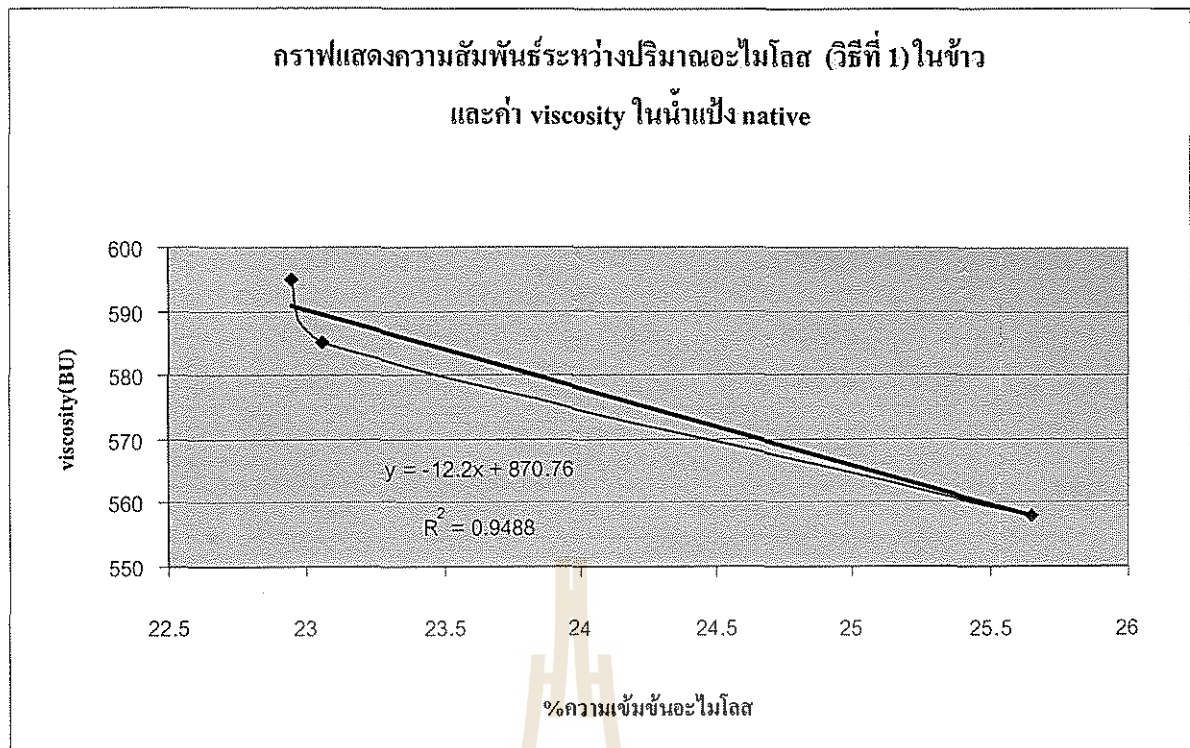
แทนค่า Absorbance ที่วัดได้ลงในสมการ จะได้

$$Y = 0.0104X + 0.0157$$

$$0.245 = 0.0104X + 0.0157$$

$$X = \frac{0.245 - 0.0157}{0.0104}$$

ค่าความเข้มข้นของอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้า = 22.05%



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและปริมาณอะไมโลส (วิธีที่ 1)

วิธีการคำนวณหาปริมาณอะไมโลสที่เหมาะสม

จากกราฟ สมการที่ได้ คือ $Y = -12.2X + 870.76$

จากค่าความหนืดที่ต้องการ คือ 500 BU ซึ่งแทนเป็นค่า Y จะได้

$$500 = -12.2X + 870.76$$

แก้สมการหาค่า X จะได้

$$X = \frac{500 - 870.76}{-12.2}$$

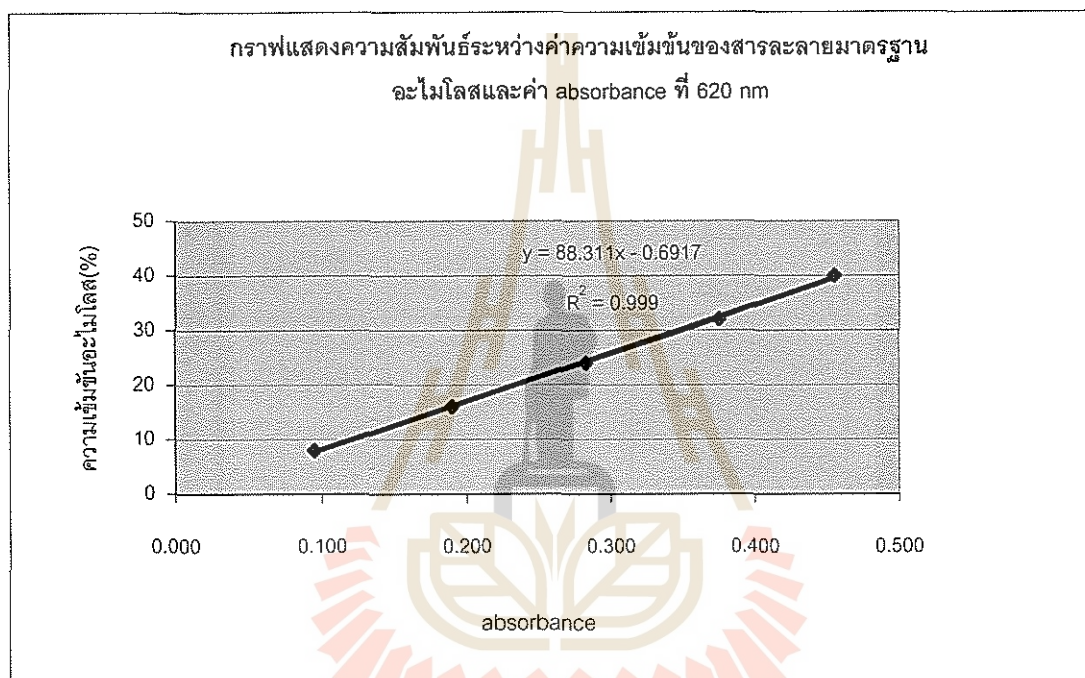
จะได้

$$X = 30.39\%$$

นั่นคือปริมาณอะไมโลสมีค่าเท่ากับ 30.39% ที่ความหนืด 500 BU

ตาราง 23 แสดงข้อมูลของอะไมโลสมาตรฐาน (วิธีที่ 2)

ความเข้มข้นมาตรฐาน (%)	Absorbance ที่ 620 nm
8	0.095
16	0.190
24	0.283
32	0.375
40	0.455



รูปที่ 7 แสดงกราฟมาตรฐานของอะไมโลส

ตาราง 24 แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้า (วิธีที่ 2)

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลงแช่	No. ถังแช่	ครั้งที่	ค่า Absorbance ที่ 610 nm	ปริมาณอะไมโลส (%)	เฉลี่ย
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	1	1	0.225	19.18	20.06
			2	0.245	20.94	
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	2	1	0.245	20.94	21.61
			2	0.260	22.27	
J4 ขจม.นม. (J3 + J4) 31/8/47	21/5/48	3	1	0.247	21.12	20.81
			2	0.240	20.50	
J2 ขจม.นม. 25/9/47	21/5/48	4	1	0.275	23.59	23.37
			2	0.270	23.15	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	1	1	0.255	21.83	21.61
			2	0.250	21.39	
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	2	1	0.250	21.39	21.52
			2	0.253	21.66	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	3	1	0.260	22.27	22.05
			2	0.255	21.83	
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	4	1	0.258	22.09	21.52
			2	0.245	20.94	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	7	1	0.265	22.71	22.27
			2	0.255	21.83	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	8	1	0.255	21.83	22.01
			2	0.259	22.18	
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	9	1	0.253	21.66	21.97
			2	0.260	22.27	
J1 ขจก.นม. 18/5/48	24/5/48	4	1	0.280	24.04	23.38
			2	0.265	22.71	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	1	1	0.295	25.36	23.82
			2	0.260	22.27	

ตาราง 25 แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้า (วิธีที่ 2)(ต่อ)

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ลงแช่	No.ถึงแช่	ครั้งที่	ค่า Absorbance ที่ 610 nm	ปริมาณอะไมโลส (%)	เฉลี่ย
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	2	1	0.270	23.15	23.60
			2	0.280	24.04	
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	3	1	0.255	21.83	21.39
			2	0.245	20.94	
J3 ขจก.นม. 30/4/48	25/5/48	4	1	0.240	20.50	22.49
			2	0.285	24.48	

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้าก่อนแช่

จากกราฟความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน ได้สมการเส้นตรง คือ

$$Y = 88.311X - 0.6917$$

เมื่อ Y คือ ค่าความเข้มข้นของอะไมโลส

X คือ ค่า Absorbance

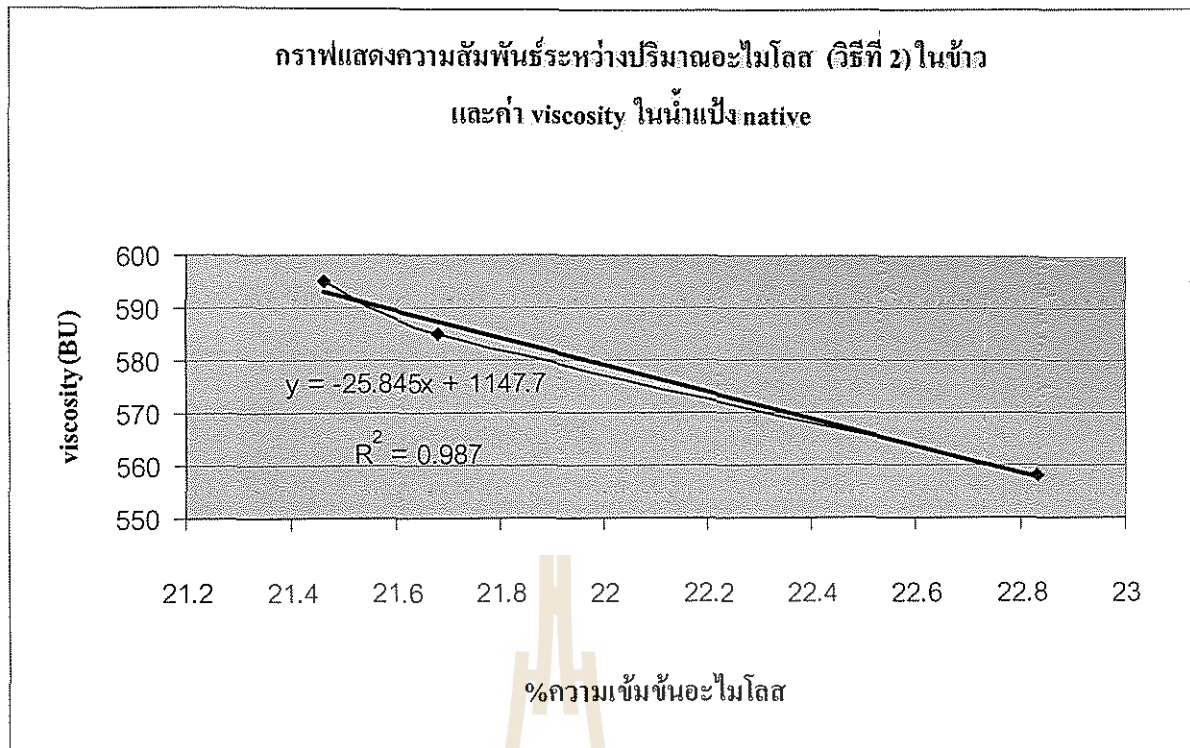
แทนค่า Absorbance ที่วัดได้ลงในสมการ จะได้

$$Y = 88.311X - 0.6917$$

$$Y = (88.311 \times 0.225) - 0.6917$$

$$Y = 19.87 - 0.6917$$

$$\text{ค่าความเข้มข้นของอะไมโลสในตัวอย่างข้าวเจ้า} = 19.18 \%$$



รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและปริมาณอะไมโลส (วิธีที่ 2)

วิธีการคำนวณหาปริมาณอะไมโลสที่เหมาะสม

จากกราฟ สมการที่ได้ คือ $Y = -25.845X + 1147.7$

จากค่าความหนืดที่ต้องการ คือ 500 BU ซึ่งแทนเป็นค่า Y จะได้

$$500 = -25.845X + 1147.7$$

แก้สมการหาค่า X จะได้

$$X = \frac{500 - 1147.7}{-25.845}$$

จะได้

$$X = 25.06\%$$

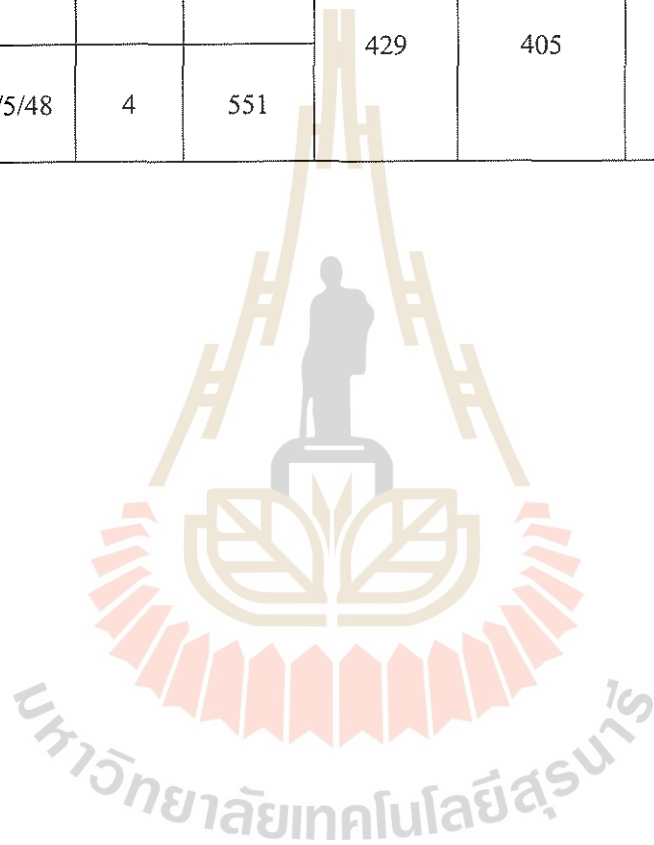
นั่นคือปริมาณอะไมโลสมีค่าเท่ากับ 25.06% ที่ความหนืด 500 BU

ตาราง 26 แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ปริมาณความหนืดในตัวอย่างข้าวเจ้าและน้ำแป้ง

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ ลงแช่	No. ถึงแช่	Maximum viscosity (Bu)				
			ตัวอย่าง ข้าว	น้ำแป้ง หลังโม่	น้ำแป้ง ก่อนdilute	น้ำแป้ง native (lab1)	น้ำแป้ง native (lab2)
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	1	769	451	397	582	595
J3 ขจม.นม. 1/9/47	21/5/48	2	762				
J4 ขจม.นม. (J3 + J4) 31/8/47	21/5/48	3	879	474	428		
J2 ขจม.นม. 25/9/47	21/5/48	4	755				
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	1	859	426	489	596	585
J4 ขจม.นม. 31/8/47	23/5/48	2	777				
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	3	796	510	521		
J5 ขจม.นม. 30/8/47	23/5/48	4	797				
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	7	651	454	466	648	670
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	8	734				
I6 ขจม.นม. 3/8/47	24/5/48	9	779	499	490		
J1 ขจก.นม. 18/5/48	24/5/48	4	760				

ตาราง 27 แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ปริมาณความหนืดในตัวอย่างข้าวเจ้าและน้ำแป้ง(ต่อ)

ตัวอย่างข้าว /วันรับเข้า	วันที่ ลงแช่	No. ถังแช่	Maximum viscosity (Bu)				
			ตัวอย่าง ข้าว	น้ำแป้ง หลังโม้	น้ำแป้งก่อน dilute	น้ำแป้ง native (lab 1)	น้ำแป้ง native (lab 2)
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	1	627	430	330	595	558
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	2	549				
J2 ขจก.นม. 12/5/48	25/5/48	3	580	429	405		
J3 ขจก.นม. 30/4/48	25/5/48	4	551				



การเตรียมสารละลายในการวิเคราะห์ Dietary fiber

Neutral detergent solution

1. ละลาย disodium EDTA 18.61 กรัม และ disodium tetraborate 6.81 กรัม ในน้ำ 150 ml. พร้อมกับการให้ความร้อน
2. ละลาย 30 กรัม sodium lauryl sulfate และ 2-ethoxyethanol 10 ml. ในน้ำร้อน 700 ml. และผสมกับสารละลายที่ 1
3. ละลาย anhydrous disodium hydrogen orthophosphate 4.56 กรัม ในน้ำร้อน 150 ml. เติมน้ำกับสารละลายที่ 2 ปรับ pH ที่ 6.9-7.1 ถ้าจำเป็นด้วย orthophosphoric acid ถ้าเกิดตะกอนระหว่างการเก็บ อุณหภูมิให้ละลายที่ 60 องศาเซลเซียส

Phosphate buffer solution

เตรียมสารละลาย Na_2HPO_4 และ NaH_2PO_4 เข้มข้น 0.1M. แล้วผสมกันด้วยอัตราส่วน 3:2 เพื่อให้ได้สารละลาย pH 6.9-7.1

Amylase solution

ละลาย amylase 2.5% (m/v) ใน 0.1 M phosphate buffer ปั่นเหวี่ยง 2-3 นาที แล้วกรอง

การเตรียมสารละลายเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้าวเจ้าพันธุ์อื่นโดยวิธีการย้อมสีไอโอดีน

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 1 N : นำ NaOH 4 g + น้ำกลั่น 80 ml ใส่ขวดปรับปริมาตร 100 ml
2. สารละลายกรดอะซีติกเข้มข้น 1 N : กรดอะซีติก 5 ml + น้ำกลั่น ปรับปริมาตร 100 ml
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.05 N : นำ NaOH 1 N 5 ml + น้ำกลั่น ใส่ขวดปรับปริมาตร 100 ml
4. สารละลายกรดอะซีติกเข้มข้น 0.05 N : กรดอะซีติก 1 N 5 ml + น้ำกลั่น ปรับปริมาตร 100 ml
5. Working solution : ปิเปตสารละลาย (ข้อ 1) มา 10 ml + (ข้อ 2) 10 ml + น้ำกลั่น 2000 ml เก็บไว้ในตู้เย็น
6. สารละลายไอโอดีน (I_2) : ชั่งไอโอดีน 0.2 g + KI 2 g + น้ำกลั่น 80 ml ทิ้งไว้ 1 คืนแล้วปรับปริมาตร 100 ml
7. สารละลาย 1.7% KOH : ชั่ง KOH มา 17 g + น้ำกลั่น 800 ml ใส่ขวดปรับปริมาตร 1000 ml