14915

ผลของไอน้ำที่มีต่อการเกิดเจลาติไนซ์เซชันและการดูดซึมน้ำของข้าวกล้อง

(Steaming Effect on gelatinization and water absorption of Brown Rice)

T099565

นายสมศักดิ์ ภักดีวราภรณ์

นายสุธี สุทธิรักษ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

พ.ศ.2540

ปพ.
ส 282 ผ
2540

เอกสาร.....
เลขทะเบียน.....99565
วัน.เดือน.ปี.....16 Jun 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของไอน้ำที่มีต่อการเกิดการเจลาติไนซ์เซชันและการดูดซึมน้ำของข้าวกล้อง

(Steaming Effect on Gelatinization and Water Absorption of Brown Rice)

โดย

นายสมศักดิ์ ภักดีวราภรณ์

นายสุธี สุทธิรักษ์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 7 มิ.ย. 40 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(.....)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(ผศ. ดร. ระพินพร หาเรือนกิจ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 30 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ. ๒๕๔๐
2540.

นายสมศักดิ์ ภักดีวราภรณ์ และ นายสุธี สุทธิรักษ์.2539. : ผลของไอน้ำที่มีต่อการเกิด เจลาติไนซ์เซชันและการดูดซึมน้ำของข้าวกล้อง (Steaming Effect on gelatinization and water absorption of Brown Rice) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.วุฒิชัย นาครักษา , 68 หน้า .

จากการทดลองเพื่อศึกษาผลของไอน้ำที่มีต่อการเกิดเจลาติไนเซชั่น(Gelatinization,DG (%)) และการดูดซึมน้ำ(Water Absorption,WA(%)) ของข้าวกล้องจากการทดลองใช้ข้าวกล้อง 2 สายพันธุ์ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ และ ข้าวขาวตาแห้ง จากการเปรียบเทียบข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์ ปริมาณ DG(%) และ WA(%) ที่อุณหภูมิ 95,100,105 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 10,20,30 นาที

เมื่อพิจารณาโดยรวมของข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์โดยการเปรียบเทียบปริมาณ DG(%) ของข้าวกล้องทั้งสองสายพันธุ์ พบว่า เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาเพิ่มขึ้น อัตราการเกิด เจลาติไนซ์เซชั่นจะเพิ่มขึ้น โดยที่ข้าวขาวตาแห้ง จะมีอัตราการเกิดเจลาติไนซ์เซชั่นสูงกว่าข้าวหอมมะลิ ซึ่งระยะเวลาที่มีผลทำให้ค่าDG(%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %คือ ช่วงระยะเวลา 10 -20 นาที แต่ที่ระยะเวลา 30 นาทีจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากการเปรียบเทียบค่าการดูดซึมน้ำ WA(%)ของข้าวกล้องทั้งสองสายพันธุ์ พบว่าอัตราการดูดซึมน้ำของข้าวทั้งสองสายพันธุ์จะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น โดยที่ข้าวหอมมะลิจะมีอัตราการดูดซึมน้ำมากกว่าข้าวขาวตาแห้ง จากการทดสอบทางสถิติ พบว่า ระยะเวลาที่มีผลทำให้ค่าการดูดซึมน้ำ WA (%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คือ ระยะเวลา 30 นาที แต่ที่ระยะเวลา 10 -20 นาทีจะไม่มีอิทธิพลต่อความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สมศักดิ์ .... ๗ มิถุนายน ๔๐

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ รศ.ดร.วุฒิชัย นาครักษา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาแนะนำข้อคิดเห็น ให้คำปรึกษาและช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆในระหว่างการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนการตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

นอกจากนี้ขอขอบคุณ พี่แจ๋ว พี่ไก่ พี่หมู พี่นาง ป้าจวบ ที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในระหว่างการทำปัญหาพิเศษ

ปัญหาพิเศษเรื่องนี้จะสำเร็จไปไม่ได้หากขาดความช่วยเหลือจากเพื่อนๆภาคอุตสาหกรรมเกษตร ที่คอยให้กำลังใจตลอดมาขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคน และนายอนันต์ จันทร์เหล่อ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องพิมพ์มา ณ โอกาสนี้ด้วย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ พ่อ แม่ พี่ น้อง สำหรับครอบครัวที่อบอุ่นจนทำให้มีวันนี้

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
สารบัญตารางผนวก	ซ
บทที่	1
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	
2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว	2
2.2 สีของข้าวกล้อง	3
2.3 สมบัติทางเคมีของสตาร์ช	3
2.4 การเปลี่ยนแปลงของสตาร์ชเมื่อหุงต้ม	5
2.5 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งเมื่อได้รับความร้อน	6
2.6 การเกิดเจลาติไนเซชั่น(gelatinization)ของสตาร์ช	8
2.7 โครงสร้างของเจล	11
3. วัตถุดิบอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบ	12
3.2 อุปกรณ์	12
3.3 สารเคมี	12
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	13
3.4.1 การเตรียมตัวอย่างข้าว Gelatinized Starch	13
3.4.2 การวิเคราะห์หาอัตราการเจลาติไนซ์ของข้าวกล้อง	15
3.4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำที่เมล็ดข้าวสามารถดูดซับได้	16
3.4.4 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น	16
3.4.5 วิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสง	17
4. ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 ศึกษาผลของไอน้ำที่มีต่อการเกิดเจลาติไนเซชั่นในข้าวกล้อง	18
4.2 ศึกษาผลของไอน้ำที่มีต่อการดูดซึมน้ำของข้าวกล้อง	32
4.3 ผลการทดลอง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการทดลอง 40
5.2 ข้อเสนอแนะ 41
เอกสารอ้างอิง 42
ภาคผนวก 43
ก. การทำกราฟมาตราฐานในการหาปริมาณการเกิดเจลาติไนเซชั่นในข้าวกล้อง 44
ข. วิธีคำนวณความเข้มข้นสารละลายในการทดลอง 58
ค. การทดสอบทางสถิติ 59
ประวัติผู้เขียน 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของข้าวหอมมะลิ 18
4.2 ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของข้าวขาวตาแห้ง 19
4.3 ค่าการดูดกลืนแสง(Absorbance)ของข้าวหอมมะลิที่ 600 นาโนเมตร และ 620 นาโนเมตร 20
4.4 ค่าการดูดกลืนแสง(Absorbance)ของข้าวขาวตาแห้งที่ 600 นาโนเมตร และ 620 นาโนเมตร 21
4.5 ค่า degree of gelatinization ของข้าวหอมมะลิจากการวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ 600 นาโนเมตร และ 620 นาโนเมตร 22
4.6 ค่า degree of gelatinizationของข้าวขาวตาแห้งจากการวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance)ที่ 600 นาโนเมตร และ 620 นาโนเมตร 23
4.7 ค่าการดูดซึมน้ำ(Water Absorption)ของข้าวหอมมะลิ 32
4.8 ค่าการดูดซึมน้ำ(Water Absorption)ของข้าวขาวตาแห้ง 33
4.9 ผลการทดลอง DG(%) และ WA(%)ของข้าวหอมมะลิ 38
4.10 ผลการทดลอง DG(%) และ WA(%)ของข้าวขาวตาแห้ง 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว 3
2.2 สูตรโครงสร้างของอะไมโลส 4
2.3 สูตรโครงสร้างของอะไมโลเพคติน 5
2.4 ลักษณะของอะไมโลสในสารละลาย 7
2.5 ลักษณะของอะไมโลเพคตินในสารละลาย 8
2.6 กลูโคส 1 หน่วยอุ้มน้ำได้ 6 โมเลกุล 9
2.7 ลักษณะเม็ดสตาร์ชดิบและและเม็ดสตาร์ชที่พองตัวแล้ว 10
2.8 การพองตัวและการเกิดเจลของแป้ง 11
3.1 แผนผังการเตรียมตัวอย่างข้าว Gelatinized Starch 13
3.2 แผนผังการเตรียม Standard Gelatinized Starch 15
3.3 แผนผังการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของข้าวกล้อง 16
3.4 แผนผังการวัดค่าการดูดกลืนแสง 17
4.1 กราฟแสดงปริมาณ degree of gelatinizationของข้าวหอมมะลิที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ ครั้งที่1 (600 นาโนเมตร) 24
4.2 กราฟแสดงปริมาณ degree of gelatinizationของข้าวหอมมะลิที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ ครั้งที่2 (600 นาโนเมตร) 25
4.3 กราฟแสดงปริมาณ degree of gelatinizationของข้าวหอมมะลิที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆครั้งที่1 (620 นาโนเมตร) 26
4.4 กราฟแสดงปริมาณ degree of gelatinizationของข้าวหอมมะลิที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆครั้งที่2 (620 นาโนเมตร) 27
4.5 กราฟแสดงปริมาณ degree of gelatinizationของข้าวขาวตาแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆครั้งที่1 (600 นาโนเมตร) 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.6 กราฟแสดงปริมาณ degree of gelatinizationของข้าวขาวตาแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆครั้งที่2 (600 นาโนเมตร) 29

4.7 กราฟแสดงปริมาณ degree of gelatinizationของข้าวขาวตาแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆครั้งที่1 (620 นาโนเมตร) 30

4.8 กราฟแสดงปริมาณ degree of gelatinizationของข้าวขาวตาแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆครั้งที่2 (620 นาโนเมตร) 31

4.9 กราฟค่าการดูดซึมน้ำ(Water Absorption)ของข้าวหอมมะลิที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ 32

4.10 กราฟค่าการดูดซึมน้ำ(Water Absorption)ของข้าวขาวตาแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ 33

4.11 กราฟมาตราฐานในการวิเคราะห์ปริมาณ degree of gelatinization ของข้าวหอมมะลิที่ 600 นาโนเมตร 50

4.12 กราฟมาตราฐานในการวิเคราะห์ปริมาณ degree of gelatinization ของข้าวหอมมะลิที่ 620 นาโนเมตร 52

4.13 กราฟมาตราฐานในการวิเคราะห์ปริมาณ degree of gelatinization ของข้าวขาวตาแห้งที่ 600 นาโนเมตร 54

4.14 กราฟมาตราฐานในการวิเคราะห์ปริมาณ degree of gelatinization ของข้าวขาวตาแห้งที่ 620 นาโนเมตร 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่ หน้า

1ก. ผลอัตราส่วนผสมระหว่าง Standard กับ Sample ปริมาณความชื้นเริ่มต้น และน้ำหนักแห้ง(dry basis) ของข้าวหอมมะลิ 44
2ก. ผลอัตราส่วนผสมระหว่าง Standard กับ Sample ปริมาณความชื้นเริ่มต้น และน้ำหนักแห้ง(dry basis) ของข้าวขาวตาแห้ง 45
3ก. ค่าการดูดกลืนแสง(Asorbance)ของข้าวหอมมะลิที่ 600 นาโนเมตร และ 620 นาโนเมตร 46
4ก. ค่าการดูดกลืนแสง(Asorbance)ของข้าวขาวตาแห้งที่ 600 นาโนเมตร และ 620 นาโนเมตร 47
5ก. ปริมาณ degree of gelatinization ของข้าวหอมมะลิจากการวัดค่า Asorbanceที่ 600 นาโนเมตร และ 620 นาโนเมตร 48
6ก. ปริมาณ degree of gelatinization ของข้าวขาวตาแห้งจากการวัดค่า Asorbanceที่ 600 นาโนเมตร และ 620 นาโนเมตร 49
7ก. การคำนวณทางสถิติของสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณ degree of gelatinization ของข้าวหอมมะลิที่ 600 นาโนเมตร 51
8ก. การคำนวณทางสถิติของสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณ degree of gelatinization ของข้าวหอมมะลิที่ 620 นาโนเมตร 53
9ก. การคำนวณทางสถิติของสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณ degree of gelatinization ของข้าวขาวตาแห้งที่ 600 นาโนเมตร 55
10ก. การคำนวณทางสถิติของสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณ degree of gelatinization ของข้าวขาวตาแห้งที่ 620 นาโนเมตร 57
1ค. ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 600นาโนเมตร ของข้าวทั้ง 2 ชนิด 59
2ค. ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 620นาโนเมตร ของข้าวทั้ง 2 ชนิด 59
3ค. ค่าทางสถิติการดูดซึมน้ำ WA(%) ของข้าวทั้ง 2 ชนิด 59
4ค. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) และ WA(%) ของข้าวทั้ง 2 ชนิด 60
5ค. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 600 นาโนเมตร ของข้าวหอมมะลิ 62
6ค. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 620 นาโนเมตร ของข้าวหอมมะลิ 62
7ค. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า WA(%) ของข้าวหอมมะลิ 62
8ค. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) ของข้าวหอมมะลิ 63
9ค. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 600 นาโนเมตร ของข้าวขาวตาแห้ง 65
10ค. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 620 นาโนเมตร ของข้าวขาวตาแห้ง 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก(ต่อ)

ตารางผนวก หน้า

11ค. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า WA(%) ของข้าวขาวตาแห้ง 65

12ค. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) ของข้าวขาวตาแห้ง 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของไอน้ำที่มีต่อการเกิดเจลาติไนเซชั่นและการดูดซึมน้ำของข้าวกล้อง

(Steaming Effect on gelatinization and water absorption of Brown Rice)

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันแป้งเป็นอาหารที่มนุษย์นิยมบริโภคกัน เนื่องมาจากมีปริมาณมากและได้ทั่วไปในพืชสีเขียวทุกชนิด เป็นสารอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เป็นวัตถุดิบ ใช้แสงเป็นแหล่งพลังงาน เมื่อกล่าวถึงแป้งก็จะนึกถึงข้าวเป็นอันดับแรก เนื่องจากเราได้แป้งจากข้าวมากกว่าธัญพืชชนิดอื่นๆการนำแป้งมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น อาหารสำเร็จรูป อาหารกึ่งสำเร็จรูป หรือผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ คุณสมบัติของแป้งชนิดนั้นที่ต้องการนำมาแปรรูป พบว่า เมื่อแป้งละลายน้ำจะดูดน้ำเข้าไป และเกิดการพองตัวในปริมาณที่แตกต่างกันตามแต่ชนิดของแป้ง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการพองตัวก็จะเพิ่มขึ้น จนเกิดการสุกของแป้ง(Gelatinization) ซึ่งมีผลทำให้แป้งมีคุณสมบัติที่เปลี่ยนไป อัตราการดูดซึมน้ำเปลี่ยนไป ในขบวนการแปรรูปแป้งจำเป็นต้องมีน้ำและความร้อนมาเกี่ยวข้องเสมอ

ดังนั้นการศึกษาเรื่องผลของไอน้ำ ที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเกิดเจลลาติไนต์เซชัน (gelatization) และการดูดซึมน้ำ(water absorbtion)ของข้าวกล้อง จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการที่จะนำแป้งเข้าสู่กระบวนการแปรรูปต่อไป

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาผลของไอน้ำที่มีผลต่อการเกิดเจลาติไนซ์ของข้าวกล้องที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

2.เพื่อศึกษาผลของไอน้ำที่มีผลต่อการดูดซึมน้ำของข้าวกล้องที่อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

ข้าวเจ้าเป็นพืชตระกูลหญ้ามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Oryza sativa , Oriza glaberrima ปลูกมากในทวีปเอเชีย โดยเฉพาะประเทศจีน อินเดีย ไทย เวียดนาม ฟิลิปปินส์ ลักษณะของผลเป็นผลเดี่ยว เมล็ดมีเยื่อหุ้ม (covered caryopsis) ก่อนที่จะนำไปบริโภคหรือแปรรูป จะต้อง ผ่านการนวด (threshing) หรือขัดสี (abrasion) เพื่อทำให้เปลือกหลุดออกไปเป็นแกลบ (husk or hull) เหลือส่วนที่เป็นเอนโดสเปิร์ม

2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ข้าวกล้อง(Brown rice) หรือเมล็ดข้าวที่เอาเปลือกออกแล้ว ประกอบด้วย

2.1.1 เยื่อหุ้มผล (pericarp) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้นด้วยกันคือ epicarp , mesocarp และ endocarp ในชั้น endocarp , pericarp มีลักษณะเป็น fibrous ผนังเซลประกอบด้วยโปรตีน เซลลูโลส และ เฮมิเซลลูโลส

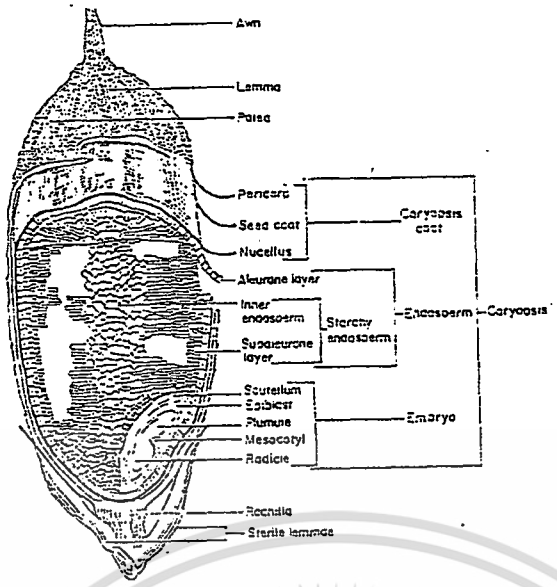
2.1.2 เยื่อหุ้มเมล็ด (tegmen หรือ seed coat) อยู่ถัดจาก pericarp เข้าไปประกอบด้วยเนื้อเยื่อสองชั้นเรียงกันเป็นแถวเป็นที่อยู่ของสารประเภทไขมัน

2.1.3 เยื่ออัลลูโรน (aleurone layer) อยู่ถัดจาก tegmen ห่อหุ้ม ข้าวสาร (starchy - endosperm) และ เชื้อพันธุ์ (embryo) ในชั้นนี้จะมีปริมาณโปรตีนสูง นอกจากนี้ประกอบด้วย oil, cellulose , hemicellulose

2.1.4 ส่วนที่เป็นแป้ง (starchy endosperm) หรือส่วนที่เป็นข้าวสารอยู่ในชั้นในสุดของเมล็ด ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่ และมีโปรตีนอยู่บ้าง แป้งในเมล็ดข้าวมีอยู่สองชนิด คือ amylopectin ซึ่งเป็นpolymer ของ D-glucose ที่ต่อกันเป็น brance chain และส่วนที่เป็น amylose ซึ่งเป็น polymer ของ D-glucose ที่ต่อกันเป็น linear chain ในข้าวเจ้ามีปริมาณ
อะไมโลสมากกว่า คือ 7- 33 % ของน้ำหนักข้าวสาร

2.1.5 เชื้อพันธุ์ (embryo) อยู่ติดกับ endosperm ทางด้าน lemma เป็นส่วนที่เจริญต่อไปเป็นต้นต่อไป embryo ประกอบด้วย ต้นอ่อน (plumule) รากอ่อน(radicle) เยื่อหุ้มต้นอ่อน
(coleoptile) เยื่อหุ้มรากอ่อน(coleorhiza) ท่อน้ำท่ออาหาร (epiblast) และใบเลี้ยง เป็นส่วนที่มีโปรตีน และไขมันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>รูปที่ 2.1</u> โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ที่มา : Datta (1981)

2.2 สีของข้าวกล้อง

สีของข้าวกล้องจะแสดงออกที่เนื้อเยื่อชั้น pericarp ใน endosperm ของข้าวทุกชนิดทั้งนั้น ถึงแม้ข้าวกล้องจะมีสีอื่น ๆ ก็ตาม สีของข้าวกล้องจะมีสีต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ ขาว แดง น้ำตาลเข้ม น้ำตาลเทา และม่วง ถึงเกือบดำ สีของข้าวกล้องควบคุมโดยยีนส์หลายคู่ ข้าวกล้องที่มีแดง และสีม่วงมีสารพวก anthocyanin pigment อยู่ และสีของข้าวกล้องมีความสำคัญมาในทางเศรษฐกิจ

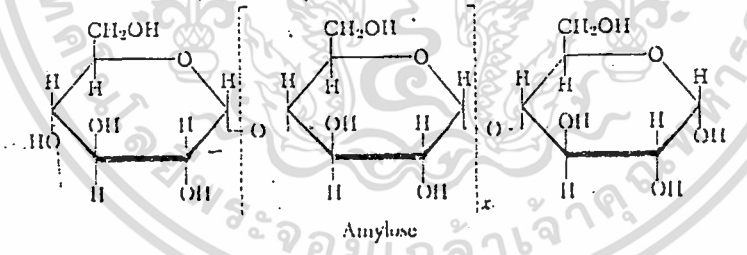
2.3 สมบัติทางเคมีของเม็ดสตาร์ช

ภายในเม็ดสตาร์ชประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ชนิดคือ อะไมโลส และ อะไมโล - เพคติน อะไมโลสเป็นโพลิเมอร์ของกลูโคสที่อยู่ในรูปไพราโนส (pyranose) มาต่อกันเป็นโซ่ตรง ยาวประมาณ 500 - 2,000 หน่วย โดยคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของกลูโคสตัวที่ 1 จับกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 4 ของกลูโคสตัวที่ 2 พันธะที่จับกันนี้เรียกว่า พันธะแอลฟา 1,4 กลูโคซิดิค โมเลกุลของอะไมโลส จะมีด้านหนึ่งที่ไม่สามารถรีดิวซ์สารอื่นได้ ส่วนอีกด้านหนึ่งสามารถรีดิวซ์สารอื่นได้ ที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบเกลียวคู่ (double helix) ดังรูปที่ 2.2 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 140,000 อะมโลสไม่สามารถละลายในน้ำเย็น แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะละลายได้บ้าง และละลายได้ดีในสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายที่เป็นด่าง สารละลายอะไมโลสจะทำปฏิกริยากับสารละลายเจือจางของสารละลายไอโอดีนแล้วให้สีน้ำเงิน สารละลายอะไมโลสที่มีความเข้มข้นพอเหมาะ เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจะได้เจลที่ใสไม่มีสี จากสมบัติของอะไมโลสที่สามารถละลายได้ดีในด่าง และการเปลี่ยนสีสารละลายไอโอดีน จึงใช้เป็นหลักการหาอะไมโลสในตัวอย่างแป้งต่าง ๆ โดยเอาตัวอย่างมาละลายในสารละลายด่างเจือจาง แล้วนำมาทำปฏิกริยากับสารละลายไอโอดีนเจือจางจนได้สีที่คงที่แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืน(absorbance)ที่ 62.5 มิลลิไมครอน จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อหาปริมาณของอะไมโลส

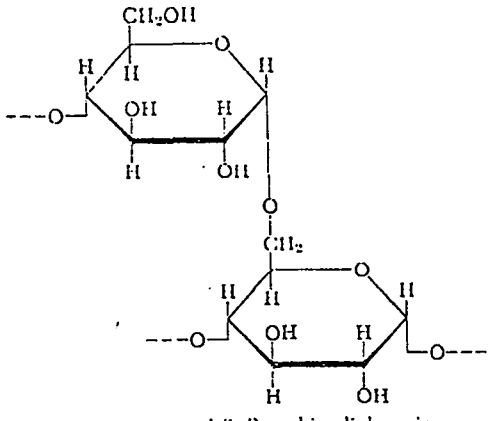
อะไมโลเพคตินมีโครงสร้างเพิ่มเติมจากอะไมโลส คือ มีการแตกกิ่งก้านสาขา โดยจุดที่มีการแตกแขนงจะเกิดพันธะที่เรียกว่า พันธะแอลฟา - 1,6 กลูโคซิดิค การเกิดแขนงจะเกิดเมื่อกลุโคสมาต่อกันเป็นเส้นตรงยาว 20 - 25 หน่วย โครงสร้างที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่จะเป็นแบบเกลียวคู่ที่ต่อกันเป็นกิ่งก้าน ดังรูปที่ 2.3 ภายในโมเลกุลของอะไมโลเพ็คตินมักเกิดพันธะไฮโดรเจน เนื่องจากโมเลกุลของอะไมโลเพ็คติน มีกลุ่มไฮดรอกซิลชนิด ปฐมภูมิ และทุติยภูมิจำนวนมาก อะไมโลเพ็คตินมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 4 ล้าน และสามารถเปลี่ยนสีของสารละลายไอโอดีนเป็นสีแดง เนื่องจากอะไมโลสและอะไมโลเพ็คตินเป็นสารปรกอบที่มีโมเลกุลใหญ่จึงทำให้สตาร์ชมีขนาดโมเลกุลใหญ่มาก

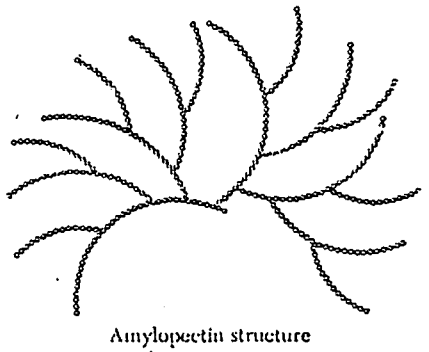


<u>รูปที่ 2.2</u> สูตรโครงสร้างของอะไมโลส

ที่มา : Abraham and Bernard (1967)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.3 สูตรโครงสร้างของอะไมโลเพ็คติน

ที่มา : Abraham and Bernard (1967)

ภายในเม็ดสตาร์ชจะประกอบด้วยโมเลกุลของอะไมโลส และอะไมโลเพ็คตินจัดเรียงตัวกันเป็นกลุ่มแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ บริเวณหนึ่งมีการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบคล้ายผลึก โดยเริ่มจากฮิลั่มของเม็ดสตาร์ช แล้วกระจายออกโดยรอบ ซึ่งประกอบด้วยอะไมโลสเป็นส่วนใหญ่ อะไมโลสจะเข้าไปประกอบตามความยาวกับส่วนที่เป็นเส้นตรงของอะไมโลเพ็คติน ทำให้ส่วนนี้มีความหนาแน่นมากกว่าส่วนอื่น ๆ จนสะท้อนแสงได้ และปรากฏเป็น ไบร์พรินเจนซ์ บริเวณนี้มีการพองตัวอย่างจำกัด และไม่ค่อยมีปฏิกริยากับสารอื่น เรียกว่าบริเวณผลึก (crytalline region) อีกบริเวณหนึ่งมีการเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ดูดน้ำได้ดีและไวต่อปฏิกิริยาเคมีเป็นส่วนที่อยู่รอบ ๆผลึก ซึ่งประกอบด้วยอะไมโลเพ็คตินเป็นส่วนใหญ่ เรียกส่วนนี้ว่า อสัณฐาน (amorphous - region) บริเวณผลึกและบริเวณอสัณฐาน จะมีการยึดติดกันเป็นมัด ๆ เรียกว่า ไมเซล

2.4 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดสตาร์ชเมื่อหุงต้ม

2.4.1 จากความร้อนชื้น (moist heat)

เมื่อเติมน้ำลงในสตาร์ชเกิดสารแขวนลอยลักษณะยังไม่หนืดข้น เม็ดสตาร์ชที่คงรูปอยู่จะจมลงที่แตกแล้วจะดูดซึมเอาน้ำไว้ แล้วจะพองตัว ถ้าเอาสารละลายแป้งในน้ำนี้ไปตั้งไฟ มันจะพองตัวมากขึ้นจะเกิดความหนืดข้นซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ และระยะเวลา ในที่สุดลีขาวขุ่นจะเปลี่ยนเป็นใส เรียกขบวนการนี้ว่า เจลลาติไนล์เซชั่น (gellatinization) ถ้าต้มต่อไปอีกจะมีอีกดอนหนึ่ง ความหนืดข้นจะลดลง เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นความหนืดข้นจะเพิ่มขึ้น ซึ่งแป้งแต่ละตัวจะพองตัวใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเมื่อน้ำที่ใช้ในการผสมแป้งนั้นมีน้อยเกินไป หรือเมื่อเอาแป้งเทใส่ลงในของเหลวร้อน ๆ แป้งจะจับตัวเป็นก้อน ๆ เม็ดแป้งที่อยู่นอกจะดูดซึมน้ำและพองตัว แต่เม็ดแป้งภายในก้อนจะแห้งหรืออาจพองตัวได้น้อยมาก ถ้าเราตัดแป้งที่จับเป็นก้อนดูจะเห็นแป้งดิบข้างใน ในกรณีเราจะไม่ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ เช่น ในการทำซอส หรือน้ำเกรวี่ เพื่อป้องกันการเกิดแป้งดังกล่าว จะต้องแยกเม็ดแป้งออกจากกัน โดยการผสมกับไขมันหรือของเหลวเย็นนิดหน่อย หรือ น้ำตาล แล้วแต่ว่าจะเป็นอาหารชนิดใด จึงค่อยใส่ของเหลวร้อนหรือเย็นก็ได้ แล้วจึงตั้งไฟ อย่าใส่แป้งแห้งลงในของเหลวร้อนโดยตรง เพราะแป้งจะจับกันเป็นก้อนได้

2.4.2 จากความร้อนแห้ง

เมื่อเอาแป้งไปตั้งไฟโดยไม่ต้องใช้น้ำ เช่น การคั่วแป้ง จะเกิดสีน้ำตาลขึ้น ต่อมาจะเป็นสีดำ เพราะเกิดคาร์บอน ในการทำน้ำเกรวี่จะเขาเอาแป้งใส่ถาดแล้วค่อยอบ หรือคั่วในกระทะ แม้ว่าแป้งคั่วนี้จะให้ความข้นน้อยลงแต่มันช่วยในเรื่องสี และกลิ่น ขณะอบหรือคั่วแป้ง โมเลกุลของแป้งจะแตกออก ให้ส่วนที่เล็กลง เรียกว่า เด็กซ์ทริน การเปลี่ยนแปลงของสีและขนาดของโมเลกุลของแป้งนี้เรียกว่า dextrinization ตัวอย่างของอาหารที่ขณะทำเกิดขบวนการนี้ขึ้น คือ ขนมปังปิ้ง กะโหลกขนมปัง กล้วยแขก ทองม้วน ขนมเบื้องไทย เด็กทรินมีโมเลกุลหลายขนาดแต่ก็เล็กกว่าสตาร์ช และใหญ่กว่าน้ำตาล ในขบวนการย่อยอาหารของคนเรา สตาร์ชจะถูกย่อยให้เล็กลงเป็นเด็กซ์ทรินโดยการกระทำของเอ็นไซม์ ในการทำน้ำเชื่อมข้าวโพด ก็เกิดเด็กซ์ทรินขึ้น แม้ว่าไม่ได้เป็นขบวนการทำที่ใช้ความร้อนแห้ง แต่ก็เป็นผลมาจากการสลายตัวของแป้งด้วยกรดหรือเอ็นไซม์

2.5 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งเมื่อได้รับความร้อน

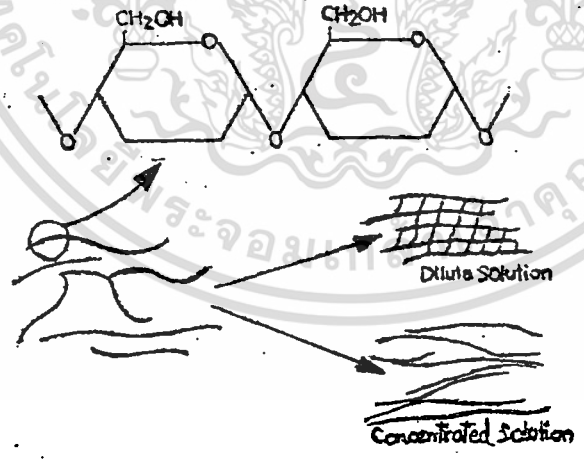
เมื่อนำแป้งไปละลายน้ำ แป้งจะดูดน้ำเข้าไปและเกิดการพองตัว การพองตัวของแป้งแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ในน้ำเย็นการพองตัวจะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เช่น เม็ดแป้งสาลีมีการพองตัวประมาณ 10 % เป็นต้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการพองตัวจะมากขึ้น ที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส การพองตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว เป็นอุณหภูมิที่แป้งเริ่มสุก (gellatinize) และเริ่มกระจายตัวในน้ำ การที่แป้งพองตัวในน้ำเย็นมีขีดจำกัดนั้น เนื่องจากแรงที่โมเลกุลของแป้งเกาะตัวกันมีค่าสูงมาก น้ำเย็นไม่สามารทำให้โมเลกุลเหล่านั้นแยกตัวออกจากกัน ที่อุณหภูมิที่สูงกว่าจุดที่เกิด gellatinize น้ำสามารถเข้าไปในแป้งได้มากขึ้น การพองตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การพองตัวของเม็ดแป้งที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อแป้งละลายในน้ำเย็นเม็ดแป้งจะดูดน้ำ ปริมาณน้ำที่ถูกดูดเข้าไปขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง ทั้งนี้เพราะการจัดเรียงตัวของโมเลกุลภายในเม็ดแป้งแตกต่างกัน

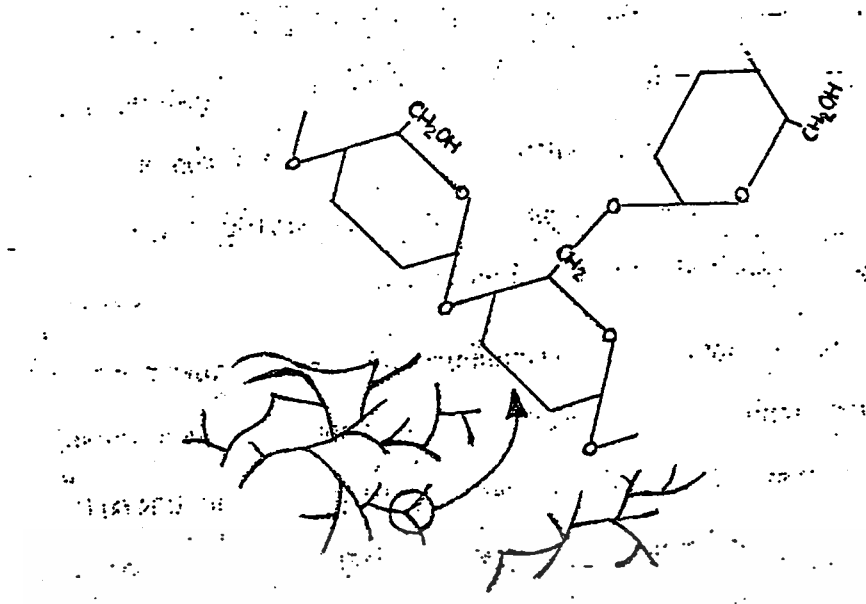
2.5.2 การพองตัวของเม็ดแป้งที่อุณหภูมิสูง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำแป้งให้สูงขึ้น แรงที่เกาะกันระหว่างโมเลกุลของแป้งลดลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำได้มากขึ้น และที่อุณหภูมิหนึ่งการดูดน้ำจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเม็ดแป้งขยายตัวใหญ่ขึ้น อุณหภูมินี้เรียกว่า อุณหภูมิทีทำให้แป้งสุก (gelatinizeing temperature) และปรากฏการณ์ เช่นนี้ เรียกว่า " การสุกของแป้ง "
(gelatinization,DG(%)) อุณหภูมิที่ทำให้แป้งข้าวเจ้าสุกอยู่ระหว่าง 68 - 78 องศาเซลเซียส การสุกของแป้งจะเริ่มจากรอยปุ่มของเม็ดแป้ง โดยในระยะเริ่มแรกจะเกิดช่องว่างที่จุดนี้ ต่อมาช่องว่างจะขยายใหญ่ขึ้น จนในที่สุดเม็ดแป้งจะพองตัวเต็มที่ โดยสังเกตได้จากเม็ดแป้งที่มีลักษณะเหมือนถุงใส ภายในเต็มไปด้วยอะไมโลส เมื่อได้รับความร้อนต่อไปเม็ดแป้งจะแตกออก และอะไมโลสจะหลุดออกมา อย่างไรก็ตามถ้าอุณหภูมิของแป้งสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เม็ดแป้งทุกชนิดจะแตกตัวหมด ถ้ามีน้ำมากพอผลที่เกิดขึ้นความหนืดของแป้งเปียกจะลดลง

เม็ดแป้งแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิสุกที่แตกต่างกัน ซึ่งเรียกว่า specific gel temperature เม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่จะพองตัวได้ง่าย อุณหภูมิที่ทำให้แป้งสุกมักจะต่ำกว่าเม็ดแป้งที่มีขนาดเล็ก แป้งทุกชนิดจึงมีช่วงที่อุณหภูมิที่เม็ดแป้งแรก และเม็ดสุดท้ายสูญเสีย birefringence ทั้งนี้เนื่องจากแป้งทุกชนิดมีเม็ดแป้งที่มีขนาดต่างกัน



รูปที่ 2.4 ลักษณะของอะไมโลสในสารละลาย
ที่มา :Furia (1968)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



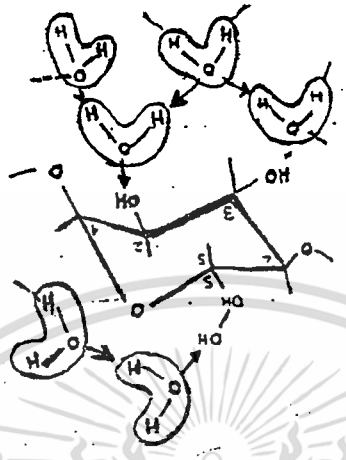
รูปที่ 2.5 ลักษณะของอะไมโลเพ็คตินในสารละลาย
ที่มา : Furia (1968)

2.6 การเกิดเจลาติไนต์เซชั่น(Gelatinization) ของเม็ดสตาร์ช

เม็ดสตาร์ชมีความชื้นในสภาวะปกติ 12 - 14 % ถ้าใส่แป้งหรือ สตาร์ชลงในน้ำเย็นความชื้นในเม็ดสตาร์ชอาจสูงถึง 30 % โดยน้ำจะเข้าไปในส่วนที่เป็นอสัณฐาน แต่ถ้าน้ำที่เติมลงไปในแป้งมีมากมาย หากทำให้น้ำแป้งนั้นร้อนขึ้น ความร้อนจะทำลายพันธะระหว่างโมเลกุล intermolecular bond ในบริเวณผลึก ทำให้เม็ดสตาร์ชสามารถรับน้ำเข้าไปในบริเวณ ดังกล่าวได้อีกมาก จึงทำให้เม็ดสตาร์ชพองตัวขึ้นจนในที่สุด เม็ดสตาร์ชจะพองตัวเต็มที่ เรียกว่า แป้งสุก หรือเรียกว่า การเกิดเจลาติไนต์เซชัน(Gelatinization)ของเม็ดสตาร์ช ซึ่งถ้ามองผ่านกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเม็ดสตาร์ชมีลักษณะเหมือนถุงใสภายในเต็มไปด้วยสารละลายของเม็ดสตาร์ช ส่วนภายนอกเม็ดสตาร์ช จะประกอบด้วยร่างแหของอะไมโลส เป็นส่วนที่ไม่ละลายในน้ำเย็น แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น จะละลายได้บ้าง และสามารถละลายได้ดีในสารละลายด่าง สามารถทำปฏิกริยากับสารละลายเจือจางของสารละลายไอโอดีนแล้วให้สีน้ำเงิน แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ 62.5 มิลลิไมครอนจากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อหาปริมาณของอะไมโลส ในขณะที่เม็ดสตาร์ชพองตัวการดูดน้ำได้ปริมาณมากของเม็ดสตาร์ช และร่างแหอะไมโลสนั้นเนื่องจาก กลูโคส 1 โมเลกุล จะดูดน้ำได้ถึง 6 โมเลกุล ดังรูปที่ 2.7 เม็ดสตาร์ชที่มีขนาดใหญ่จะพองตัวได้ง่ายกว่าเม็ดสตาร์ชที่มีขนาดเล็ก เม็ดสตาร์ชที่มีขนาดใหญ่จึงเกิดการเจลาติไนซ์เซชันที่อุณหภูมิต่ำกว่าเม็ดสตาร์ชทีมีขนาดเล็ก การพองตัวเต็มที่ของเม็ดสตาร์ชจะทำให้เกิดการสูญเสีย ไบฟรินเจนซ์ เม็ดสตาร์ชของพืชในแต่ละชนิดนั้นมีขนาดไม่เท่ากัน จึงพองตัวที่อุณหภูมิต่างกัน เรียกช่วงที่อุณหภูมิของการเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจลาไนซ์เซชั่น (Gelatinization temperature range) พืชแต่ละชนิดจะมีช่วงอุณหภูมิดังกล่าวค่อนข้างคงที่



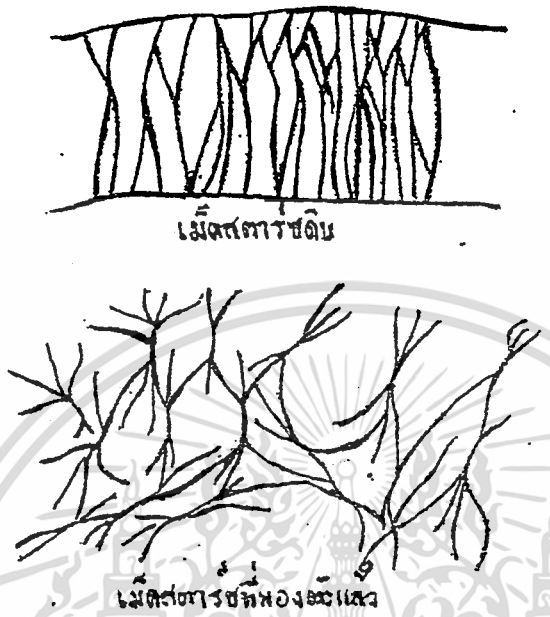
รูปที่ 2.6 กลูโคส 1 หน่วย อุ้มน้ำได้ 6 โมเลกุล
ที่มา : อรอนงค์ (2532)

ในขณะที่เม็ดสตาร์ชพองตัวจะพบว่า น้ำแป้งที่มีลักษณะเหลวขาวขุ่นคล้ายน้ำนมจะใสขึ้นเป็นแป้งเปียก ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการสังเกต ขบวนการเกิดเจลาติไนซ์เซชั่น ซึ่งอาจวัดโดยการวัดค่าการยอมให้แสงผ่าน(light transmittance) ของแป้งเปียก สามารถกระทำได้ที่ความเข้มข้นที่ 5 %

การเปลี่ยนแปลงอื่นๆที่สังเกตพบเมื่อเม็ดสตาร์ชพองตัวคือ น้ำแป้งจะเพิ่มความหนืดอย่างรวดเร็ว ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากเม็ดสตาร์ชพองตัวขึ้น ทำให้เม็ดสตาร์ชอยู่ใกล้ชิดกันมากขึ้น จึงต่อต้านการเคลื่อนที่ของเม็ดสตาร์ช และของเหลวที่อยู่รอบเม็ดสตาร์ชมีความเข้มข้นขึ้น เนื่องจากร่างแหของอะไมโลสที่ละลายออกมาจากเม็ดสตาร์ช ลักษณะทั้งสองประการ คือ การพองตัว การใสขึ้น การหนืดมากขึ้น อาจเกิดในเวลาที่ใกล้เคียงกัน หรือ พร้อมกัน เม็ดสตาร์ชที่มีการพองตัวแล้วอาจจะหดตัว หรือแตกได้หากมีการรบกวน เช่น การคน การกวน การเพิ่มอุณหภูมิ ดังนั้นจึงสังเกตพบว่า เมื่อต้มน้ำแป้งจนได้แป้งเปียกที่ข้นหนืดเต็มที่แล้ว ถ้าหากให้ความร้อนต่อไปอีกจะทำให้ความหนืดลดลง แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แป้งเปียกนั้นจะมีความหนืดมากขึ้น และถ้ามีความเข้มข้นของแป้งที่เหมาะสมจะข้นหนืดจนคงรูปร่างได้ เรียกว่า การเกิดเจล (Gel) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิลดลงแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดจากพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของสตาร์ชและน้ำมีความแข็งแรงขึ้น น้ำจึงจับกับโมเลกุลของสตาร์ชซ้อนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นชั้น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่าเม็ดสตาร์ชที่พองตัวแล้ว จะถูกย่อยโดยเอนไซม์อะไมเลสได้ดีขึ้น ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการเริ่มอบขนมในตู้อบจนถึงอุณหภูมิที่เอนไซม์ถูกทำลาย

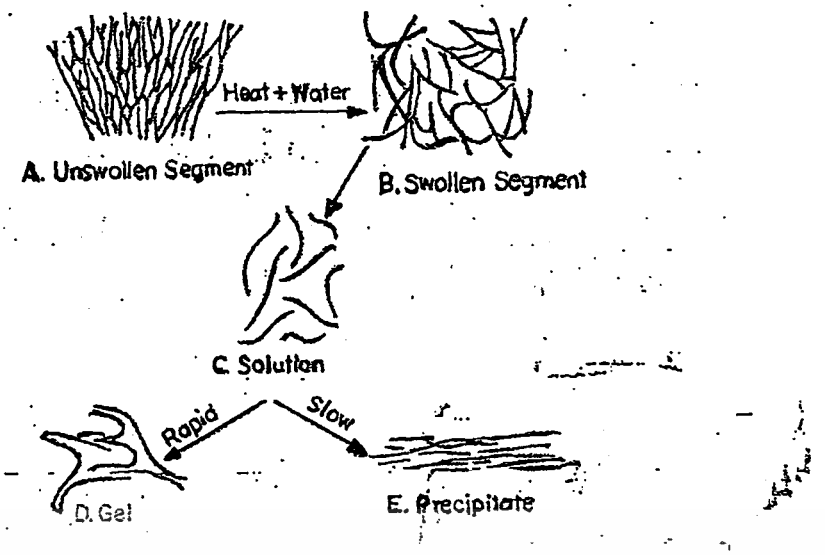


รูปที่ 2.7 ลักษณะเม็ดสตาร์ชดิบ และเม็ดสตาร์ชที่พองตัว

ที่มา : ปราณี (2534)

การเกิดเจลของเม็ดแป้ง จะเกิดขึ้นเมื่อเม็ดแป้งได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดที่ทำให้แป้งสุก เม็ดแป้งจะขาดคุณสมบัติเดิมทั้งหมด(คุณสมบัติของแป้งดิบ) เนื่องจากมีอะไมโลสบางส่วนได้หลุดออกไปจากเม็ดแป้งแล้ว เมื่อปล่อยแป้งเปียกนี้ให้เย็นตัว แป้งจะมีลักษณะข้นหนืดมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของแป้ง(amylose และ amylopectin)จับตัวกันในสามทิศทาง เรียกว่า "การเกิดเจล " ความแข็งของเจลขึ้นอยู่กับการแตกตัวของเม็ดแป้งขณะได้รับความร้อน ถ้าแป้งแตกตัวมากเจลจะมีความแข็งแรงมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม ถ้าเม็ดแป้งส่วนใหญ่ยังคงรูปอยู่อย่างสมบูรณ์ เจลที่เกิดขึ้นจะนุ่ม ดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การพองตัวและการเกิดเจลของแป้ง

ที่มา : Glicksman (1969)

2.7 โครงสร้างของเจล

เจลมีโครงสร้างเป็นร่างแห ประกอบด้วยโมเลกุลของอะไมโลส และ อะไมโลเพคติน และน้ำประสานเข้าด้วยกัน โดยพันธะระหว่างโมเลกุล (Intermolecular bonds) พันธะนี้จะแข็งแรงขึ้นเมื่อแป้งเปียกเย็นตัวลง พันธะนี้เกิดจากอะไมโลส ที่เป็นเส้นตรงและแขนงของอะไมโลเพคติน ซึ่งสามารถงอตัวไปมาเข้าจับกันได้ และอุ้มน้ำไว้เกิดเป็นเจล จึงทำให้เกิดการยึดเหนี่ยวโมเลกุลจำนวนมากเข้าด้วยกันไว้ในร่างแห โดยมีอะไมโลสเป็นส่วนสำคัญของโครงร่างที่เป็นร่างแห เจลจะเกิดได้ดีเมื่อแป้งเย็นตัวอย่างรวดเร็ว หากมีการเย็นตัวอย่างช้า ๆ ในโมเลกุลของอะไมโลสอาจเคลื่อนที่จับตัวกันเองอย่างเป็นระเบียบ ทำให้ผลึกของสตาร์ชซึ่งสังเกตได้จากการตกตะกอนของแป้ง หากแป้งมีอะไมโลสค่อนข้างมากจะเกิดเจลได้เมื่อความเข้มข้น ประมาณ 4 - 5 % ส่วนแป้งที่มีอะไมโลสน้อย หรือ ไม่มีเลย จะเกิดเจลได้ก็ต่อเมื่อ น้ำแป้งมีความเข้มข้นสูงมากกว่า 30 % เพราะที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ การเกิดพันธะระหว่างโมเลกุลของอะไมโลเพคตินมีน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ข้าวกล้องสองสายพันธุ์ คือ ข้าวหอมมะลิ และข้าวขาวตาแห้ง

3.2 อุปกรณ์

1.Spectrophotometer รุ่น CE 292 (อังกฤษ)

2.Vibration mixer.SCIENTIFIG INDUSTRIES,INC. รุ่น K-550 - GE (สหรัฐอเมริกา)

3.Autoclave .TOMY SEIKI CO,LTD .TOKTO .JAPAN. รุ่น SS - 320 (ญี่ปุ่น)

4.Centrifuge . A.L.C.INTERNATIONAL S.R.L.รุ่น T - 42 K (อิตาลี)

5.Hot air oven .WTB BINDER รุ่น E - 53 (เยอรมัน)

6.Restch Miller with sieve 200 mesh (0.075 mm) (Retsch Miller) F.Kurt Retsch GMbH (เยอรมัน)

7.Volumetric flask 10 , 100 ,500 ml

8.Aluminium can

3.3 สารเคมี

1.สารละลายโปแตสเซี่ยมไฮดรอกไซด์ 10 N

2.สารละลายไฮโดรคลอริก 0.5 N

3.สารละลายไอโอดีน (ไอโอดีน 1 กรัม และโปแตสเซี่ยมไอโอไดน์ 4 กรัม เติมน้ำกลั่นทำให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4วิธีการทดลอง

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ 3^2 แฟคทอเรียล (3^2 Facterial desigh) โดยมีปัจจัย 2 ปัจจัยคือ

1.อุณหภูมิภายในอุโมงค์ที่ใช้คือ 95 , 100, 105 องศาเซลเซียส

2.เวลาที่ใช้ คือ10,20,30 นาที

และมีการออกแบบรหัสที่ใช้ในการทดลองคือ

1 st หมายถึง การทดลองครั้งที่ 1

2 nd หมายถึง การทดลองครั้งที่ 2

ม หมายถึง ข้าวหอมมะลิ

ข หมายถึง ข้าวขาวตาแห้ง

95,100,105 หมายถึง อุณหภูมิที่ผ่านอุโมงค์ให้ไอน้ำที่ 95,100,105 องศาเซลเซียสตามลำดับ

10,20,30 หมายถึง ระยะเวลาที่ผ่านอุโมงค์ให้ไอน้ำที่เวลา 10,20,30 นาที ตามลำดับ

ตัวอย่างเช่น

รหัส 1 st ม9510 หมายถึง การทดลองครั้งที่ 1 ข้าวหอมมะลิอุณหภูมิที่ผ่านอุโมงค์ให้ไอน้ำที่ 95 องศาเซลเซียสระยะเวลา 10 นาที

รหัส 2 nd ข10020 หมายถึง การทดลองครั้งที่ 2 ข้าวขาวตาแห้งอุณหภูมิที่ผ่านอุโมงค์ให้ไอน้ำที่ 100 องศาเซลเซียสระยะเวลา 20 นาที

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างข้าว Gelatinized Starch

ในการทดลองนำข้าวทั้งสองสายพันธุ์ มาผ่านอุโมงค์ไอน้ำด้วยการนำข้าว 500 กรัม มาเกลี่ยบนตะแกรงไม้ขนาด 11 * 24 นิ้ว แล้วฉีดพ่นน้ำลงบนข้าวโดยใช้ปริมาณน้ำในอัตราส่วน น้ำ ต่อ ข้าวกล้อง เท่ากับ 0.3 ต่อ 1 นำตะแกรงมาผ่านอุโมงค์ ไอน้ำ ตามระยะเวลา และอุณหภูมิที่กำหนด หลังจากนั้น นำตัวอย่างข้าวกล้องที่ผ่านอุโมงค์ แล้วนำมาบรรจุถุงพลาสติกพร้อมปิดผนึก เก็บไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป ดังแผนผังการเตรียมตัวอย่างข้าว Gelatinized Starch ในรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้าวตัวอย่างน้ำหนัก 500 กรัมเกลี่ยลงบนตะแกรงไม้ขนาด 11 * 24 นิ้ว แล้วพ่นน้ำลงบนข้าวกล้อง โดยใช้ปริมาณน้ำในอัตราส่วนน้ำต่อข้าวกล้องเท่ากับ 0.3 ต่อ 1

↓

นำตะแกรงมาผ่านอุโมงค์ไอน้ำตามอุณหภูมิและระยะเวลาที่กำหนด

↓

นำข้าวที่ผ่านอุโมงค์ไอน้ำ แล้วมาบรรจุใส่ถุงพลาสติก ชั่งน้ำหนักข้าวที่ได้เพื่อนำไปหาความสามารถในการดูดซึมน้ำของข้าว นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างเวลา (X) และ WA(%) (Y) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

↓

ปิดผนึกถุงพลาสติกเก็บไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปวิเคราะห์หา DG (%)โดยเกลี่ยใส่ถาด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส จนแห้ง แล้วนำไปบดที่ 200 เมช เก็บตัวอย่างใส่ขวดปิดสนิท นำไปหาความชื้น

↓

นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 600 และ 620 นาโนเมตร

↓

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหา DG(%) จากสมการที่ได้จากกราฟมาตรฐาน

↓

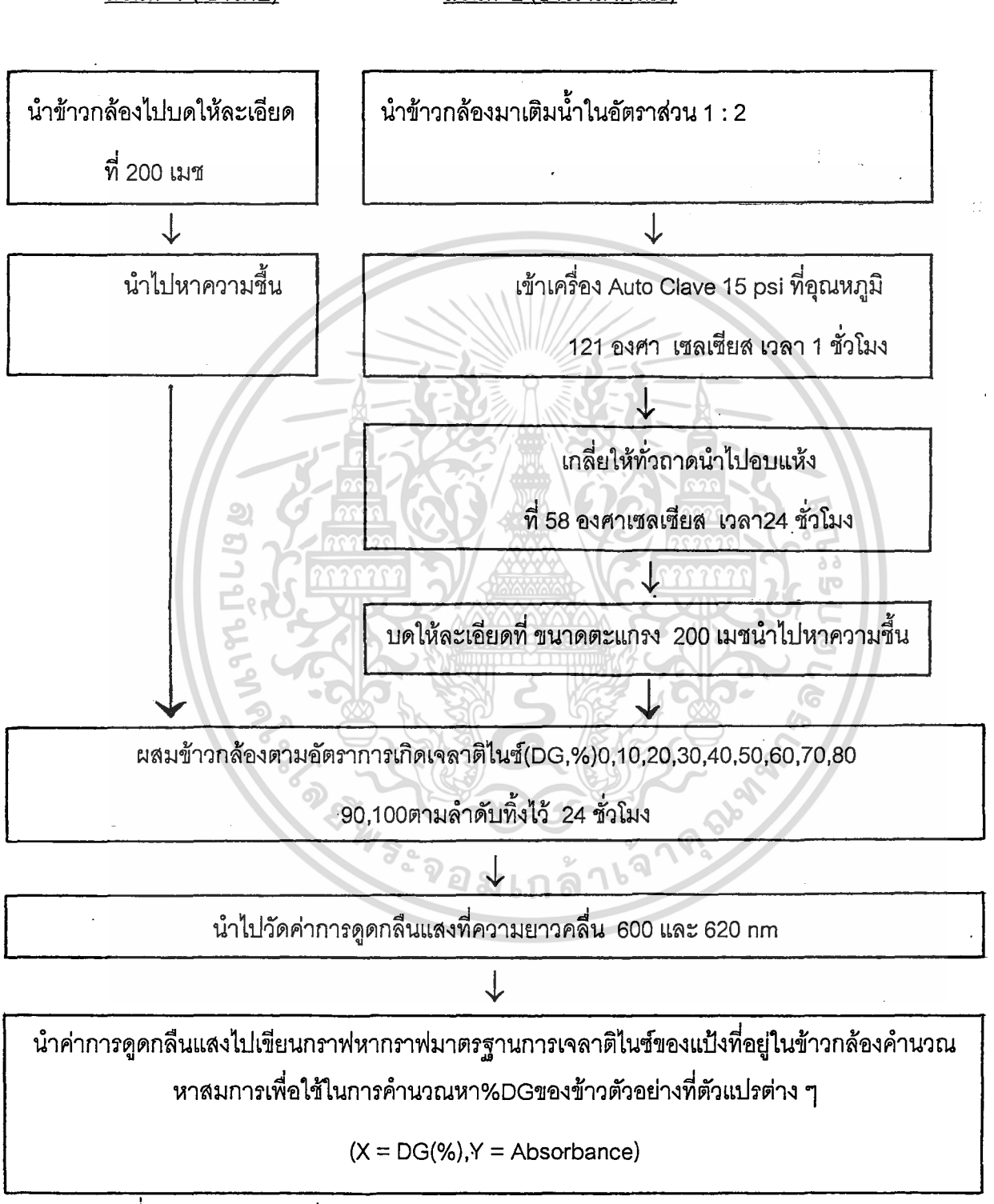
เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง เวลา (X)และ DG(%) (Y)

รูปที่ 3.1 แผนผังการเตรียมข้าวตัวอย่าง Gelatinized Starch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.การวิเคราะห์หาอัตราการเจลติไนซ์ของข้าวกล้อง

ใช้วิธีของ Brich and Priestly (1973) ดังแผนภาพการเตรียม Standard Gelatinized starch ในเมล็ดข้าวดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนผังการเตรียม Standard Gelatinized Starch

ที่มา : Brich and Priestly (1973)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

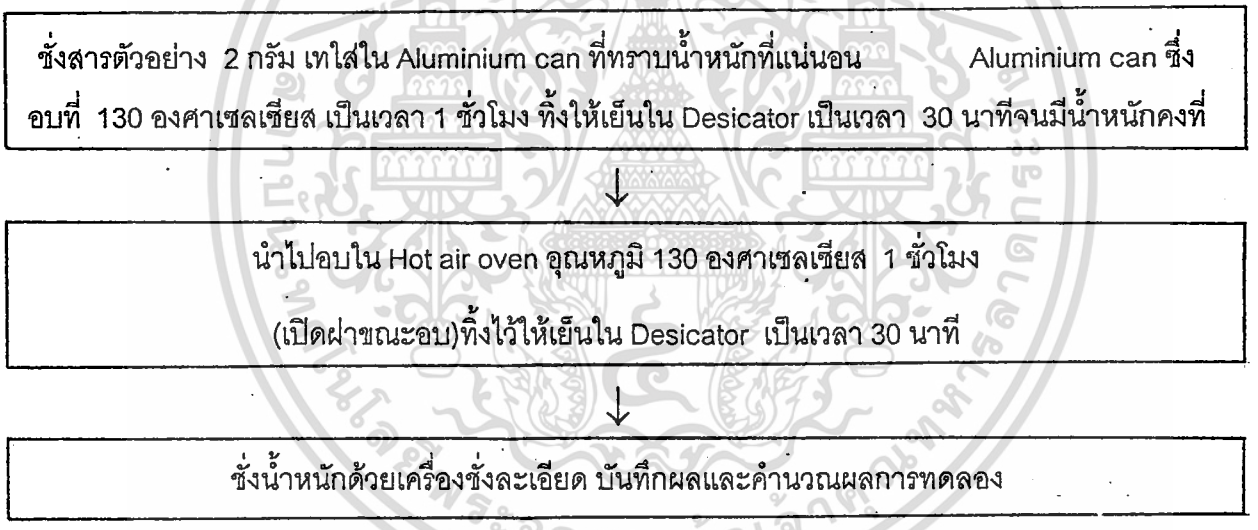
3.4.3.การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำที่เมล็ดข้าวสามารถดูดซับได้

โดยการนำข้าวกล้องหลังจากผ่านอุโมงค์ไอน้ำ มาชั่งน้ำหนักที่เปลี่ยนไป นำน้ำหนักที่เปลี่ยนไปมาคำนวณหา ปริมาณน้ำที่เมล็ดข้าวสามารถดูดซับเอาไว้ได้ (Water Absorbtion,WA) ดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำที่ถูกดูดซับ} = \frac{\text{(น้ำหนักข้าวหลังผ่านอุโมงไอน้ำ-น้ำหนักข้าวก่อนผ่านอุโมงค์ไอน้ำ)}}{\text{น้ำหนักข้าวก่อนผ่านอุโมงค์ไอน้ำ}} * 100$$

3.4.4.วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

โดยการใช้วิธีของ AOAC Method no.32.1.03,1995 ดังแผนผังการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

ที่มา : AOAC Method no.32.1.03,1995

วิธีการคำนวณน้ำหนักฐานแห้ง

สมมติ ข้าวที่บดแล้วมี % MC = 8.08275 และต้องการน้ำหนักฐานแห้ง 10 กรัม

จากสูตร Weight dry basis = 100 * x / (100 - 8.8275)

จะต้องชั่งข้าวเท่ากับ = 100 * 10 / (100 - 8.8275) กรัม

= 10.9682 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5. วิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสง

โดยการใช้วิธีของ Brich and Priestly (1973) ดังแผนภาพการหาค่าการดูดกลืนแสง ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4. แผนผังการวัดค่าการดูดกลืนแสง

ที่มา : Brich and Priestly (1973)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99565

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาผลของไอน้ำที่มีต่อการเกิดเจลาติไนเซชั่นในข้าวกล้อง

4.1.1 ความชื้นเริ่มต้น ของข้าวกล้อง

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของข้าวหอมมะลิ

ชนิดของข้าว	% MC
1stม9510	6.204
2ndม9510	6.3549
1stม9520	6.9715
2ndม9520	6.4602
1stม9530	8.2916
2ndม9530	8.192
1stม10010	6.2855
2ndม10010	6.4738
1stม10020	6.9072
2ndม10020	7.1157
1stม10030	8.4913
2ndม10030	8.2723
1stม10510	7.3456
2ndม10510	7.5014
1stม10520	7.5904
2ndม10520	7.5999
1stม10530	8.3462
2ndม10530	8.4339

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ปริมาณความชื้นเริ่มต้น ของข้าวขาวตาแห้ง

ชนิดของข้าว	% MC
1stข9510	6.3391
2ndข9510	6.5899
1stข9520	6.6574
2ndข9520	6.7521
1stข9530	8.1294
2ndข9530	7.9345
1stข10010	6.546
2ndข10010	6.3526
1stข10020	7.0569
2ndข10020	7.2886
1stข10030	8.5694
2ndข10030	8.3072
1stข10510	7.2125
2ndข10510	7.6158
1stข10520	7.7789
2ndข10520	8.3463
1stข10530	8.535
2ndข10530	8.9116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการวัดค่าการดูดกลืนแสง(Absorbance)ที่600 นาโนเมตร,620 นาโนเมตรของข้าวกล้อง

ตารางที่ 4.3 ค่าการดูดกลืนแสงของข้าวหอมมะลิ

รหัสข้าว	600 nm			620nm		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
1stม9510	0.563	0.577	0.56	0.291	0.3	0.295
2ndม9510	0.549	0.565	0.557	0.288	0.295	0.291
1stม9520	0.648	0.672	0.678	0.327	0.337	0.322
2ndม9520	0.682	0.67	0.676	0.325	0.33	0.327
1stม9530	0.78	0.772	0.751	0.368	0.372	0.37
2ndม9530	0.784	0.778	0.781	0.37	0.374	0.372
1stม10010	0.577	0.589	0.583	0.296	0.317	0.306
2ndม10010	0.583	0.58	0.581	0.292	0.306	0.299
1stม10020	0.698	0.7	0.699	0.334	0.347	0.34
2ndม10020	0.705	0.71	0.707	0.336	0.34	0.338
1stม10030	0.786	0.792	0.789	0.379	0.38	0.379
2ndม10030	0.795	0.786	0.79	0.38	0.375	0.377
1stม10510	0.597	0.615	0.606	0.303	0.318	0.31
2ndม10510	0.607	0.615	0.611	0.297	0.312	0.304
1stม10520	0.752	0.768	0.76	0.349	0.352	0.35
2ndม10520	0.726	0.738	0.732	0.345	0.352	0.348
1stม10530	0.804	0.817	0.81	0.382	0.385	0.383
2ndม10530	0.812	0.822	0.817	0.384	0.387	0.385

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14915

ตารางที่ 4.4 ค่าการดูดกลืนแสงของข้าวขาวตาแห้ง

รหัสข้าว	600 nm			620nm		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
1stข9510	0.437	0.458	0.447	0.256	0.263	0.259
2ndข9510	0.42	0.434	0.427	0.238	0.248	0.243
1stข9520	0.528	0.512	0.52	0.278	0.282	0.28
2ndข9520	0.529	0.507	0.518	0.285	0.291	0.288
1stข9530	0.627	0.613	0.62	0.336	0.34	0.338
2ndข9530	0.617	0.622	0.619	0.328	0.33	0.329
1stข10010	0.465	0.475	0.47	0.26	0.267	0.263
2ndข10010	0.48	0.487	0.483	0.268	0.274	0.271
1stข10020	0.576	0.568	0.572	0.302	0.318	0.31
2ndข10020	0.59	0.582	0.586	0.323	0.315	0.319
1stข10030	0.643	0.631	0.637	0.346	0.344	0.345
2ndข10030	0.647	0.656	0.651	0.348	0.35	0.349
1stข10510	0.529	0.517	0.523	0.287	0.28	0.283
2ndข10510	0.534	0.541	0.537	0.277	0.285	0.281
1stข10520	0.61	0.592	0.601	0.322	0.329	0.325
2ndข10520	0.632	0.624	0.628	0.342	0.338	0.34
1stข10530	0.679	0.674	0.676	0.36	0.356	0.358
2ndข10530	0.684	0.672	0.678	0.366	0.358	0.362

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

4.1.3 ตารางแสดง DG(%)ของข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์

ตารางที่ 4.5 ค่า DG(%) ของข้าวขาวหอมมะลิ

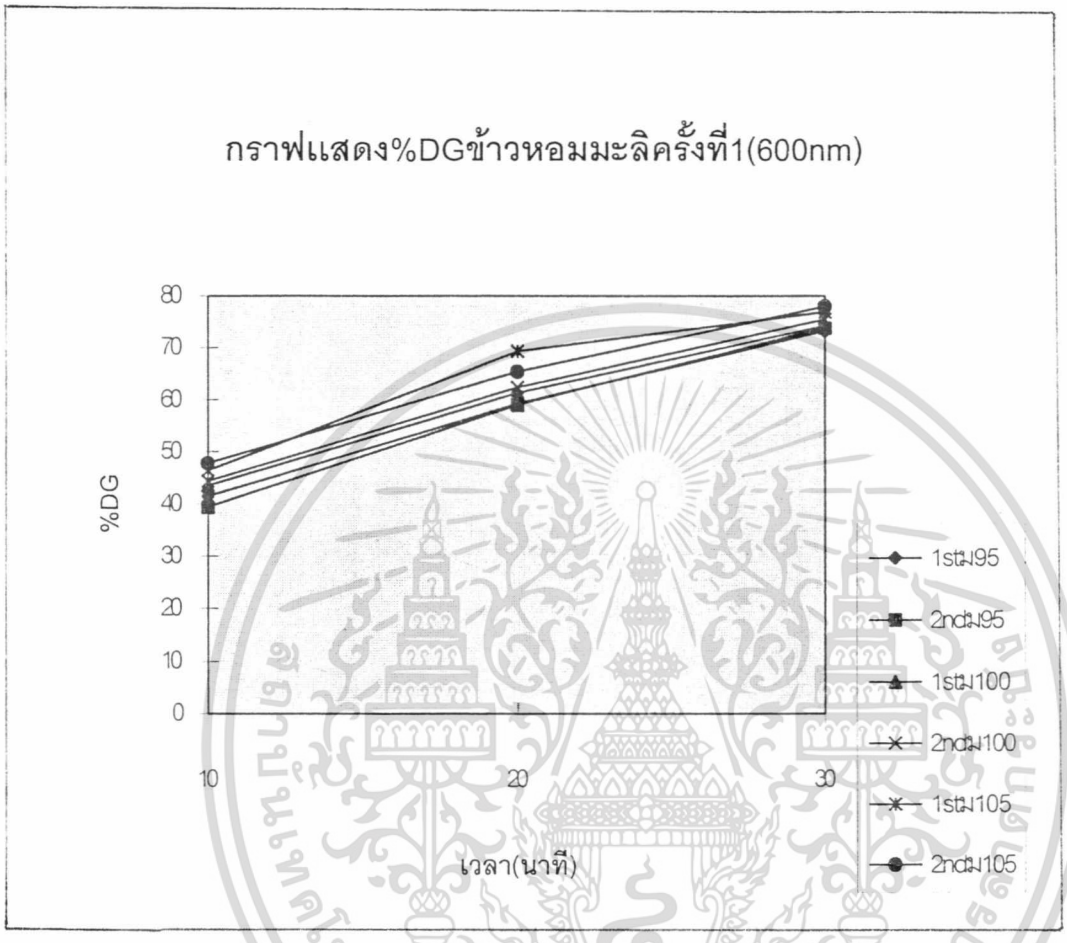
รหัสข้าว	600 nm			620nm		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
1stม9510	41.3092	40.4255	40.8673	37.6823	41.42	39.5511
2ndม9510	39.4271	41.6038	40.4254	36.4364	39.3435	37.8902
1stม9520	59.1315	57.364	58.2477	52.6329	56.7858	54.7093
2ndม9520	58.8369	57.0694	57.9531	51.8023	53.8787	52.8405
1stม9530	73.2715	72.0936	72.6825	69.6599	71.321	70.4904
2ndม9530	73.8607	72.9769	73.4188	70.4905	72.1516	71.321
1stม10010	43.3713	45.1388	44.255	39.7588	48.4799	44.1193
2ndม10010	44.2551	43.8132	44.0341	38.0976	43.9117	41.0046
1stม10020	61.1936	61.4882	61.3409	55.5399	60.9387	58.2393
2ndม10020	62.2246	62.9611	62.5928	56.3705	50.0317	57.2011
1stม10030	74.1552	75.039	74.5971	74.2281	74.6434	74.4357
2ndม10030	75.4809	74.1552	74.818	74.6434	72.5669	73.6051
1stม10510	46.3171	48.9684	47.6427	42.2258	48.8952	45.7805
2ndม10510	47.7901	48.9684	48.3792	40.1741	46.4035	43.288
1stม10520	69.1473	71.5041	70.3256	61.7693	63.0152	62.3922
2ndม10520	65.3178	67.0853	66.2015	60.1081	63.0152	61.5616
1stม10530	76.806	78.7213	77.7636	75.474	76.7199	76.0969
2ndม10530	77.9848	79.4577	78.7212	76.3046	77.5504	76.9275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ค่า DG(%) ของข้าวขาวดาแห้ง

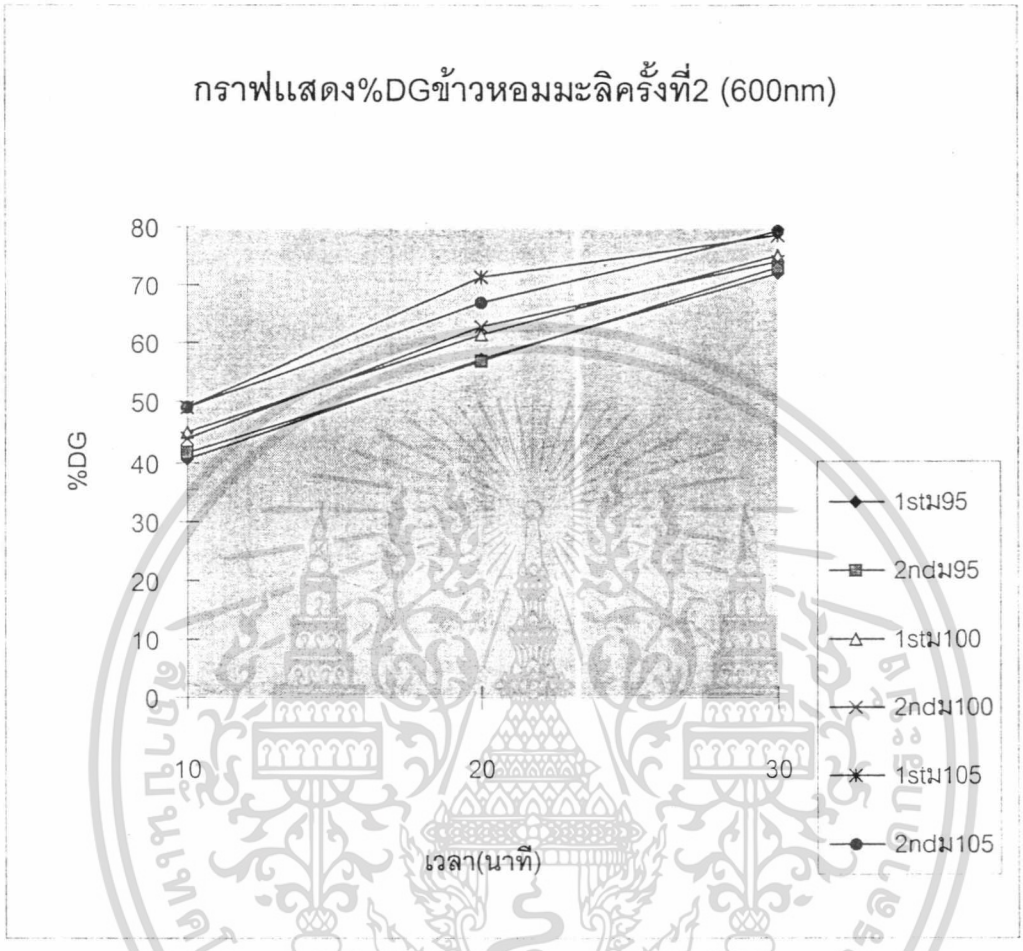
รหัสข้าว	600 nm			620nm		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
1stข9510	43.1344	46.639	44.8867	42.2089	44.7634	43.4861
2ndข9510	40.2973	42.6337	41.4655	35.64	39.2894	37.4647
1stข9520	58.3211	55.6509	56.986	50.2374	51.6971	50.9672
2ndข9520	58.488	54.8165	56.6522	52.7919	54.9815	53.8677
1stข9530	74.8429	72.5065	73.6747	71.4036	72.8633	72.1334
2ndข9530	73.174	74.0085	73.5912	68.4841	69.214	68.849
1stข10010	47.8072	49.4761	48.6416	43.6686	46.2231	44.9458
2ndข10010	50.31	51.4787	50.8943	46.5881	48.7777	47.6829
1stข10020	66.3317	64.9966	65.6641	58.9958	64.8348	61.9153
2ndข10020	68.6681	67.333	68.0005	66.6594	63.74	65.1997
1stข10030	77.5131	75.5104	76.5117	75.0529	74.323	74.6879
2ndข10030	78.1806	79.6826	78.9316	75.7829	76.5127	76.1447
1stข10510	58.488	56.4853	57.4866	53.5218	50.9673	52.2445
2ndข10510	59.3224	60.4906	59.9064	49.8725	52.7919	51.3322
1stข10520	72.0058	69.0012	70.5035	66.2945	68.849	67.5717
2ndข10520	75.6773	74.3422	75.0097	73.5932	72.1334	72.8633
1stข10530	83.521	82.6866	83.1038	80.162	78.7023	73.4321
2ndข10530	84.3555	82.3526	83.354	82.3516	79.4321	80.8918

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



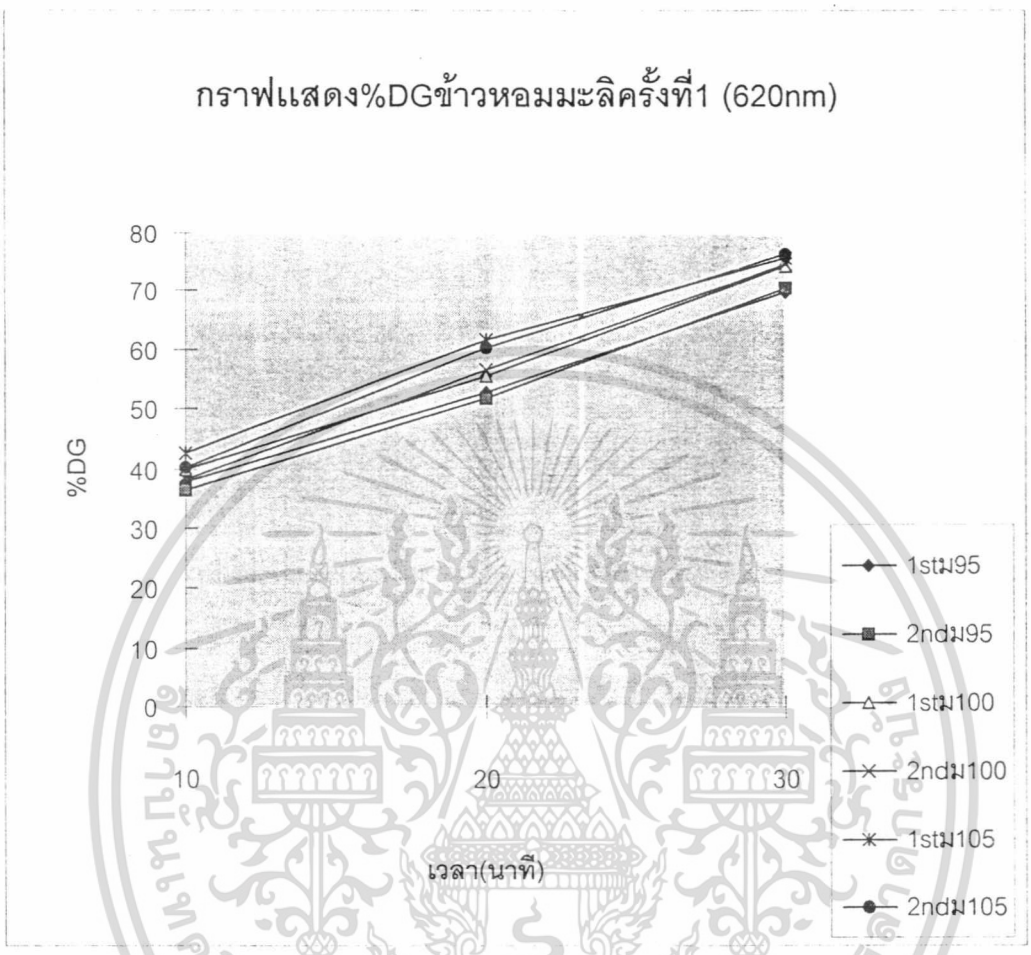
รูปที่ 4.1กราฟแสดงปริมาณ %DG ของข้าวหอมมะลิที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ครั้งที่ 1 (600nm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



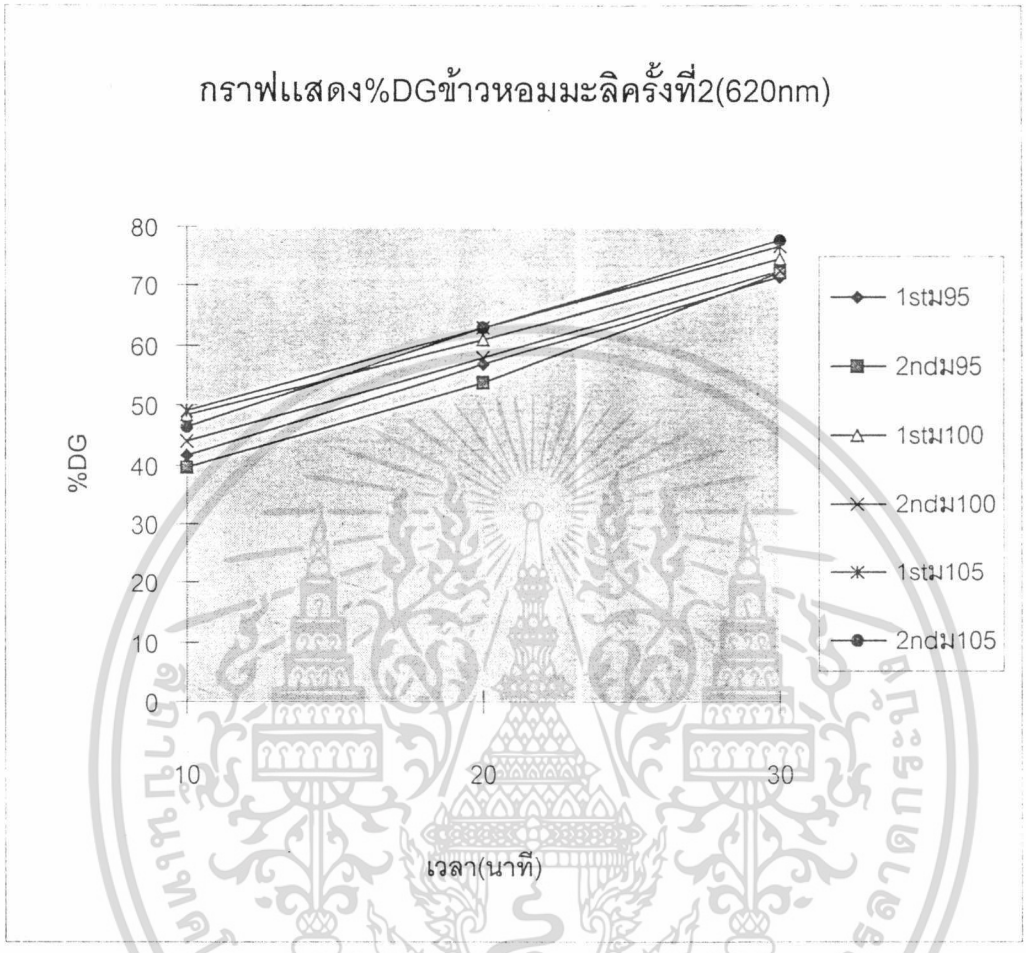
<u>รูปที่ 4.2</u> กราฟแสดงปริมาณ DG(%)ของข้าวหอมมะลิที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ครั้งที่ 2 (600nm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



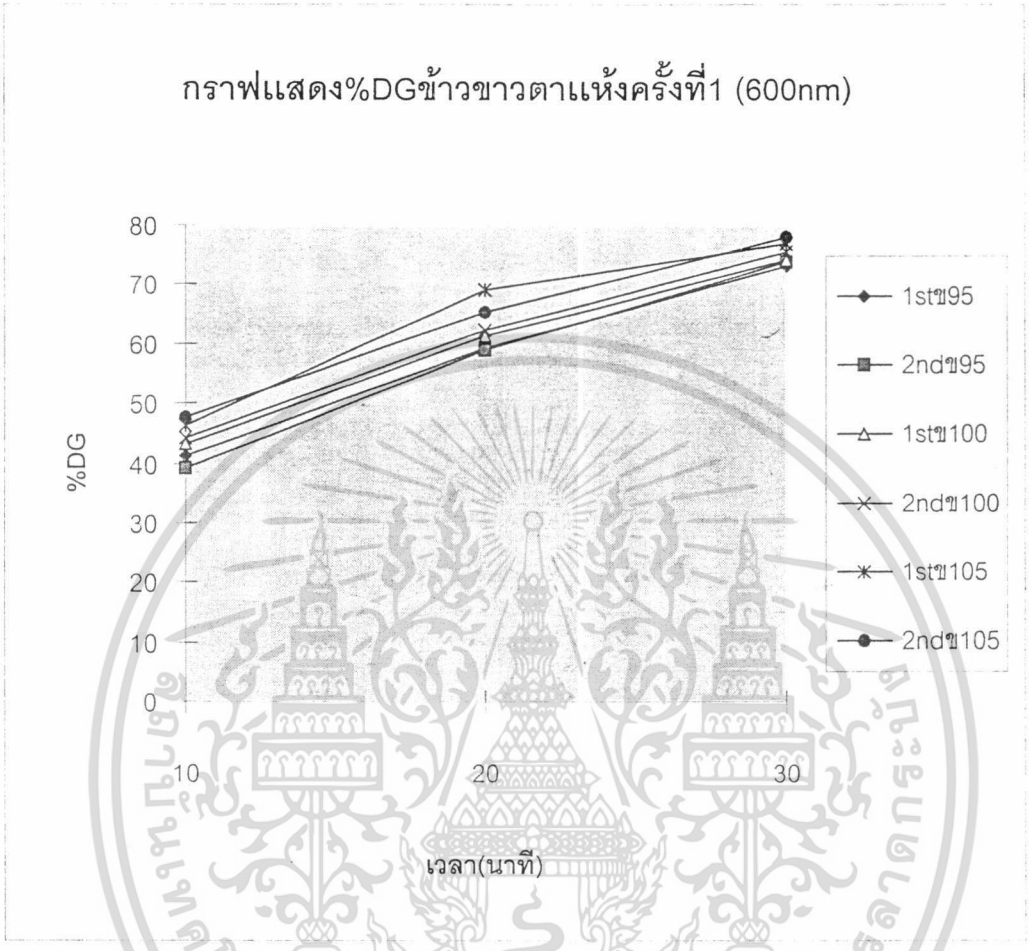
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณ DG(%)ของข้าวหอมมะลิที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ครั้งที่ 1 (620nm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



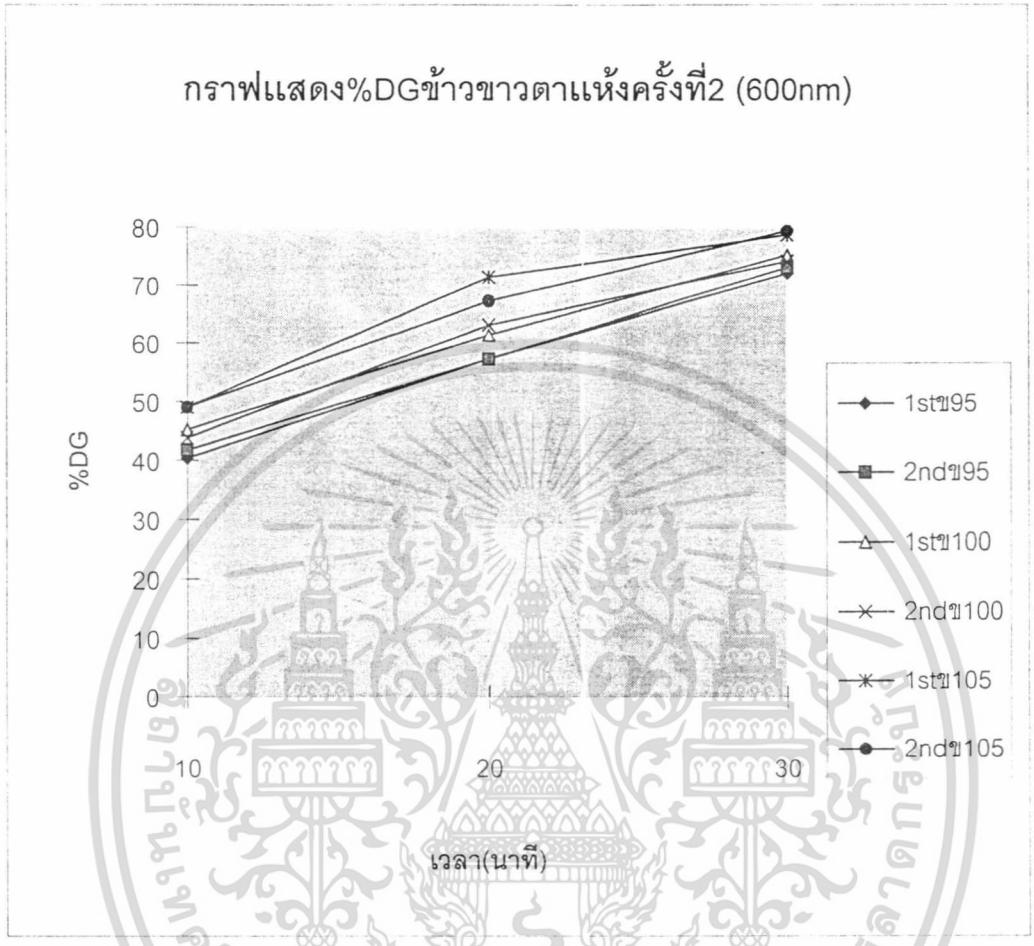
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงปริมาณ DG(%)ของข้าวหอมมะลิที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ครั้งที่ 2 (620nm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



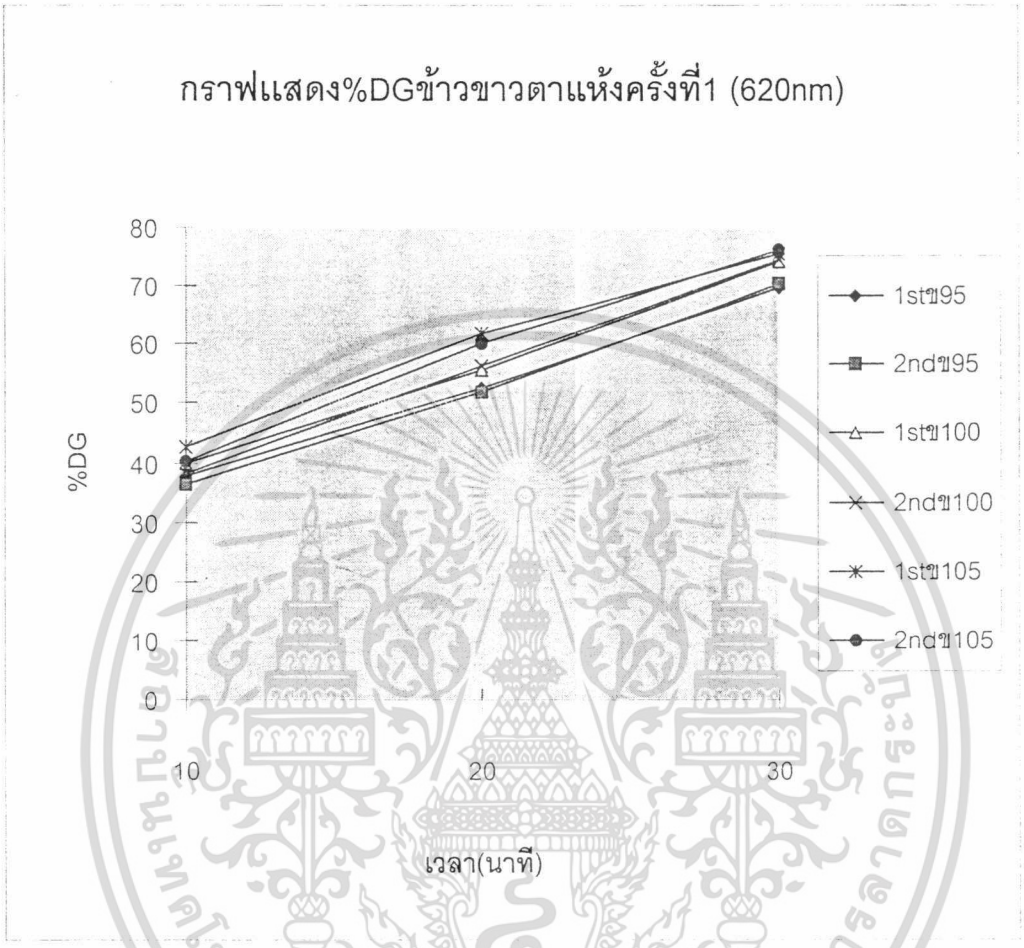
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงปริมาณ DG(%)ของข้าวขาวตาแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ครั้งที่ 1 (600nm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



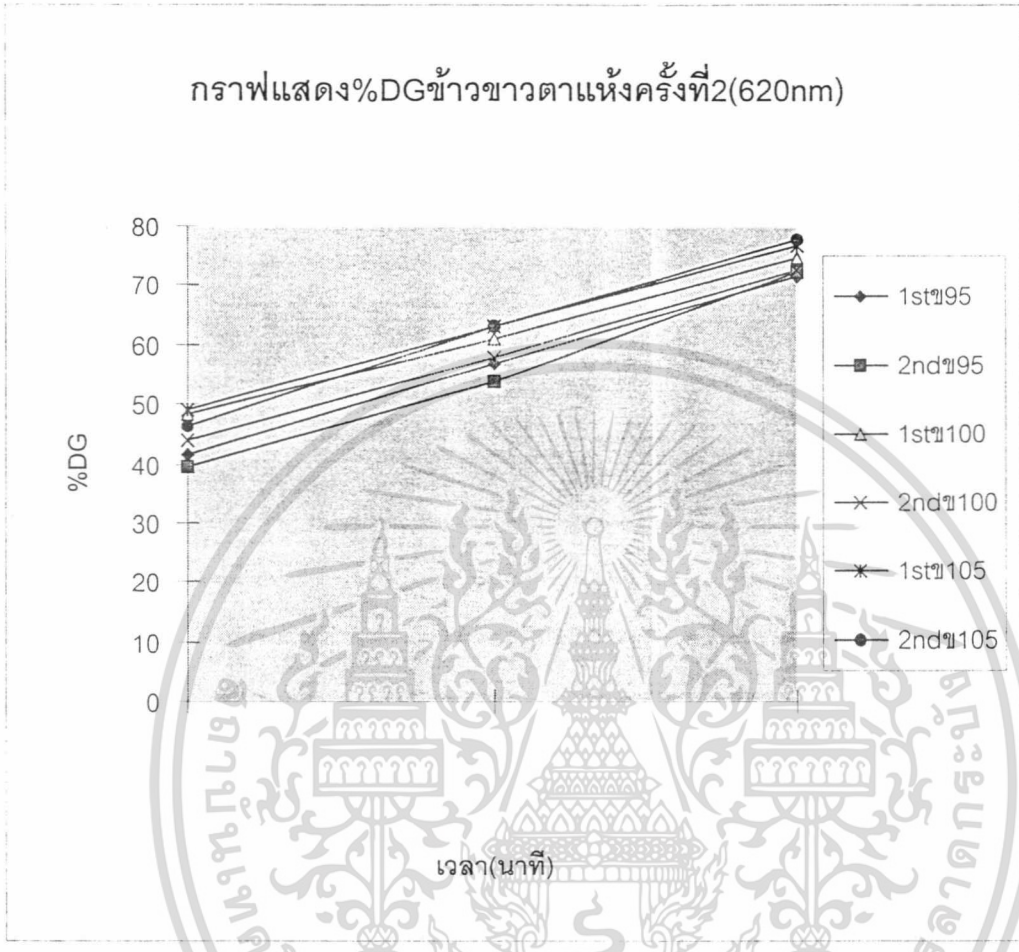
<u>รูปที่ 4.6</u> กราฟแสดงปริมาณ DG(%)ของข้าวขาวตาแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ครั้งที่ 2 (600nm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงปริมาณ DG(%)ของข้าวขาวตาแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ครั้งที่ 1 (620nm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงปริมาณ DG(%)ของข้าวขาวตาแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ครั้งที่ 2 (620nm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ศึกษาผลของไอน้ำที่มีต่อการดูดซึมน้ำของข้างกล้อง

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลอง Water Absorption ของข้าวกล้อง (ข้าวหอมมะลิ)

น้ำหนักข้าวเริ่มต้น 500 กรัม

ปริมาณน้ำที่ใช้ 150 กรัม

ชนิดของข้าว	น้ำหนักข้าวหลังผ่านไอน้ำ (กรัม)	% Water Absorption
1stม9510	615	76.6
2ndม9510	620	80
1stม9520	630	86
2ndม9520	620	80
1stม9530	650	100
2ndม9530	645	96.6
1stม10010	605	70
2ndม10010	600	66.6
1stม10020	615	76.6
2ndม10020	610	73.3
1stม10030	620	80
2ndม10030	625	83.3
1stม10510	620	80
2ndม10510	620	80
1stม10520	625	83.3
2ndม10520	630	86.6
1stม10530	635	90
2ndม10530	635	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

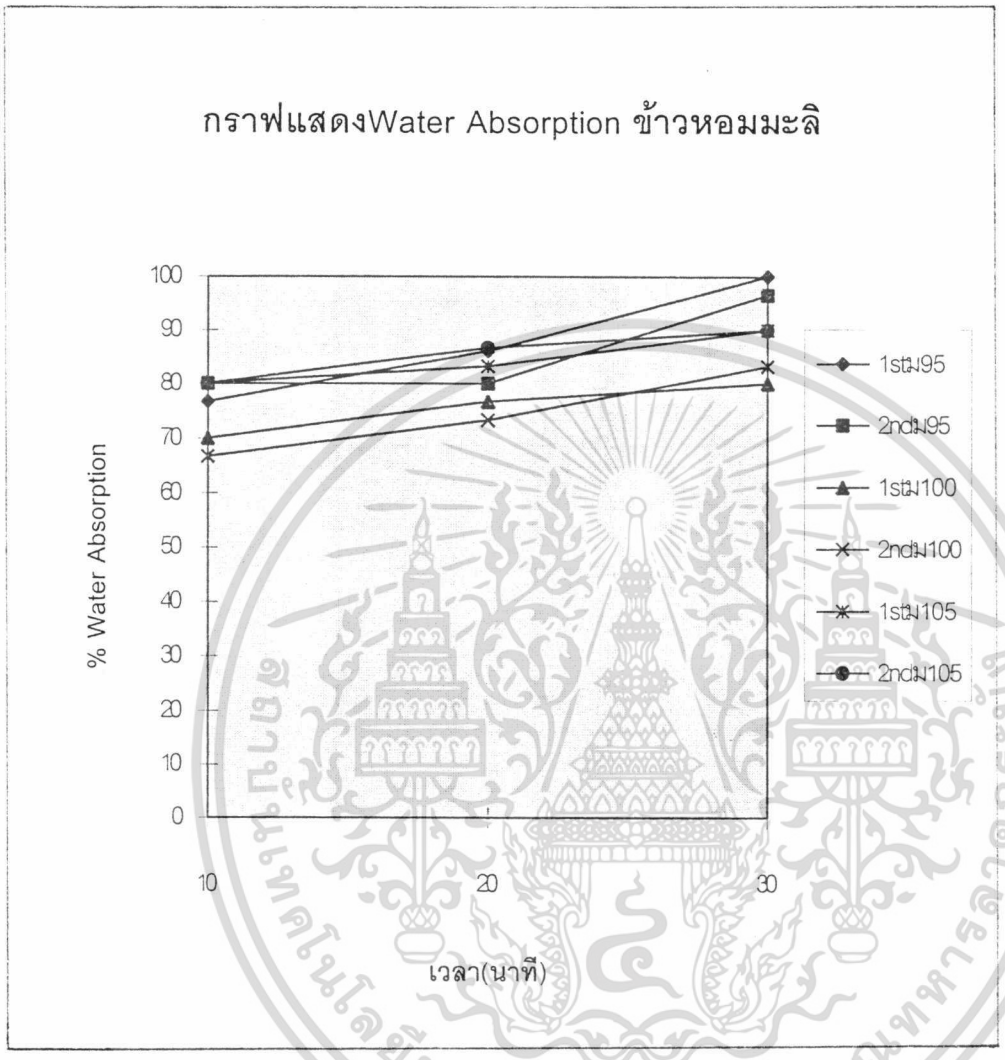
ตารางที่ 4.8 ผลการทดลอง Water Absorption ของข้าวกล้อง (ข้าวขาวตาแห้ง)

น้ำหนักข้าวเริ่มต้น 500 กรัม

ปริมาณน้ำที่ใช้ 150 กรัม

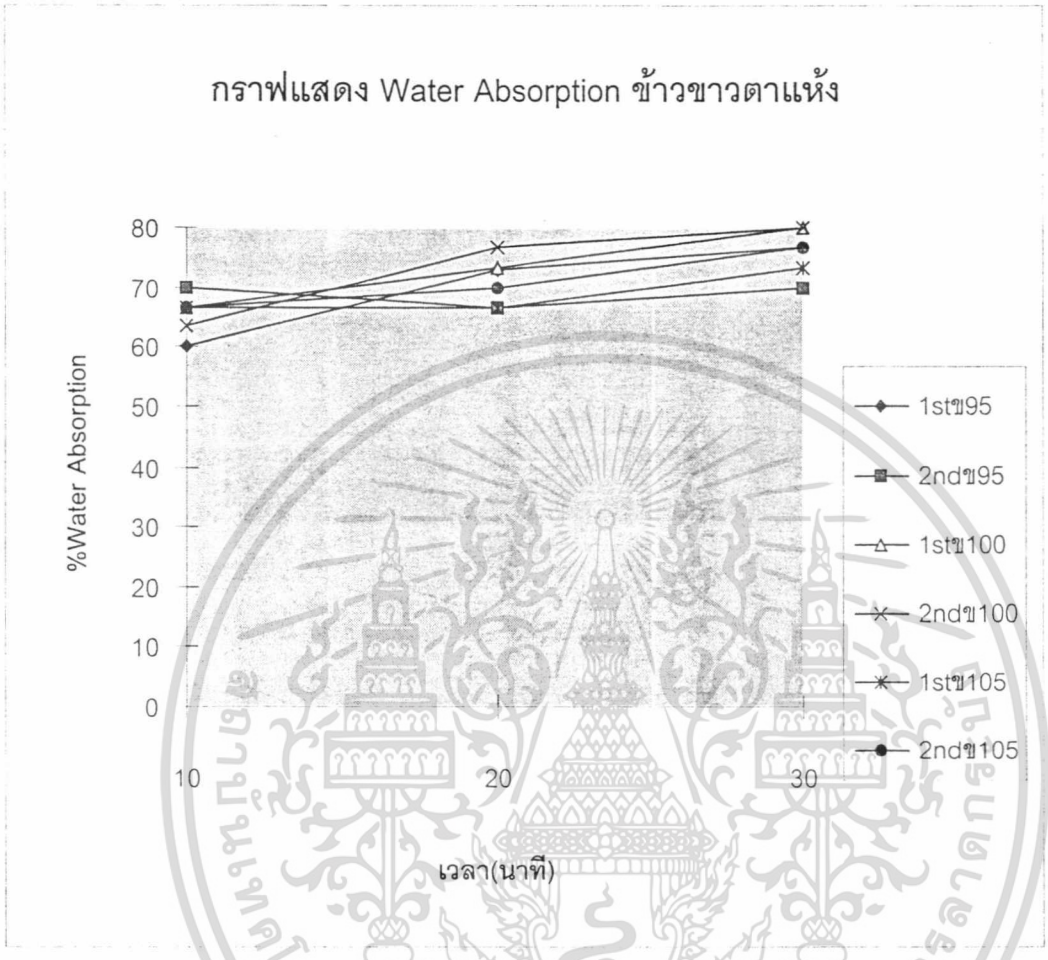
ชนิดของข้าว	น้ำหนักข้าวหลังผ่านไอน้ำ (กรัม)	% Water Absorption
1stข9510	590	60
2ndข9510	605	70
1stข9520	610	73
2ndข9520	600	66.6
1stข9530	615	76.6
2ndข9530	605	70
1stข10010	600	66.6
2ndข10010	595	63.3
1stข10020	610	73.3
2ndข10020	615	76.5
1stข10030	620	80
2ndข10030	620	80
1stข10510	600	66.6
2ndข10510	600	66.6
1stข10520	600	66.6
2ndข10520	605	7073.3
1stข10530	610	76.6
2ndข10530	615	76.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption)ของข้าวหอมมะลิที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption)ของข้าวขาวตาแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อศึกษาผลของไอน้ำที่มีต่อการเกิดเจลาติไนเซชั่นและการดูดซึมน้ำของข้าวกล้องจากการทดลองใช้ข้าวกล้อง 2 สายพันธุ์ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ และ ข้าวขาวตาแห้ง จากการเปรียบเทียบข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์ ปริมาณ DG(%) และ WA(%) ที่อุณหภูมิ 95,100,105 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 10,20,30 นาที

1. เมื่อพิจารณาโดยรวมของข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์

1.1 การเปรียบเทียบปริมาณ DG(%) ของข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์พบว่า

ปริมาณ DG(%) มากที่สุด คือ ข้าวขาวตาแห้ง รหัส 2 nd ข10530 มีปริมาณ DG(%)เฉลี่ย 83.354%(ที่ 600 นาโนเมตร) และ 80.8918% (ที่ 620 นาโนเมตร)

ปริมาณ DG(%) น้อยที่สุด คือ ข้าวหอมมะลิ รหัส 2 nd ม9510 มีปริมาณ DG(%)เฉลี่ย 40.4254%(ที่ 600 นาโนเมตร) และ 37.8902% (ที่ 620 นาโนเมตร)

จากการเปรียบเทียบข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์แล้วจะเห็นได้ว่าปริมาณ DG(%)ของข้าวขาวตาแห้งมีค่าสูงกว่าปริมาณ DG(%)ของข้าวหอมมะลิ

1.2 การเปรียบปริมาณ WA(%)ของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์พบว่า

ปริมาณ WA(%) มากที่สุด คือ ข้าวหอมมะลิ รหัส 1 st ม9530 มีปริมาณ WA(%)เท่ากับ 100%

ปริมาณ WA(%) น้อยที่สุด คือ ข้าวขาวตาแห้ง รหัส 1 st ข9510 มีปริมาณ WA(%)เท่ากับ 60%

จากการเปรียบเทียบข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์แล้วจะเห็นได้ว่าปริมาณ WA(%)ของข้าวหอมมะลิมีค่าสูงกว่าปริมาณ WA(%)ของข้าวขาวตาแห้ง

2. การเปรียบเทียบโดยการทดสอบทางสถิติโดยรวมของข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์

2.1 การทดสอบทางสถิติเกี่ยวกับปริมาณ DG(%) พบว่าปริมาณ DG(%) ของข้าวหอมมะลิและข้าวขาวตาแห้งจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระยะเวลาจะมีผลต่อปริมาณ DG(%)มากกว่าอุณหภูมิที่ระดับอุณหภูมิเดียวกัน ระยะเวลาที่เหมาะสมคือช่วง 10 - 20 นาที เพราะจะทำให้ค่า DG (%)มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95 %

2.2 การทดสอบทางสถิติเกี่ยวกับปริมาณ WA(%) พบว่า ปริมาณ WA(%) ของข้าวหอมมะลิและข้าวขาวตาแห้งจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 95 - 100 องศาเซลเซียส และช่วงระยะเวลา 20 - 30 นาที จะทำให้การดูดซึมน้ำของข้าวทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95 % แต่ที่ระยะเวลา 10,20 นาที จะไม่ค่อยอิทธิพลต่อปริมาณ WA(%) มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของข้าวกล้องในแต่ละสายพันธุ์แล้วจะพบว่า

3.1 ข้าวหอมมะลิ

3.1.1 ค่า DG (%) พบว่า เมื่ออุณหภูมิ และระยะเวลาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า DG(%) มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ระยะเวลาที่เหมาะสมคือช่วง 10 - 20 นาที ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ

3.1.2 ค่า WA (%) พบว่า เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า WA(%) มีค่าสูงขึ้นด้วย ระยะเวลาที่เหมาะสมคือ ช่วง 20 - 30 นาที

3.2 ข้าวขาวตาแห้ง

3.2.1 ค่า DG (%) พบว่า เมื่ออุณหภูมิ และระยะเวลาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า DG (%) มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ระยะเวลาที่เหมาะสมคือช่วง 10 - 20 นาที ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ

3.2.2 ค่า WA (%) พบว่า เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า WA (%) มีค่าสูงขึ้นด้วย ระยะเวลาที่เหมาะสมคือ ช่วง 20 - 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลอง WA(%) และ DG(%) ของข้าวหอมมะลิ

การทดลองที่ (รหัส)	สายพันธุ์ข้าว	อุณหภูมิภายในอุโมงค์ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา (นาที)	WA(%)	DG(%)					
					600nm			620nm		
					ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1.(1stม9510)	หอมมะลิ	95	10	76.6	41.3092	40.4255	40.8673	37.6823	41.42	39.5511
2.(2ndม9510)	หอมมะลิ	95	10	80	39.4271	41.6038	40.4254	36.4364	39.3435	37.8902
3.(1stม9520)	หอมมะลิ	95	20	86	59.1315	57.364	58.2477	52.6329	56.7858	54.7093
4.(2ndม9520)	หอมมะลิ	95	20	80	58.8369	57.0694	57.9531	51.8023	53.8787	52.8405
5.(1stม9530)	หอมมะลิ	95	30	100	73.2715	72.0936	72.6825	69.6599	71.321	70.4904
6.(2ndม9530)	หอมมะลิ	95	30	96.6	73.8607	72.9769	73.4188	70.4905	72.1516	71.321
7.(1stม10010)	หอมมะลิ	100	10	70	43.3713	45.1388	44.255	39.7588	48.4799	44.1193
8.(2ndม10010)	หอมมะลิ	100	10	66.6	44.2551	43.8132	44.0341	38.0976	43.9117	41.0046
9.(1stม10020)	หอมมะลิ	100	20	76.6	61.1936	61.4882	61.3409	55.5399	60.9387	58.2393
10.(2ndม10020)	หอมมะลิ	100	20	73.3	62.2246	62.9611	62.5928	56.3705	50.0317	57.2011
11.(1stม10030)	หอมมะลิ	100	30	80	74.1552	75.039	74.5971	74.2281	74.6434	74.4357
12.(2ndม10030)	หอมมะลิ	100	30	83.3	75.4809	74.1552	74.818	74.6434	72.5669	73.6051
13.(1stม10510)	หอมมะลิ	105	10	80	46.3171	48.9684	47.6427	42.2258	48.8952	45.7805
14.(2ndม10510)	หอมมะลิ	105	10	80	47.7901	48.9684	48.3792	40.1741	46.4035	43.288
15.(1stม10520)	หอมมะลิ	105	20	83.3	69.1473	71.5041	70.3256	61.7693	63.0152	62.3922
16.(2ndม10520)	หอมมะลิ	105	20	86.6	65.3178	67.0853	66.2015	60.1081	63.0152	61.5616
17.(1stม10530)	หอมมะลิ	105	30	90	76.806	78.7213	77.7636	75.474	76.7199	76.0969
18.(2ndม10530)	หอมมะลิ	105	30	90	77.9848	79.4577	78.7212	76.3046	77.5504	76.9275

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลอง DG(%) และ WA(%) ของข้าวขาวตาแห้ง

การทดลองที่ (รหัส)	สายพันธุ์ข้าว	อุณหภูมิภายในอุโมงค์ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา (นาที)	WA(%)	DG(%)					
					600nm			620nm		
					ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1.(1stข9510)	ขาวตาแห้ง	95	10	60	43.1344	46.639	44.8867	42.2089	44.7634	43.4861
2.(2ndข9510)	ขาวตาแห้ง	95	10	70	40.2973	42.6337	41.4655	35.64	39.2894	37.4647
3.(1stข9520)	ขาวตาแห้ง	95	20	73	58.3211	55.6509	56.986	50.2374	51.6971	50.9672
4.(2ndข9520)	ขาวตาแห้ง	95	20	66.6	58.488	54.8165	56.6522	52.7919	54.9815	53.8677
5.(1stข9530)	ขาวตาแห้ง	95	30	76.6	74.8429	72.5065	73.6747	71.4036	72.8633	72.1334
6.(2ndข9530)	ขาวตาแห้ง	95	30	70	73.174	74.0085	73.5912	68.4841	69.214	68.849
7.(1stข10010)	ขาวตาแห้ง	100	10	66.6	47.8072	49.4761	48.6416	43.6686	46.2231	44.9458
8.(2ndข10010)	ขาวตาแห้ง	100	10	63.3	50.31	51.4787	50.8943	46.5881	48.7777	47.6829
9.(1stข10020)	ขาวตาแห้ง	100	20	73.3	66.3317	64.9966	65.6641	58.9958	64.8348	61.9153
10.(2ndข10020)	ขาวตาแห้ง	100	20	76.5	68.6681	67.333	68.0005	66.6594	63.74	65.1997
11.(1stข10030)	ขาวตาแห้ง	100	30	80	77.5131	75.5104	76.5117	75.0529	74.323	74.6879
12.(2ndข10030)	ขาวตาแห้ง	100	30	80	78.1806	79.6826	78.9316	75.7829	76.5127	76.1447
13.(1stข10510)	ขาวตาแห้ง	105	10	66.6	58.488	56.4853	57.4866	53.5218	50.9673	52.2445
14.(2ndข10510)	ขาวตาแห้ง	105	10	66.6	59.3224	60.4906	59.9064	49.8725	52.7919	51.3322
15.(1stข10520)	ขาวตาแห้ง	105	20	66.6	72.0058	69.0012	70.5035	66.2945	68.849	67.5717
16.(2ndข10520)	ขาวตาแห้ง	105	20	7073.3	75.6773	74.3422	75.0097	73.5932	72.1334	72.8633
17.(1stข10530)	ขาวตาแห้ง	105	30	76.6	83.521	82.6866	83.1038	80.162	78.7023	73.4321
18.(2ndข10530)	ขาวตาแห้ง	105	30	76.6	84.3555	82.3526	83.354	82.3516	79.4321	80.8918

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองใช้ข้าวกล้อง 2 สายพันธุ์คือข้าวหอมมะลิและข้าวขาวตาแห้งเพื่อศึกษาผลของไอน้ำที่มี ต่อการเกิดเจลาติไนเซชั่นและการดูดซึมน้ำของข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์

ผลของ ปริมาณการเกิดเจลาติไนเซชั่น (degree of gelatinization)จากการทำการทดลองเมื่ออุณหภูมิและเวลาต่างๆเพิ่มขึ้น DG(%)ของข้าวหอมมะลิและข้าวขาวตาแห้งก็จะเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และจากผลการเปรียบเทียบระหว่างข้าวหอมมะลิและข้าวขาวตาแห้งพบว่าข้าวขาวตาแห้งมีDG(%)สูงกว่า เนื่องจากในการวัดDG (%) นั้นเราทำการวัดโดยวัดจากค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร และ 620 นาโนเมตร จากนั้นจึงนำค่าที่ได้แทนลงสมการ ซึ่งได้จากการทำกราฟมาตราฐาน จึงได้เป็นค่า DG(%) ในการวัดการดูดกลืนแสงนั้นใช้ด่างคือ

โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 2 N ใส่ในสารละลายตัวอย่างที่จะทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่เติมลงไปนั้น จะละลายแป้งส่วนที่เกิดการเจลาติไนซ์เซชั่นจากแป้งดิบออกมา ซึ่งในข้าวขาวตาแห้งจะมีส่วนประกอบของอะไมโลสมากกว่าข้าวหอมมะลิ เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเจลาติไนเซชั่นได้ง่ายกว่าจากการหาปริมาณ DG(%) จึงสูงกว่าและเหตุนี้เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและระยะเวลานานขึ้น DG(%) จึงมีค่าสูงขึ้นและจากเปรียบเทียบ DG (%)ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร และที่ 620 นาโนเมตร ของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์พบว่าที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร จะมีค่ามากกว่าที่ 620 นาโนเมตร ไม่มากนัก จากการทดลองการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620nm ให้ผลที่ดีกว่าเนื่องจากให้ความชัดเจนสูงกว่าลดค่าการแตกต่างมากกว่าจึงสรุปได้ว่าความเหมาะสมในการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ให้ผลดีคือที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร จากการทดสอบทางสถิติปริมาณ DG(%) พบว่าปริมาณ DG(%) ของข้าวหอมมะลิและข้าวขาวตาแห้งจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และพบว่าอุณหภูมิจะมีผลต่อค่า DG (%) มากกว่าที่ระดับอุณหภูมิเดียวกัน ระยะเวลาที่เหมาะสม คือ เวลา 10-20 นาที แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปช่วง 20-30 นาที จะทำให้ค่า DG (%) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความชื่อมั่น 95 %

ผลของการดูดซึมน้ำ (Water Absorption)จากการทำการทดลองเมื่ออุณหภูมิและเวลาต่างๆ เพิ่มขึ้นค่าของการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95% และจากการเปรียบเทียบระหว่างข้าวหอมมะลิและข้าวขาวตาแห้งพบว่าข้าวหอมมะลิจะมีการดูดซึมน้ำมากกว่าเนื่องจากโครงสร้างของข้าวหอมมะลิประกอบด้วยส่วนอะไมโลเพคตินมากกว่าเมื่อได้รับความร้อนแป้งเกิดการพองตัวเม็ดแป้งจะเริ่มเกิดขึ้นบริเวณส่วนอสัญฐาน (amorphous)ของแป้งพันธะไฮโดรเจนจะอ่อนลง จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมาเกาะบริเวณอสัญฐานมากขึ้นจึงทำให้ปริมาณ WA(%) ของข้าวหอมมะลิมีค่าสูงกว่าข้าวขาวตาแห้ง และจากเหตุนี้เองเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลานานขึ้นค่าการดูดซึมน้ำของข้าวหอมมะลิและข้าวขาวตาแห้งก็จะเพิ่มมากขึ้นจากการทดสอบทางสถิติปริมาณ WA(%) พบว่า

ปริมาณ WA(%) ของข้าวหอมมะลิและข้าวขาวตาแห้งจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %และจะพบว่า ปริมาณ WA(%) ที่ระยะเวลา 10,20 นาที จะไม่ค่อยอิทธิพลต่อปริมาณ WA(%) มากนักแต่ในช่วงอุณหภูมิและระยะเวลา 20-30 นาที พบว่าปริมาณ WA(%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการดูความเหมาะสมในการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์ข้าวเพื่อการประหยัดพลังงานและได้คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ข้าวตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1.วุฒิชัย นาครักษา.2535.เทคโนโลยีธัญพืช .ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร.คณะเทคโนโลยีการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.198 หน้า.

2.ปราณี วราสวัสดิ์ .2534.เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ธัญพืช.ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะบริหารธุรกิจการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.กรุงเทพ ฯ.328 หน้า .

3. Abrahum,C.and Bernard,S.1967.Biochemistry.Fourth edition.edited by The Chemical Co,Ltd.427 p.

4.AOAC.1975.Official Method of Analysis.12 th. edtion.ed.by W.Horwitz,Association of Official Chemists ,Washington D.C.USA.327 p.

5. Brich,G.G. and R.J. Priestly.1973.Degree of GelatiniZation of Cooked Rice.Die stake. 25(3):98 -100.

6.Collison,R.1968. " Swelling and Gelation of Starches" In Starches and it Derivertivea,edited by J.A.Radley.London.England.324 p.

7. Datta,S.K.de.1981.Principles and Practices of Rice Production.John Wiley and Son.Inc, New York.USA,418 p.

8. Furia,T.E.1968.Handbook of Food Additives.The Chemical Rubber Co.Ltd,Ohio,USA.338 p.

9. Glickman,M.1969.Gum Technology in Food Industry.Academic Press Inc,New York.USA.364 p.

10. Guraya,W.S. and R.T. Toledo .1963.Determining Gelatinized Starch in a Dry StarchProduct. Journal of Food Science. 58(4):888-889,898.

11. Mitchell,G.A.1990.Methods of Starch Analysis.Starch/starke.42 (4): 131 - 134.

12. Whistler,R.L. and E.F. Paschall.1967.Starch Chemistry and Technology. Vol I and II.Academic Press Inc,New York.USA. 314 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การทำกราฟมาตราฐานในการหาปริมาณ DG(%)

ตารางผนวกที่1ก ตารางแสดงผลอัตราส่วนผสมระหว่างข้าว Standard กับ Sample ของข้าวหอมมะลิ (dry basis)

MC (%) Standard = 7.8519

MC (%) Sample = 11.2815

DG(%)	Standard	SAMPLE	MC(%) หลังผสม	dry basis
10	1.0852	10.1444	9.8487	0.2218
20	2.1704	9.0176	9.7365	0.2216
30	3.2556	7.8901	9.4294	0.2208
40	4.3408	6.763	9.1383	0.2201
50	504260	5.6358	9.0433	0.2199
60	6.5113	4.5086	8.6478	0.2189
70	7.5965	3.3815	8.6247	0.2189
80	8.6817	2.2543	8.3767	0.2183
90	9.7669	1.1272	7.9272	0.2172
100	10.8521	0	7.7803	0.2169

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางผนวกที่2ก</u> ตารางแสดงผลอัตราส่วนผสมระหว่างข้าว Standard กับ Sample ของข้าวขาวตาแห้ง (dry basis)

MC (%) Standard = 7.5622

MC (%) Sample = 12.0944

DG(%)	Standard	SAMPLE	MC (%) หลังผสม	dry basis
10	1.0818	10.2383	10.9975	0.2247
20	2.1636	9.1007	10.2358	0.2228
30	3.2454	7.9631	10.2012	0.2277
40	4.3272	6.8255	9.5963	0.2212
50	5.409	5.6879	9.4991	0.221
60	6.4909	4.5503	8.914	0.2196
70	7.5727	3.4128	8.2863	0.2181
80	8.6545	2.2752	8.2685	0.218
90	9.7363	1.1376	7.8194	0.2169
100	10.8181	0	7.1611	0.2154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่3ก ผลการทดลองแสดงค่าการดูดกลืนแสง (Asorbance) ของข้าวหอมมะลิ

DG(%)	600 nm			620nm		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
10	0.421	0.4	0.41	0.243	0.247	0.245
20	0.494	0.417	0.455	0.25	0.254	0.252
30	0.518	0.428	0.473	0.283	0.268	0.275
40	0.557	0.547	0.552	0.279	0.265	0.272
50	0.577	0.535	0.556	0.334	0.315	0.324
60	0.713	0.65	0.681	0.392	0.32	0.356
70	0.814	0.719	0.766	0.351	0.38	0.365
80	0.846	0.786	0.816	0.412	0.397	0.404
90	0.903	0.87	0.88	0.401	0.395	0.398
100	1.044	0.88	0.962	0.432	0.436	0.434

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่4ก ผลการทดลองแสดงค่าการดูดกลืนแสง (Asorbance) ของข้าวขาวตาแห้ง

DG(%)	600 nm			620nm		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
10	0.286	0.292	0.289	0.183	0.19	0.186
20	0.33	0.33	0.33	0.213	0.212	0.212
30	0.398	0.381	0.389	0.253	0.24	0.246
40	0.411	0.402	0.416	0.25	0.255	0.252
50	0.463	0.457	0.46	0.277	0.271	0.274
60	0.484	0.463	0.473	0.314	0.265	0.289
70	0.52	0.51	0.515	0.304	0.292	0.298
80	0.584	0.727	0.655	0.323	0.323	0.323
90	0.767	0.736	0.751	0.373	0.391	0.382
100	0.811	0.778	0.795	0.47	0.422	0.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่5ก ผลการทดลองแสดงค่า DG(%) ของข้าวหอมมะลิ

DG(%)	600 nm			620nm		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
10	20.39	17.3	18.77	17.75	19.41	18.58
20	31.15	19.8	25.37	20.66	22.32	21.49
30	34.68	21.43	28.05	34.36	28.13	31.04
40	40.43	38.95	39.69	32.7	26.88	29.79
50	43.37	37.18	40.28	55.54	47.65	51.38
60	63.403	54.12	58.69	79.63	49	64.165
70	78.28	64.28	71.21	62.6	74.64	68.41
80	82.99	74.16	78.57	87.93	81.7	84.61
90	91.39	86.53	88	83.36	80.87	82.12
100	112.11	88	100.04	96.24	97.89	97.07

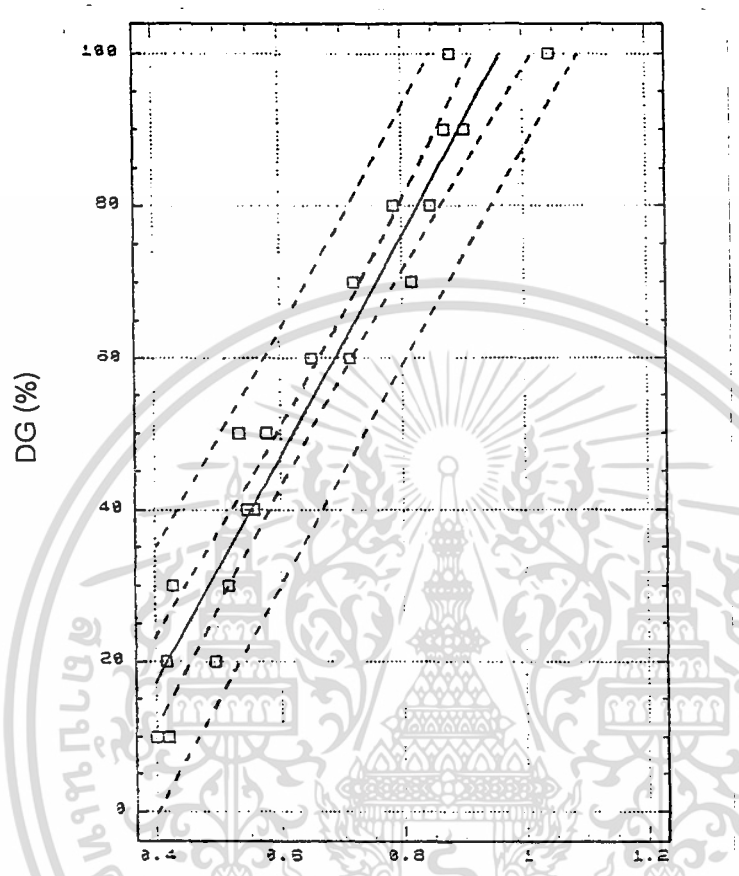
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางผนวกที่6ก</u> ผลการทดลองแสดงค่า DG(%) ของข้าวขาวตาแห้ง

DG(%)	600 nm			620nm		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
10	18.4344	19.44	18.28	15.57	18.12	16.66
20	25.7775	25.78	25.78	26.52	26.15	26.15
30	37.1258	34.29	35.62	41.11	36.37	38.56
40	39.2954	37.79	40.13	40.02	41.84	40.75
50	47.9734	46.97	47.47	49.87	47.68	48.78
60	51.4781	47.97	49.64	63.38	45.49	54.25
70	57.486	55.82	56.65	59.73	55.35	57.54
80	68.1668	92.03	80.02	66.06	66.66	66.66
90	98.7071	93.53	96.04	84.9	91.48	88.19
100	106.05	100.5428	103.38	120	102.79	111.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รูปที่ 4.11</u> กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณ DG (%) ของข้าวหอมมะลิที่ 600 นาโนเมตร



Standard Curve

ตัวอย่างข้าวหอมมะลิ

สมการ $Y = m x + c$

DG (%) = 147.2916 (OD) - 41.6159 เมื่อ $\alpha = 0.05$, $R^2 = 0.934$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7ก. การคำนวณทางสถิติของสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณ DG (%) ของข้าวหอมมะลิที่ 600 นาโนเมตร

Regression Analysis - Linear model : Y = a + b x

Dependent variable : DG (%)

Independent variable : OD

Parameter	Estimate	Standard Error	T value	Prob.Level
Intercept	- 41.616	6.29125	- 6.6149	.00000
Slope	147.292	9.21808	15.9768	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F - Ratio	Prob.Level
Model	15413.340	1	15413.340	255.31	0.00000
Error	1086.6602	18	60.3700		
Total (Corr.)	16500.00	19			

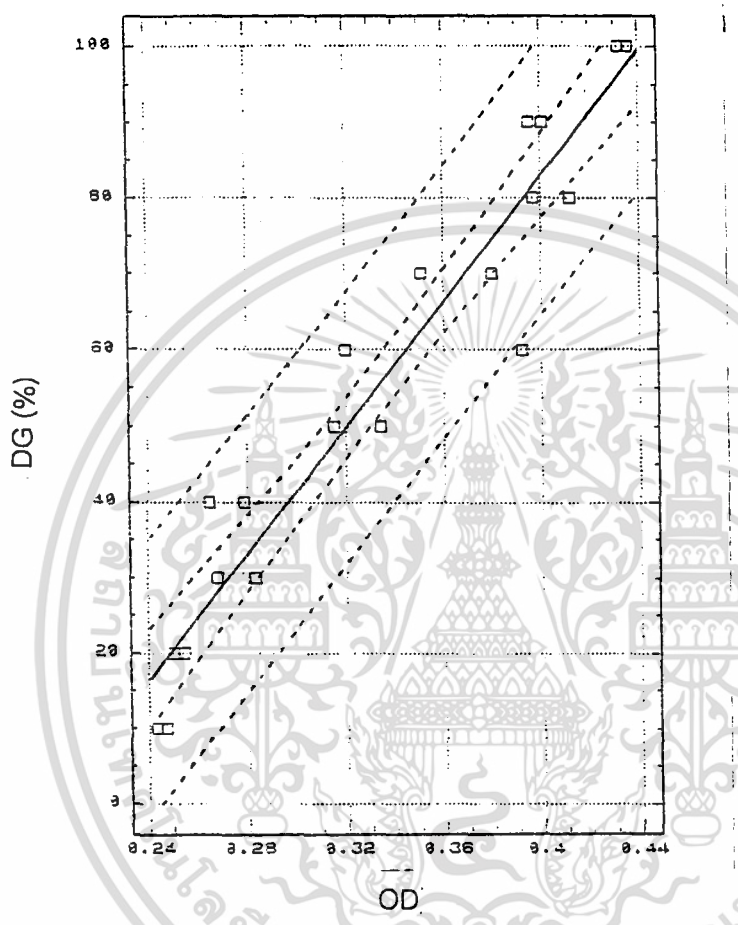
Correlation Coefficient = 0.96651

R - Square = 93.41

Stnd. Error of Est. = 7.76981

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รูปที่ 4.12</u> กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณ DG(%) ของข้าวหอมมะลิ 620 นาโนเมตร



Standard Curve

ตัวอย่างข้าวหอมมะลิ

สมการ $Y = m x + c$

DG (%) = 415.293 (OD) - 83.1679 เมื่อ $\alpha = 0.05$, $R^2 = 0.926$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8ก. การคำนวณทางสถิติของสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณ DG (%) ของข้าวหอมมะลิที่ 620 นาโนเมตร

Regression Analysis - Linear model : Y = a + b x

ependent variable : DG (%)

Independent variable : OD

Parameter	Estimate	Standard Error	T value	Prob.Level
Intercept	- 83.1679	9.37299	- 8.87314	0.00000
Slope	415.293	27.625	15.0322	0.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F - Ratio	Prob.Level
Model	15282.771	1	15282.771	226.00	0.00000
Error	1217.2286	18	67.6238		
Total (Corr.)	16500.000	19			

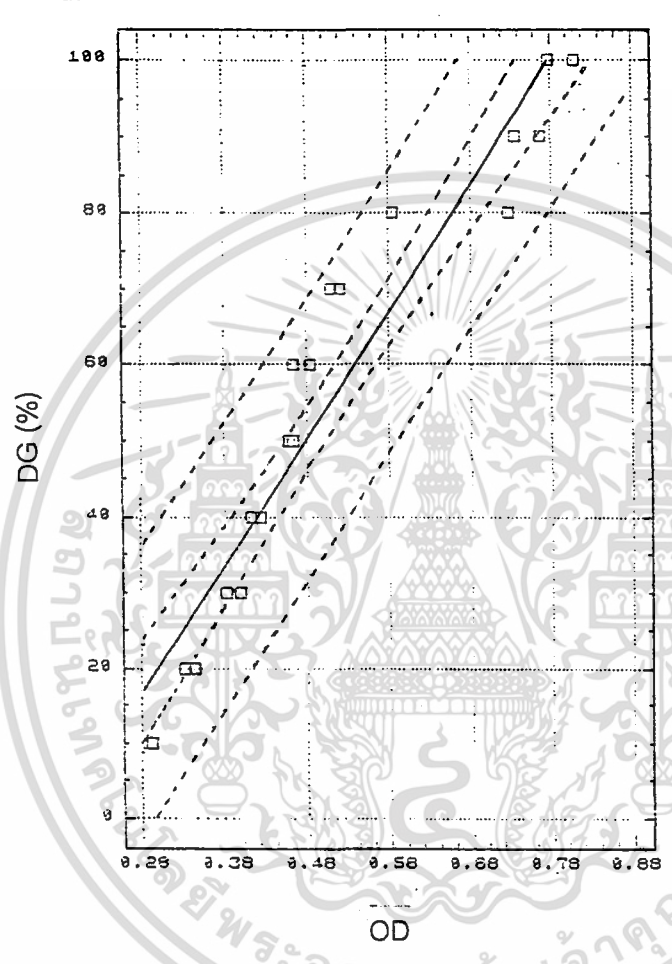
Correlation Coefficient = 0.962408

R - Square = 92.62

Stnd. Error of Est. = 8.22337

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณ DG(%)ของข้าวขาวตาแห้งที่ 600 นาโนเมตร



Standard Curve

ตัวอย่างข้าวขาวตาแห้ง

สมการ $Y = m x + c$

DG (%) = 166.887 (OD) - 29.7952 เมื่อ $\alpha = 0.05$, $R^2 = 0.920$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9ก. การคำนวณทางสถิติของสมการที่ใช้ในการคำนวณ DG(%) ของข้าวขาวตาแห้ง ที่ 600 นาโนเมตร

Regression Analysis - Linear model : Y = a + b x

Dependent variable : DG (%)

Independent variable : OD

Parameter	Estimate	Standard Error	T value	Prob.Level
Intercept	- 29.7952	6.19264	- 4.81139	0.00014
Slope	166.887	11.5913	14.3976	0.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F - Ratio	Prob.Level
Model	15181.699	1	15181.699	207.29	0.00000
Error	1318.3013	18	73.2390		
Total (Corr.)	16500.00	19			

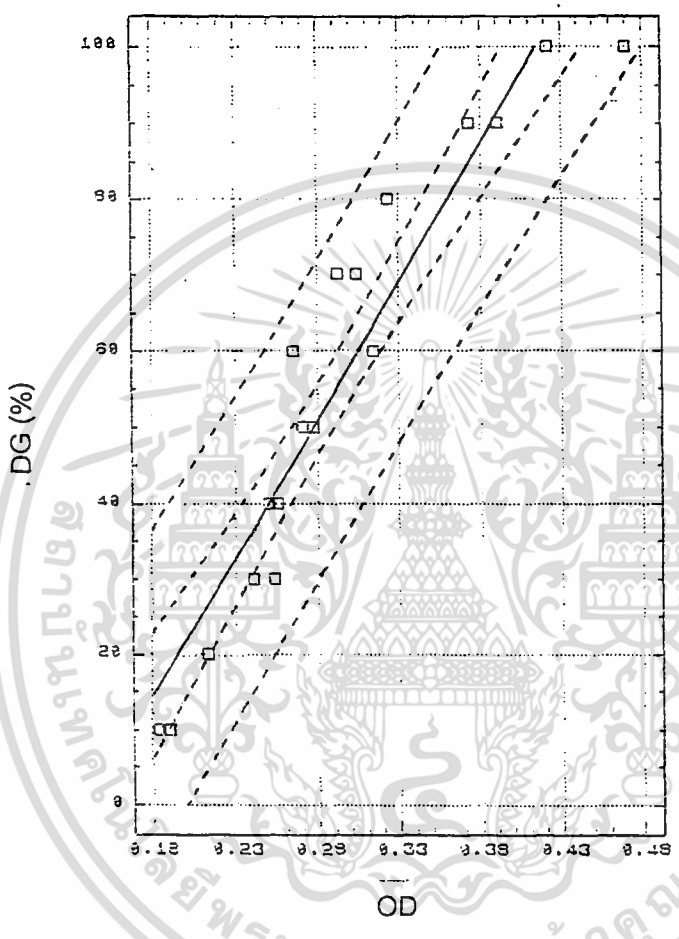
Correlation Coefficient = 0.95922

R - Square = 92.01

Stnd. Error of Est. = 8.55798

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รูปที่ 4.14</u> กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณ DG(%) ของข้าวขาวตาแห้งที่ 620 นาโนเมตร



Standard Curve

ตัวอย่างข้าวขาวตาแห้ง

สมการ $Y = m x + c$

DG (%) = 364.934 (OD) - 51.2142 เมื่อ $\alpha = 0.05$, $R^2 = 0.897$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10ก. การคำนวณทางสถิติของสมการที่ใช้ในการคำนวณ DG(%) ของข้าวขาวตาแห้ง ที่ 620 นาโนเมตร

Regression Analysis - Linear model : Y = a + b x

Dependent variable : DG (%)

Independent variable : OD

Parameter	Estimate	Standard Error	T value	Prob.Level
Intercept	- 51.2142	8.74844	- 5.85409	0.00002
Slope	364.934	29.1182	12.5329	0.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F - Ratio	Prob.Level
Model	14803.566	1	14803.566	157.07	0.00000
Error	1696.4342	18	94.2463		
Total (Corr.)	16500.00	19			

Correlation Coefficient = 0.947199

R - Square = 89.72

Stnd. Error of Est. = 9.70806

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีคำนวณความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการทดลอง

10 N KOH เตรียม 500 ml

M.W KOH = 39+16+1

$$= \frac{10*56*500}{1000}$$

= 280 g ปรับปริมาตร 500 ml

0.5 N HCL เตรียม 500 ml

จากสูตร $V = \frac{M\,M'\,*\,1000}{Pd}$

เมื่อ V = ปริมาตรกรดความเข้มข้นต้องการเตรียมเป็นสารละลาย (l)

M = ความเข้มข้นที่ต้องการเตรียม (mol / l)

M' = M.W

P = % ความเป็นกรดของ HCL (ระบุข้างขวด)

d = ความหนาแน่นของกรด

$$V = \frac{0.5 * 36.46 * 100}{37 * 1.19}$$

= 41.40 ml

ใช้ กรด 41.40 ปรับปริมาตร 1000 ml

หรือใช้กรด 20.70 ปรับปริมาตร 500 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์กรดูดซึมน้ำและเปอร์เซ็นต์การเกิดการเจลาติไนเซชั่น

1. การวิเคราะห์ทางสถิติโดยรวมของข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์

ตารางที่ 1ค. ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 600 nm ของข้าวทั้งสองชนิด

source	D.F	SS	MS	F ratio	F prob.
Between Group	17	6470.5758	380.6221	212.6465*	0.0000
Within Group	18	32.2187	1.7899		
Total	35	6502.7945			

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 2ค. ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 620 nm ของข้าวทั้งสองชนิด

source	D.F	SS	MS	F ratio	F prob.
Between Group	17	7236.9909	425.7053	71.7544*	0.0000
Within Group	18	106.7907	5.9328		
Total	35	7343.7816			

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 3ค. ค่าทางสถิติค่าการดูดซึมน้ำ WA(%) ของข้าวทั้งสองชนิด

source	D.F	SS	MS	F ratio	F prob.
Between Group	17	2772.0781	163.0634	17.7109	0.000
Within Group	18	165.7250	9.2069		
Total	35	2937.8031			

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4ค. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า WA(%) , DG(%) ของข้าวทั้งสองชนิด

ชนิดข้าว	ค่าเฉลี่ย (mean)		
	WA(%)	DG(%)(600nm)	DG(%)(620nm)
ม9510	78.30 ^{cde}	40.2755 ^{j}	37.0593 ^{h}
ข9510	65.0 ^{h}	41.7159 ^{hi}	38.9245 ^{h}
ม9520	83.0 ^{c}	58.9842 ^{ef}	52.2176 ^{f}
ข9520	69.8 ^{fgh}	58.4046 ^{f}	57.5147 ^{f}
ม9530	98.3 ^{a}	73.5661 ^{c}	70.0752 ^{c}
ข9530	73.30 ^{efg}	74.0085 ^{c}	69.9439 ^{c}
ม10010	68.3 ^{fgh}	43.8132 ^{h}	38.9282 ^{h}
ข10010	64.95 ^{h}	49.0586 ^{g}	45.1284 ^{g}
ม10020	74.95 ^{def}	61.7091 ^{e}	55.9552 ^{ef}
ข10020	74.90 ^{def}	67.4999 ^{d}	62.8276 ^{d}
ม10030	81.65 ^{cd}	74.8181 ^{c}	74.4358 ^{bc}
ข10030	80.0 ^{cde}	77.8468 ^{b}	75.4179 ^{bc}
ม10510	80.0 ^{cde}	47.0536 ^{g}	41.4200 ^{gh}
ข10510	66.6 ^{gh}	58.9052 ^{ef}	51.6972 ^{f}
ม10520	84.95 ^{bc}	67.2326 ^{d}	60.9387 ^{de}
ข10520	68.3 ^{fgh}	73.8416 ^{c}	69.9439 ^{c}
ม10530	90.0 ^{b}	77.3954 ^{bc}	75.8893 ^{b}
ข10530	74.9 ^{def}	83.9383 ^{a}	81.2568 ^{a}

a,b,c... คะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่อักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติจากตารางที่ 4ค.สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ที่อุณหภมิเดียวกันเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า DG(%) มีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ระยะเวลาที่ทำให้ค่า DG (%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คือ ช่วงระยะเวลา 10 - 20

นาที เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นที่ระดับต่าง ๆ แต่ที่ระยะเวลา 30 นาทีจะไม่มีผลทำให้ค่า DG (%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เช่น

ม 9510 = 40.64 ^{h}

ม 10010 = 44.14 ^{g}

ม 10510 = 48.01 ^{f}

แต่ที่เวลา 30 นาที จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เช่น

ม 9530 = 73.05 ^{c}

ม10030 = 74.70 ^{c}

ม10530 = 77.39 ^{bc}

2.จากการวิเคราะห์ทางสถิติค่า WA(%) ของข้าวทั้งสองชนิด

ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติได้ว่าค่านี้จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เช่น

ม9510 = 78.3 ^{cde}

ม10020 = 80.0 ^{def}

แต่ที่เวลา 30 นาที จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เช่น

ม9530 = 98.3 ^{a}

ม10030 = 81.65 ^{c}

ม10530 = 90.0 ^{b}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การวิเคราะห์ทางสถิติของข้าวกล้องแต่ละสายพันธุ์

ตารางที่ 5ค การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 600nm ของข้าวหอมมะลิ

source	D.F	SS	MS	F ratio	F prob.
Between Group	8	3133.5375	391.6922	232.9061*	0.0000
Within Group	9	15.1358	1.6818		
Total	17	3148.6734			

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 6ค การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 620 nm ของข้าวหอมมะลิ

source	D.F	SS	MS	F ratio	F prob.
Between Group	8	3167.4663	395.9333	305.0569	0.0000
Within Group	9	11.6811	1.2979		
Total	17	3179.1474			

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 7ค การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่าการดูดซึมน้ำ WA(%) ของข้าวหอมมะลิ

source	D.F	SS	MS	F ratio	F prob.
Between Group	8	1188.7278	148.5910	25.8794*	0.0000
Within Group	9	51.6750	5.7417		
Total	17	1240.4028			

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8ค การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า WA % และค่า DG(%) ของข้าวหอมมะลิ

ชนิดข้าว		ค่าเฉลี่ย (mean)	
	WA(%)	DG(%)(600nm)	DG(%)(620nm)
ม9510	78.30 de	40.6404 h	38.7200 g
ม9520	83.00 cd	58.1004 e	53.7756 e
ม9530	98.30 a	73.0500 b	70.9050 b
ม10010	68.30 f	44.1446 g	42.7950 f
ม10020	74.95 e	61.9668 d	57.7200 d
ม10030	81.65 cd	74.7000 b	74.0250 a
ม10510	80.00 cde	48.0100 f	44.5300 f
ม10520	84.95 bc	68.7650 c	61.9750 c
ม10530	90.00 b	78.2490 a	76.5050 a

a,b,c... คะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่อักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติของข้าวหอมมะลิสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1 . เมื่อพิจารณาการทดลองที่มีค่า DG(%) ที่มีค่าสูงตามที่ต้องการมีดังนี้

- ที่ 100 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที มีค่าเท่ากับ 74.7063 %
- ที่ 105 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที มีค่าเท่ากับ 48.01 %

ทั้งสองการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2. เมื่อพิจารณาการทดลองที่มีค่า WA(%) ที่ 60 - 80 % ซึ่งเป็นช่วงที่ทำให้มีปริมาณน้ำตามที่ต้องการ มีดังนี้

- ที่ 100 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที มีค่าเท่ากับ 81.65 %
- ที่ 105 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที มีค่าเท่ากับ 80.0 %
- ที่ 95 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที มีค่าเท่ากับ 78.30 %

ซึ่งทั้ง 3 การทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

เมื่อพิจารณาจากค่า DG(%) และ WA(%) สามารถสรุปได้ว่า สภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9ค การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 600nm ของข้าวขาวตาแห้ง

source	D.F	SS	MS	F ratio	F prob.
Between Group	8	2892.2199	361.5275	119.6477*	0.0000
Within Group	9	27.1944	3.0216		
Total	17	2919.4143			

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 10ค การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) ที่ 620 ของข้าวขาวตาแห้ง

source	D.F	SS	MS	F ratio	F prob.
Between Group	8	3103.9718	387.9965	65.4633 *	0.0000
Within Group	9	53.3424	5.9269		
Total	17	3157.3142			

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 11ค การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่าการดูดซึมน้ำ WA(%) ของข้าวขาวตาแห้ง

source	D.F	SS	MS	F ratio	F prob.
Between Group	8	435.27	54.4087	4.2935*	0.0217
Within Group	9	114.05	12.6722		
Total	17	549.32			

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12ค การวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า DG(%) และ WA (%)ของข้าวขาวตาแห้ง

ชนิดข้าว	ค่าเฉลี่ย (mean)		
	WA(%)	DG(%)(600nm)	DG(%)(620nm)
ข9510	65.00 ^{c}	43.18 ^{g}	40.47 ^{f}
ข9520	69.80 ^{bc}	56.82 ^{e}	52.42 ^{d}
ข9530	73.30 ^{ab}	73.63 ^{c}	70.49 ^{b}
ข10010	64.95 ^{c}	49.765 ^{f}	46.31 ^{e}
ข10020	74.90 ^{ab}	66.83 ^{d}	63.55 ^{c}
ข10030	80.00 ^{a}	77.72 ^{b}	75.42 ^{ab}
ข10510	66.60 ^{bc}	58.70 ^{e}	51.785 ^{de}
ข10520	68.30 ^{bc}	72.7505 ^{c}	70.21 ^{b}
ข10530	74.95 ^{ab}	83.227 ^{a}	80.16 ^{a}

a,b,c... คะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่อักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติของข้าวขาวตาแห้งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1 . เมื่อพิจารณาการทดลองที่มีค่า DG(%) ที่มีค่าสูงตามที่ต้องการมีดังนี้

- ที่ 105 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที มีค่าเท่ากับ 83.2270 %
- ที่ 100 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที มีค่าเท่ากับ 77.72 %

ทั้งสองการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2. เมื่อพิจารณาการทดลองที่มีค่า WA(%) ที่ 60 - 80 % ซึ่งเป็นช่วงที่ทำให้มีปริมาณน้ำตามที่ต้องการ มีดังนี้

- ที่ 100 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที มีค่าเท่ากับ 80 %
- ที่ 105 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที มีค่าเท่ากับ 75.95 %
- ที่ 100 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที มีค่าเท่ากับ 75.90 %
- ที่ 95 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที มีค่าเท่ากับ 73.3 %

ซึ่งทั้งสี่การทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อพิจารณาจากค่า DG(%) และ WA(%) สามารถสรุปได้ดังนี้

สภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ ที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

รองลงมาคือ ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายสมศักดิ์ ภักดีวราภรณ์ เกิดวันที่ 11 ตุลาคม 2517 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน เมื่อปี พ.ศ.2536 สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส.สาขาวิชา อาหารและโภชนาการ จากสถาบันเทคโนโยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ ฯเมื่อปี พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) คณะเทคโนโลยีการเกษตร เมื่อปี พ.ศ.2540

นายสุธี สุทธิรักษ์ เกิดวันที่ 5 พฤศจิกายน 2516 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเบญจมราชทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อปี พ.ศ.2535 สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส.สาขาวิชาเคมีสิ่งทอ จากสถาบันเทคโนโยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ ฯเมื่อปี พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) คณะเทคโนโลยีการเกษตร เมื่อปี พ.ศ.2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้