

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความสัมพันธ์ของปริมาณอะไมโลสที่ส่งผลกับลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก



T096774

จัดทำโดย

นางสาว ทวิพร บุญญลักษณ์ รหัสประจำตัว 44040911

นางสาว ตติยา ประสิทธิ์ รหัสประจำตัว 44040913

๗๗.

ท 181 ค

2547

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....96774

วัน,เดือน,ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



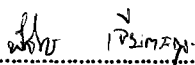
ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาณอะไมโลสที่ส่งผลกับลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก

จัดทำโดย

นางสาว ทวีพร บุญญลักษม์ รหัสประจำตัว 44040911
นางสาว ตติยา ประสิทธิ์ รหัสประจำตัว 44040913

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก


.....

..... / พ.ศ. 48 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(อ.พัศกร เจียรตระกูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวทวิพร บุญญลักษณ์ รหัสนักศึกษา 44040911, นางสาวตติยา ประสิทธิ์ รหัสนักศึกษา 44040913 สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร: ความสัมพันธ์ของปริมาณอะไมโลสที่ส่งผลกับลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก

ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณอะไมโลสในข้าวสารที่ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก โดยใช้ข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่มีอายุ 0, 7, 12 และ 24 เดือน สุพรรณบุรี 60 ที่มีอายุ 0 เดือน ชัยนาท 1 ที่มีอายุ 0 และ 24 เดือน ปริมาณอะไมโลสของข้าวสายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อยู่ในช่วง 19.48-20.67 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์สุพรรณบุรี 60 25.25 เปอร์เซ็นต์ และชัยนาท1 34.43-37.76 เปอร์เซ็นต์ ข้าวหุงสุกสามารถดูดน้ำได้เพิ่มขึ้นซึ่งแปรตามระยะเวลาในการหุง และปริมาณอะไมโลส ข้าวที่มีอะไมโลสสูงดูดน้ำในระหว่างการหุงได้มากกว่าข้าวที่มีอะไมโลสต่ำ ส่วนข้าวที่มีอะไมโลสต่ำ ดูดน้ำได้น้อย เมื่อสุกแข็ง ร่วน และมีความเหนียวมากกว่า ดังนั้นปริมาณอะไมโลสเป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการคาดคะเนลักษณะเนื้อ (texture) ของข้าวสุก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเหนียว ความนุ่ม และความเค็มมันของข้าวสุก อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าข้าวเก่าที่สุกแล้วจะร่วนกว่าแต่ก็ไม่ทำให้ปริมาณอะไมโลสเปลี่ยนแปลง

ทวิพร บุญญลักษณ์
(นางสาวทวิพร บุญญลักษณ์)

ตติยา ประสิทธิ์
(นางสาวตติยา ประสิทธิ์)
ลายมือนักศึกษา

พงษ์วิเชียร
(อาจารย์พัศกร เขียวตระกูล)
ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

1 / พ.ศ. / 48
วัน/เดือน/ปี

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะไมโลสที่ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์พัศกร เจียรตระกูลซึ่งได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษและกรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาในทุกเรื่อง รวมทั้งแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาที่ให้กำลังใจและกำลังทรัพย์ในการศึกษา และขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่คอยให้ความช่วยเหลือ

นางสาวทวิพร บุญญลักษณ์

นางสาวตติยา ประสิทธิ์

12 พฤษภาคม 2548



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตารางภาคผนวก	ช
สารบัญรูปภาพภาคผนวก	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทรรศน์	2
3. วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	16
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	18
5. สรุปผลการทดลอง	20
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก ก.	42
ภาคผนวก ข.	43
ภาคผนวก ค.	98

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. สารอาหารที่เป็นองค์ประกอบในข้าวขาว	6
2. คุณสมบัติที่แตกต่างกันของอะมิโลส และอะมิโลเพคติน	8
3. การจำแนกประเภทของข้าวตามปริมาณอะมิโลส	13
4. ความสัมพันธ์ระหว่างความคงตัวของแป้งสุกกัับระยะทางที่แป้งเคลื่อนที่	14
5. การแบ่งประเภทข้าวตามระดับอุณหภูมิแป้งสุก	14
6. แสดงผลการวัดขนาดของเมล็ดข้าว	20
7. แสดงค่าสีของเมล็ดข้าว	20
8. แสดงค่าความชื้นของเมล็ดข้าว	21
9. แสดงค่าปริมาณอะไมโลส	22
10. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ 0 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร	23
11. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ7 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร	24
12. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ12 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร	25
13. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ 24 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร	26
14. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวสุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ โดยปริมาตร	27
15. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัยนาท 1อายุ 0 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ โดยปริมาตร	28
16. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัยนาท 1 อายุ24 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร	29

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
17. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ 0 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม	30
18. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ 7 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม	31
19. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ12 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม	32
20. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ 24 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม	33
21. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวสุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน โดย วิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม	34
22. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัยนาท 1อายุ 0 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม	35
23. แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัยนาท 1อายุ 0 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม	36

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างพื้นฐานภายในเมล็ดข้าว	5
2 เม็ดสตาร์ชจากกล้องจุลทรรศน์แบบสแกนนิ่ง	6
3 เม็ดแป้ง และก้อนโปรตีนที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวเจ้า	7
4 โครงสร้างของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน	8
5 รูปกากบาทของเม็ดสตาร์ชเมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงโพลาไรส์	10
6 การพองตัวของข้าวหลังจากสุกแล้ว	13
7 แสดงลักษณะของเม็ดข้าวเมื่อสุกแล้ว	15
8 กระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา	17
9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละอะมิโลส กับปริมาณการดูดกลืนน้ำโดยที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ	38
10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละอะมิโลสกับความแข็งที่ เปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร	38
11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละอะมิโลสกับความแข็งที่ เปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม	39
12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละอะมิโลสกับความเหนียวที่ เปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร	39
13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละอะมิโลสกับความเหนียวที่ เปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม	40

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
ข.1 ข้อมูลผลการทดลองของการหาปริมาณความชื้นของข้าวสาร	46
ข.2 ข้อมูลแสดงปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่ระยะเวลาต่างๆ	48
ข.3 แสดงร้อยละการดูดน้ำของข้าวที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำต่างๆ โดยปริมาตร	55
ข.4 แสดงขนาดของเมล็ดข้าวสาร	62
ข.5 แสดงค่าการวัดสีของเมล็ดข้าวสาร	64
ข.6 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	71
ข.7 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	71
ข.8 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	72
ข.9 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	72
ข.10 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	73
ข.11 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	73
ข.12 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	74

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
ข.13 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	75
ข.14 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	75
ข.15 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	76
ข.16 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	76
ข.17 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	77
ข.18 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	77
ข.19 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	78
ข.20 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	79
ข.21 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	79

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
ข.22 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	80
ข.23 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	80
ข.24 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ที่ปริมาตรส่วนต่างๆ	81
ข.25 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ ปริมาตรส่วนต่างๆ	81
ข.26 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ ปริมาตรส่วนต่างๆ	82
ข.27 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ ระยะเวลาต่างๆของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน	83
ข.28 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ ระยะเวลาต่างๆของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน	83
ข.29 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ ระยะเวลาต่างๆของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน	84
ข.30 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ ระยะเวลาต่างๆของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน	84
ข.31 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ ระยะเวลาต่างๆของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน	85
ข.32 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ ระยะเวลาต่างๆของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 0 เดือน	85
ข.33 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ ระยะเวลาต่างๆของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 24 เดือน	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
ข.34 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน	87
ข.35 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน	87
ข.36 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน	88
ข.37 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน	88
ข.38 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน	89
ข.39 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 0 เดือน	89
ข.40 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 24 เดือน	90
ข.41 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหนียวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน	91
ข.42 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหนียวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน	91
ข.43 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหนียวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน	92
ข.44 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหนียวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน	92
ข.45 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหนียวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน	93
ข.46 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหนียวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 0 เดือน	93
ข.47 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหนียวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 24 เดือน	94
ข.48 Analysis of One-Way ANOVA ความยาวของเมล็ดข้าวสาร	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
ข.49 Analysis of One-Way ANOVA ความยาวของเมล็ดข้าวสาร	95
ข.50 Analysis of One-Way ANOVA ความยาวของเมล็ดข้าวสาร	96
ข.51 Analysis of One-Way ANOVA สีของเมล็ดข้าวสาร	96
ข.52 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละความชื้นของข้าวสารพันธุ์ต่างๆ	97
ข.53 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละความชื้นของข้าวสารพันธุ์ต่างๆ	97



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่	หน้า
ก.1 กราฟมาตรฐานร้อยละอะไมโลสกับค่าการดูดกลืนแสง	44
ค.1 การหาปริมาณอะไมโลสของสารละลายมาตรฐาน	98
ค.2 การเรียงเมล็ดข้าวเพื่อวัดเนื้อสัมผัส	98
ค.3 หัวคดทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร	98
ค.4-5 ข้าวที่นำมาหาปริมาณการดูดน้ำที่ระยะเวลาต่างๆ	99
ค.6 ข้าวขาวดอกมะลิ 105; 0 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2	99
ค.7 ข้าวขาวดอกมะลิ 105; 7 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2	99
ค.8 ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ; 12 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2	99
ค.9 ข้าวขาวดอกมะลิ 105; 24 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2	99
ค.10 ข้าวสุพรรณบุรี 60 ; 0 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2	100
ค.11 ข้าวชัยนาท 1; 0 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2	100
ค.12 ข้าวชัยนาท 1; 24 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2	100

บทที่ 1

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นอาหารสำคัญของคนเกือบครึ่งโลก 3 พันกว่าล้านคนในกว่า 200 ประเทศทั่วโลก ประเทศส่วนใหญ่ในทวีปเอเชียซึ่งบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักแต่ความนิยมหรือความชอบในการบริโภคข้าวสุกของแต่ละภูมิภาคก็แตกต่างกัน โยแลบเอเชียตะวันออกเฉียงเหนือหรือลักษณะเหนียวนุ่ม ส่วนทางเอเชียใต้นิยมข้าวสุกร่วนถึงค่อนข้างร่วน สำหรับประเทศไทยเราเองความชอบในการบริโภคก็มีความแตกต่างกัน โดยผู้บริโภคในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมบริโภคข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้าที่มีความเหนียวนุ่ม ส่วนภาคกลางและภาคใต้นิยมบริโภคข้าวสุกร่วนเป็นต้น

ปัจจุบันไทยมีข้าวหลายพันธุ์ ข้าวบางพันธุ์มีลักษณะเมล็ด สีของข้าวเปลือกใกล้เคียงกันคุณภาพหลังการหุงต้ม ใกล้เคียงกัน การจำแนกชนิดข้าวแบ่งตามลักษณะทางกายภาพและทางเคมีในเมล็ดข้าว คือ ส่วนประกอบอะไมโลสในข้าว อุณหภูมิที่แป้งสุก ความคงตัวของแป้ง การยึดตัวของเมล็ดเมื่อหุง

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสมบัติทางกายภาพของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105, ชัยนาท 1 และ สุพรรณบุรี 60
2. ศึกษาผลของปริมาณอะไมโลสที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก

ขอบเขตของการทดลอง

ศึกษาผลของปริมาณอะไมโลสในข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่มีต่อคุณภาพการหุงต้ม โดยทำการวัดทางเคมี ทางกายภาพและลักษณะเนื้อสัมผัส

ประโยชน์ที่ได้รับ

ทราบสมบัติของอะไมโลสที่ส่งผลต่อข้าวทางด้านเคมี ทางกายภาพและลักษณะเนื้อสัมผัส

บทที่ 2

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับข้าว

2.1.1 ข้าวเจ้า

ข้าวเป็นอาหารหลักของประชาชนในทวีปเอเชีย มีลักษณะเป็นเมล็ดที่มีขนาดและรูปร่าง ต่าง ๆ กันแต่ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่ ในสมัยก่อนเมื่อต้องการนำข้าวมาหุงเป็นอาหาร จะนำข้าวเปลือก มาตำในครกไม้ด้วยสากไม้ ใช้แรงคนเพื่อให้ได้เมล็ดข้าว ต่อมามีการพัฒนาเครื่องมือ จากครกไม้และ สากไม้มาเรื่อยๆ จนปัจจุบันเป็นโรงสีข้าวที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า ข้าว เปลือกที่นำไปสีนี้จุดประสงค์ เพื่อทำให้เปลือกที่หุ้มเมล็ดข้าวหลุดออก เปลือกข้าวนี้เรียกว่า แกลบ (husk หรือ hull) มีประโยชน์คือ นำไปทำปุ๋ย และใช้ในโรงงานทำอิฐ ส่วนเมล็ดข้าวที่หลุดออกมาจะมีเยื่อหุ้มสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลอ่อน เรียกว่า ข้าวกล้อง (natural brown rice) ข้าวกล้องเป็นข้าวที่ยังคงคุณค่าทางอาหารครบตามธรรมชาติ เมื่อนำข้าวกล้องมาตำอีกครั้ง เยื่อหุ้มเมล็ดข้าวจะหลุดออกจากเมล็ดข้าวพร้อมกับจมูกข้าว เยื่อที่หลุด ออกมานี้คือ รำข้าว (bran) มีประโยชน์คือนำไปสกัดเอาน้ำมันหรือใช้เลี้ยงสัตว์ ส่วนเมล็ดข้าวที่ขาวใส เรียกว่า ข้าวสาร (rice)

ข้าวเจ้าเป็นพืชตระกูลหญ้า (Family Gramineae) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* Linn . ลักษณะของผลเป็นผลเดี่ยวชนิดที่มีเปลือกหุ้มเมล็ด (covered caryopsis) เพาะปลูกกันมากในแถบ ทวีป เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในประเทศจีน ฟิลิปปินส์ อินเดีย เวียดนาม และ ไทย เป็นต้น (วุฒิชัย นาคกรักษา, 2535) มีหลายพันธุ์ได้แก่ พันธุ์อินดิกา (*O. sativa indica*) ปลูกมากในแถบมรสุม ซึ่งมีฝนตก ชุกและแสงแดดเพียงพอ และพันธุ์จาปอนิกา (*O. sativa japonica*) ปลูกในพื้นที่เขตอบอุ่น (กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2543)

การจำแนกประเภทข้าวเจ้า

ข้าวสามารถแบ่งตามชนิดต่างๆ โดยยึดหลักเกณฑ์การแบ่งเป็น 5 แบบ ดังต่อไปนี้คือ

1. การแบ่งตามลักษณะพื้นที่เพาะปลูก

1.1 ข้าวไร่ (Upland rice) คือข้าวที่ปลูกในบริเวณที่ดอนหรือที่น้ำท่วมไม่ถึงมักปลูกกันมากใน ภาคเหนือ ข้าวไร่ส่วนใหญ่จะเป็นข้าวพันธุ์เบา

1.2 ข้าวนาสวน (Lowland rice) คือ ข้าวที่ปลูกในที่ลุ่ม มีระดับน้ำไม่เกิน 80 cm

1.3 ข้าวนาเมืองหรือข้าวฟางลอย (deep water) เป็นข้าวที่ปลูกในที่ลุ่ม มีระดับน้ำตั้งแต่ 80

เซนติเมตร ขึ้นไปจนถึง 3 – 4 เมตร

2. การแบ่งตามวิธีการปลูก

2.1 ข้าวนาหยอด คือ ข้าวที่ปลูกโดยวิธีหยอดเมล็ดลงในหลุมที่เตรียมไว้

2.2 ข้าวนาดำ คือ ข้าวที่ปลูกโดยใช้กล้าที่เตรียมไว้ก่อน โดยนำมาปักดำลงในนาที่เตรียมพื้นที่ไว้แล้ว

2.3 ข้าวนาหว่าน คือ ข้าวที่ใช้เมล็ดหว่านลงในนาโดยตรง ซึ่งอาจเป็นข้าวเปลือกหรือข้าวที่ผ่านการเพาะในห้วงมาก่อนก็ได้

3. การแบ่งตามฤดูกาล

3.1 ข้าวนาปี เป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง จะออกดอกเฉพาะในช่วงที่มีช่วงแสงต่อวันตามความต้องการของพันธุ์ข้าวเท่านั้น

3.2 ข้าวนาปรัง เป็นข้าวที่ปลูกได้ตลอดทั้งปีโดยไม่ต้องรอฝนปลูกในนาที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำซึ่งอาจจะเป็นนาบริเวณริมแม่น้ำลำคลองหรือฝัมนาที่มีคลองส่งน้ำของกรมชลประทาน เพราะฉะนั้นจึงปลูกข้าวได้ปีละ 2 – 3 ครั้ง

4. แบ่งตามความยาวของเมล็ด

4.1 ข้าวเมล็ดสั้น (short grain) เป็นข้าวที่ปลูกกันมากในญี่ปุ่น เกาหลี และจีนตอนเหนือเป็นข้าวที่มีสีขุ่น หุงยาก เพราะเมล็ดจะติดกัน มียางมาก เหมาะที่จะนำมาทำข้าวห่อสำหรับอัดเป็นแท่งหรืออัดลงพิมพ์เป็นรูปต่าง ๆ หรือปั้นเป็นก้อน เช่น ข้าวปั้น

4.2 ข้าวเมล็ดปกติ (medium grain) เป็นข้าวที่ปลูกมากในเขตร้อน เช่น ประเทศไทย พม่า เวียดนาม อินเดีย มาเลเซีย เป็นข้าวที่เมื่อหุงสุกจะนุ่มแต่น้อยกว่าข้าวเมล็ดสั้น นิยมกินกับเนื้อและปลา

4.3 ข้าวเมล็ดยาว (long grain) เป็นข้าวที่มีราคาแพงเพราะใช้เวลาเพาะปลูกนาน การสีต้องใช้ต้นทุนสูง เมล็ดข้าวชนิดนี้เมื่อหุงจะมีลักษณะร่วนซุย ยังคงรูปเมล็ดแยกกันและนุ่ม เหมาะสำหรับทำข้าวผัด ข้าวผัดสเปน และอาหารที่มีข้าวเป็นส่วนผสม หรือข้าวที่จะกินกับข้าวแบบไทย

5. การแบ่งตามลักษณะเนื้อของข้าวที่หุงสุกแล้ว

การแบ่งแบบนี้จะใช้ปริมาณ อะมิโลสเป็นเกณฑ์ เพราะข้าวที่มีอะมิโลสสูงจะดูดน้ำและขยายปริมาตรในระหว่างการหุงต้มได้มากกว่าข้าวที่มีอะมิโลสต่ำซึ่งจะทำให้ข้าวสุกมีลักษณะที่บวมใสไม่เลื่อมมันข้าวเมื่อสุกจะแข็งและร่วน ส่วนข้าวที่มีอะมิโลสต่ำจะดูดน้ำและขยายตัวได้น้อยกว่า เมื่อสุกแล้วจะเหนียวและนุ่มกว่า สามารถแบ่งข้าวตามเกณฑ์นี้ได้เป็น 5 ชนิดคือ

5.1 ข้าวที่มีอะมิโลสต่ำมาก ประมาณร้อยละ 2 หรือไม่มีเลย ได้แก่ ข้าวเหนียวข้าวชนิดนี้เมื่อหุงสุกแล้วจะได้ข้าวที่มีลักษณะเหนียวติดมือมาก

5.2 ข้าวที่มีอะมิโลสร้อยละ 2 – 9 เป็นข้าวที่เมื่อหุงสุกแล้วจะเหนียวนุ่ม เมื่อสัมผัสจะติดมือปานกลาง จับตัวกันเป็นก้อนมาก เช่น ข้าวหอมมะลิ 105

5.3 ข้าวที่มีอะมิโลสร้อยละ 9 – 20 เป็นข้าวที่เมื่อหุงสุกแล้วจะเหนียวเหนอะหนะเล็กน้อยจับตัวกันเป็นก้อนได้ปานกลาง เป็นข้าวที่นิยมทานกันมากในประเทศญี่ปุ่น เกาหลี ใต้หวัน และจีนบางส่วน เช่น ข้าวขาวตาแห้ง

5.4 ข้าวที่มีอะมิโลสร้อยละ 20 – 25 เป็นข้าวที่เมื่อหุงสุกแล้วจะค่อนข้างร่วน จับตัวเป็นก้อนได้เล็กน้อย ได้แก่ข้าวพันธุ์ขาวปากหม้อ

5.5 ข้าวที่มีอะมิโลสร้อยละ 25 – 33 เป็นข้าวที่เมื่อหุงสุกแล้วจะร่วนมาก ไม่มีการจับตัวกันเลย ได้แก่ พันธุ์เหลืองประทิว

6.ลักษณะของเมล็ดข้าว

พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 สีเปลือก : สีฟาง
ความยาวข้าวกล้อง : 7.5 มิลลิเมตร
รูปร่างข้าวกล้อง : เรียว
ข้าวสุก : นุ่ม
ร้อยละอะมิโลส : 9-20

พันธุ์ข้าวชัยนาท 1 สีเปลือก : สีฟาง
ความยาวข้าวกล้อง : 7.7 มิลลิเมตร
รูปร่างข้าวกล้อง : เรียว
ข้าวสุก : ร่วนแข็ง
ร้อยละอะมิโลส : 20-25

พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 60 สีเปลือก : สีฟาง
ความยาวข้าวกล้อง : 7.5 มิลลิเมตร
รูปร่างข้าวกล้อง : เรียว
ข้าวสุก : นุ่ม
ร้อยละอะมิโลส : 25-33

2.1.1.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าวประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วนใหญ่ (รูปที่ 1) คือ เปลือกหุ้มเมล็ด (hull or husk) และส่วนของผล (caryopsis) ซึ่งเมื่อขัดสีเอาส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดออกแล้วจะเหลือส่วนผล ซึ่งส่วนผลนี้จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. เยื่อหุ้มผล (pericarp) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากเปลือกหุ้มเมล็ด ทำหน้าที่ห่อหุ้มเมล็ดไว้ ประกอบด้วยเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสที่มีเยื่อใย (fiber) สูง เป็นชั้นของเซลล์ที่ผนังเซลล์เรียบ เรียงกันตามขวาง มีความหนาประมาณ 10 ไมครอน และมักจะมีเม็ดสี (pigment) อยู่ด้วย ส่วนใหญ่เป็นเม็ดสีน้ำตาลแดงและสีดำ แบ่งได้อีก 3 ชั้น คือ

1.1 ชั้นนอกสุด (epicarp)

1.2 ชั้นกลาง (mesocarp)

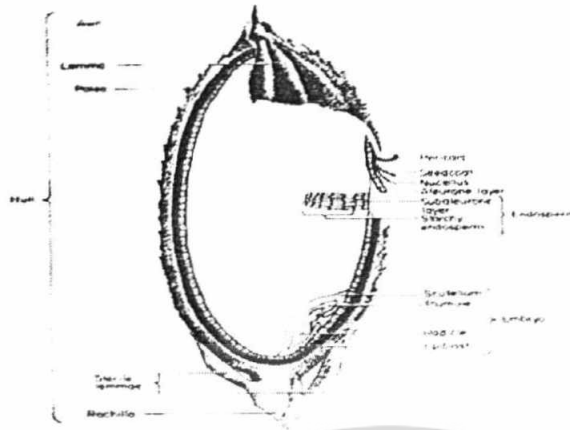
1.3 ชั้นใน (endocarp)

2. เปลือกหุ้มผล (seed coat or tegmen or testa) อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผลเข้าไป เป็นเนื้อเยื่อสองชั้น เรียงกัน ชั้นแรกโปร่งใส ชั้นที่สองมีเม็ดสีมาก เซลล์มีผนังบาง รูปยาว และเรียงตามขวาง ส่วนนี้ประกอบด้วยไขมันสูง

3. ชั้นอัลดูโรน (aleurone layer) เป็นเซลล์ที่มีผนังหนาเรียงต่อกันประมาณ 1 - 7 ชั้นหุ้มทั้งเมล็ด ประกอบด้วยโปรตีนและไขมันสูง

4. เอนโดสเปิร์ม (endosperm) เป็นส่วนที่มีแป้งอยู่สูงถึงร้อยละ 90 ในรูปของเม็ดแป้ง (starch granule) ที่อัดตัวกันแน่นเป็นรูปผลึกหลายเหลี่ยมขนาด 2 - 10 ไมครอน รวมเป็นสารประกอบแป้ง (starch compound) และในส่วนนี้ยังมีโปรตีนอยู่ในรูปของก้อนโปรตีน (protein body) แทรกอยู่ระหว่างเม็ดแป้ง (รูปที่ 3) ประมาณร้อยละ 8 - 10

5. คัพภะ หรือ เอมบริโอ (embryo) จะอยู่ด้านล่างของเมล็ด เป็นแหล่งของสาร อาหารจำพวก โปรตีน ไขมัน และวิตามินสูง ประกอบด้วยชั้นของเซลล์ต่าง ๆ ดังนี้ คือ สะคิวเทลลัม (scutellum) อีพิบลาสต์ (epiblast) ยอดอ่อน (plumule) รากอ่อน (radicle) เอมบริโอมักจะถูกขัดสีออกไปรวมอยู่กับชั้นอัลดูโรนทำให้สารอาหารหลายชนิดสูญเสีย (วุฒิชัย นาครักษา, 2535)



รูปที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานภายในเมล็ดข้าว

ที่มา : Juliano (1985)

2.1.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของข้าว

เมื่อนำข้าวเปลือกมาแกะเทาะเปลือกและขัดสีเอาส่วนของแกลบ และรำออกแล้ว จะได้ข้าวสารที่มีสีขาว ซึ่งเป็นส่วนของเอนโดสเปอร์มที่เราใช้บริโภค จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าสารอาหารในข้าวมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก รองลงมาได้แก่ โปรตีน ไขมัน เกลือ และเยื่อใย

ตารางที่ 1 สารอาหารที่เป็นองค์ประกอบในข้าวขาว

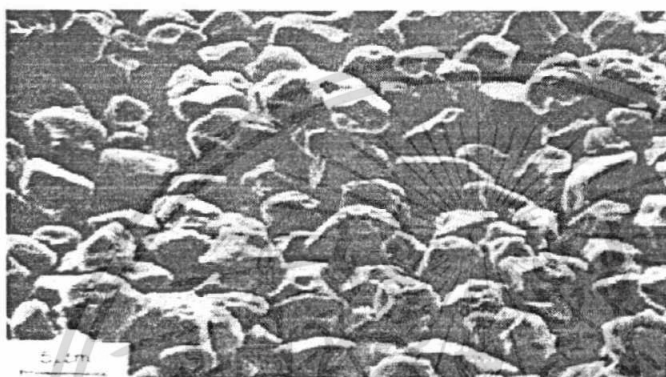
สารอาหาร	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	12.0
โปรตีน	6.7
ไขมัน	0.4
เยื่อใย	0.3
แป้ง	80.1
เกลือ	0.5

ที่มา : Kent (1983)

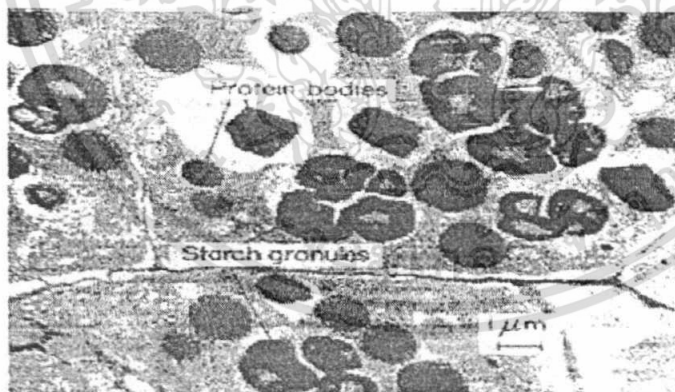
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2.1 คาร์โบไฮเดรต

จะสะสมอยู่ในรูปของสตาร์ช และ น้ำตาล รวมทั้งเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ซึ่งอยู่ในส่วนของเยื่อใย โดยแหล่งเกิดของสตาร์ชจะอยู่ในเมล็ดสตาร์ชซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดห้าเหลี่ยมขนาด 3-9 ไมครอน รวมกันเป็นกลุ่มอยู่ในอะมิโลพลาสต์ที่มีลักษณะกลมหรือรี โดยภายใน แต่ละอะมิโลพลาสต์ที่มีเม็ดสตาร์ชเกาะรวมกันอยู่ประมาณ 20 - 60 เม็ด และระหว่างเม็ดสตาร์ชจะมีกลุ่มโปรตีนแทรกอยู่เห็นเป็นร่องบนเม็ดสตาร์ช (รูปที่ 2 และ 3)



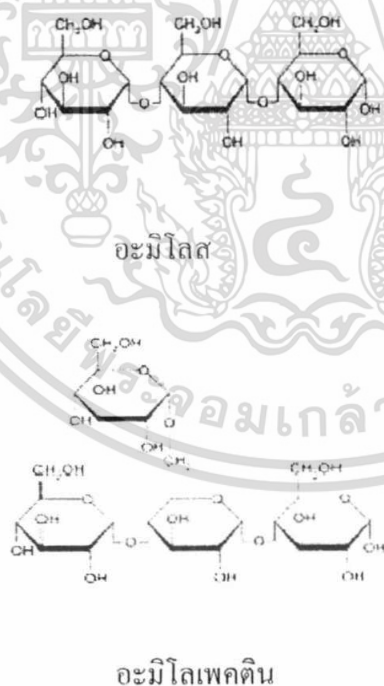
รูปที่ 2 เม็ดสตาร์ชจากกล้องจุลทรรศน์แบบสแกนนิ่ง
ที่มา : Juliano (1985)



รูปที่ 3 เม็ดแป้ง และก้อน โปรตีนที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวเจ้า
ที่มา : Luh (1980)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในเมล็ดสตรัซซ์ที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวจะประกอบด้วยอะมิโลส (amylase) ประมาณร้อยละ 12 – 35 และอะมิโลเพกติน (amylopectin) ร้อยละ 65 – 88 ซึ่งต่างก็เป็นน้ำตาลกลูโคสต่อกันเป็น โซ่ยาว แต่อะมิโลส จะเป็นโพลิเมอร์ชนิดที่มีโครงสร้างเป็นสายโซ่ตรง ประกอบด้วยกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วย พันธะแอลฟา 1,4 ไกลโคซิดิก ส่วนอะมิโลเพกตินจะมีโครงสร้างเป็นแบบกิ่ง หรือ สาขาประกอบด้วย กลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1,4 ไกลโคซิดิกในช่วงที่เป็นสายตรง และแอลฟา 1,6 ไกลโคซิดิกในช่วงที่เป็นกิ่งหรือสาขา (วุฒิชัย นาครักษา, 2536) (รูปที่ 4) ซึ่งอะมิโลส กับอะมิโลเพกตินจะมี คุณสมบัติที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2) ในข้าวแต่ละชนิดจะมีปริมาณอะมิโลส และอะมิโลเพกตินต่างกัน มีผลให้คุณภาพการหุงต้ม การรับประทาน และการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แตกต่างกันด้วย ข้าวที่มี อะมิโลสสูง เมื่อหุงต้มแล้วจะร่วนและแข็งกว่าข้าวที่มีปริมาณ อะมิโลสต่ำ อะมิโลสจะช่วยเพิ่ม ความสามารถในการดูดซึมน้ำของเมล็ดแป้ง และช่วยให้เมล็ดแป้งขยายตัวได้ดี (วิภา สุโรจนะเมธากุล, 2541) ส่วนองค์ประกอบที่เป็นน้ำตาลจะพบมากในส่วนของ กัปกะและรำข้าว น้ำตาลที่พบมากคือ ซูโครสนอกจากนั้นเป็น แรฟฟิโนส กลูโคส ฟรักโตส โดยพบว่าน้ำตาลทั้งหมดในกัปกะมีประมาณร้อยละ 8 – 25 ในรำมีประมาณร้อยละ 6.5 ในข้าวสารมีประมาณร้อยละ 0.52 และส่วนของเซลลูโลส เฮมิ เซลลูโลสและเพนโตเซนจะพบเฉพาะในส่วนของแกลบเท่านั้น(อรอนงกันยกุล,2532)



รูปที่ 4 โครงสร้างของอะมิโลสและอะมิโลเพกติน ที่มา : Oates (1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของอะมิโลส และอะมิโลเพคติน

อะมิโลส	อะมิโลเพคติน
1. ละลายน้ำได้น้อยกว่า	1. ละลายได้ดีกว่า
2. เมื่อต้มในน้ำจะหนืดข้นน้อยกว่าแต่จะข้นกว่า	2. จะหนืดข้นมากกว่าแต่ใส
3. ให้สีน้ำเงินกับสารละลายไอโอดีน	3. ให้สีแดงม่วงหรือน้ำตาลกับสารละลายไอโอดีน
4. ประกอบกันด้วยโมเลกุลกลูโคสที่ต่อกันเป็นเส้นตรงด้วยพันธะ α -1,4	4. โมเลกุลต่อกันคล้ายกิ่งไม้ด้วยพันธะ α -1,4 และ α -1,6
5. ประกอบด้วยกลูโคส 200 – 2000 หน่วย	5. ประกอบด้วยกลูโคสมากกว่า 10000 หน่วย
6. เมื่อให้ความร้อนและทิ้งไว้จะจับเป็นวุ้นและแผ่นแข็ง	6. ไม่จับตัวเป็นวุ้นและแผ่นแข็ง

ที่มา : วิชา สุโรจนะเมธากุล (2541)

สมบัติของสตาร์ชในข้าว

1. การเกิดเจลาตีในเซชัน (Gelatinization)

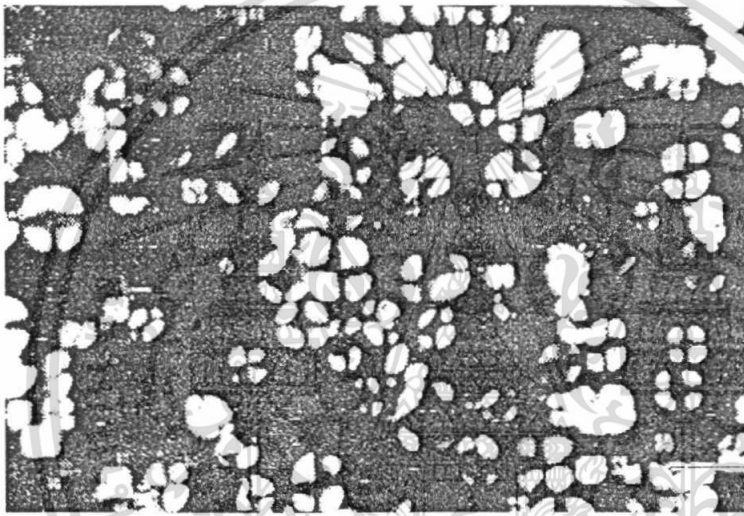
โมเลกุลของแป้งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมาก โดยโมเลกุลของแป้งยึดติดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน โดยปกติเม็ดแป้งจะไม่เปลี่ยนแปลงในน้ำเย็น แต่เมื่อนำส่วนผสมของเม็ดแป้งกับน้ำมาให้ความร้อน โครงสร้างของเม็ดแป้งจะเริ่มเปลี่ยนแปลง พันธะไฮโดรเจนจะคลายลง เม็ดแป้งจะค่อย ๆ ดูดซึมน้ำมากขึ้น เกิดการพองตัวยอมให้น้ำแทรกเข้าไปภายในส่วนที่เป็นอะมิโลสและ อะมิโลเพคติน จะเกิดการเคลื่อนที่และไหลออกมาภายนอกรวมอยู่กับน้ำ จึงทำให้ได้ของผสมที่มีความหนืดและใสมากขึ้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิถึง 78 องศาเซลเซียส เม็ดแป้งจะพองตัวอย่างรวดเร็วแรงยึดระหว่างโมเลกุลในเม็ดแป้งจะอ่อนแอลง เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนถูกทำลาย เม็ดแป้งจะดูดน้ำเข้าไปมากและเกิดการพองตัวแบบผันกลับไม่ได้ โครงสร้างของเม็ดสตาร์ชจะสลายตัวไป โดย อุณหภูมิของการเริ่มหนืดข้นของเม็ดแป้งข้าวเจ้าจะอยู่ระหว่าง 58 – 79 องศาเซลเซียส ซึ่งวัดได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบพิเศษ ซึ่งมีแท่งให้ความร้อนแก่เม็ดแป้งในน้ำบนแผ่นแก้วซึ่งวางบนแท่น และด้วยการมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงโพลาไรส์ เห็นการเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้ง ซึ่งเมื่อยังไม่ได้รับ ความร้อนจะเห็นเป็นรูปกลมหรือรี โดยมีรอยกากบาทเกิดจากการหักเหสองแนวเรียกว่า ไบรีฟรินเจนซ์ (birefringence) แต่พออุณหภูมิสูงขึ้น เม็ดแป้งจะพองตัวขึ้นจนในที่สุด จะมองไม่เห็นโครงร่างรูปกากบาท (รูปที่ 5) ซึ่งอุณหภูมินี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่าอุณหภูมิแป้งสุก (Gelatinization temperature) และเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเกิดเจลาตินในสั
เซชัน (Gelatinization)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลาตินในเซชัน

- 1) กรด มีผลทำให้เม็ดสตาร์ชดูดน้ำและพองตัวเร็วขึ้น ช่วยลดระยะเวลาในการเกิด
เจลาตินในเซชัน ให้แป้งเปียกที่มีความหนืดน้อยลง
- 2) เกลือ ชะลอการเกิดเจลาตินในเซชันของสตาร์ช และมีผลต่อความหนืดของสตาร์ช
- 3) ไขมัน กรดไขมันจะทำให้ความหนืดของสตาร์ชลดลงโดยยับยั้งการพองตัวของเม็ด
สตาร์ช



รูปที่ 5 รูปากภาพของเม็ดสตาร์ชเมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงโพลาไรส์
ที่มา : อรอนงค์ นัยวิกุล (2532)

2. การเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation)

เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายแป้งจนเม็ดแป้งพองตัวเต็มที่และแตกออก โมเลกุลของ
อะมิโลสจะกระจายออกมาในน้ำทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น เมื่อปล่อยให้เย็น โมเลกุลอะมิโลสที่อยู่ใกล้กัน
จะเข้ามาเรียงตัวจับกันเอง หรือ จับกับอะมิโลเพคตินด้วยพันธะไฮโดรเจน ระหว่างหมู่ ไฮดรอกซิลบน
โมเลกุลของสตาร์ชที่อยู่ใกล้กัน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการเกิดรีโทรเกรเดชันหรือการคืนตัวของสตาร์ช
จะได้โครงสร้างใหม่ที่สามารถอุ้มน้ำได้เรียกว่าเจล ถ้าปล่อยให้อุณหภูมิต่ำ ลงอีกจะเกิดการจัดเรียงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโครงสร้างดังกล่าวแน่นขึ้น ทำให้โมเลกุลของน้ำที่เคยจับกันอยู่ถูกบีบออกไปจากเซลล์ (syneresis) ความหนืดจะเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มของการตกผลึก

ผลของการเกิดรีโทรเกรชันต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์

- 1) ความหนืดเพิ่มขึ้น
- 2) ความทึบและความขุ่นเพิ่มขึ้น
- 3) เจลมีความคงตัวมากขึ้น
- 4) ผลิตภัณฑ์ที่ได้ละลายน้ำได้น้อยลงและมีความคงตัวดี
- 5) น้ำถูกบีบออกมานอกเจล

2.1.1.2.2 โปรตีน

โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีในเมล็ดข้าวมากเป็นที่สองรองจากคาร์โบไฮเดรต มักพบในส่วนของคัพภะประมาณร้อยละ 19 – 27 ของน้ำหนักของคัพภะ ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด โดยมีลิวซีน (Leucine) สูงที่สุด รองลงมาคือ วาลีน (Valine) และไลซีน (Lysine) ตามลำดับ

2.1.1.2.3 ไขมัน

ไขมันที่พบในเมล็ดข้าวจะอยู่ในลักษณะเป็นหยดกลม (lipid droplets) เป็นองค์ประกอบที่พบมากในคัพภะ รำหยาบ และรำละเอียด ตามลำดับ โดยไขมันส่วนใหญ่จะประกอบด้วยกรดไขมันชนิดต่าง ๆ เช่น กรดพาล์มิติก (palmitic acid) กรดโอเลอิก (oleic acid) และกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) เป็นต้น

2.1.1.2.4 วิตามิน

เป็นองค์ประกอบที่พบในส่วนของรำหยาบ รำละเอียด และคัพภะ ที่ได้จากการขัดสี ซึ่งเป็นแหล่งของวิตามินบี 1 และ วิตามินบี 2 และไนอะซิน

2.1.1.2.5 เกลือแร่

เป็นองค์ประกอบที่พบมากที่สุดในส่วนของแกลบ รองลงมาคือรำหยาบ คัพภะ และรำละเอียด ตามลำดับ โดยแร่ธาตุที่พบมากที่สุด ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม ซีลีเนียมและแคลเซียม

2.1.2 น้ำ

น้ำเป็นสารประกอบที่เป็นตัวทำละลายที่ดี โมเลกุลของน้ำประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอม จับกับออกซิเจน 1 อะตอมด้วยพันธะไฮโดรเจน ซึ่งมีแรงดึงดูดลักษณะอิเล็กโตรสแตติกต่ำคือ แยก แยก และรวมตัวกันใหม่ได้ง่าย ทำให้กระจายตัวและสามารถละลายสารทั้งประเภทอินทรีย์และ อนินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ น้ำตามธรรมชาติจะไม่บริสุทธิ์ตามลักษณะทางเคมี ด้วยเหตุผลดังกล่าวเมื่อนำน้ำ

มาใช้ทำผลิตภัณฑ์ จึงต้องคำนึงถึงชนิดของน้ำที่จะมีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้น (อำพร ทับปลา, 2544)

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพในการหุงต้มและการบริโภคข้าว

การหุงต้มข้าวทั้งเมล็ดมีจุดประสงค์เพื่อต้องการให้ข้าวอยู่ในสภาพที่ย่อยได้ง่ายขึ้น เนื่องจากเมื่อข้าวถูกความร้อน ความร้อนจะทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดข้าวแตกออก แป้งที่อยู่ในเมล็ดข้าวจะเปลี่ยนสภาพและสุกในที่สุดทำให้ข้าวมีกลิ่นหอมชวนกินข้าวแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการหุงต้มแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณอะมิโลส (amylose content)

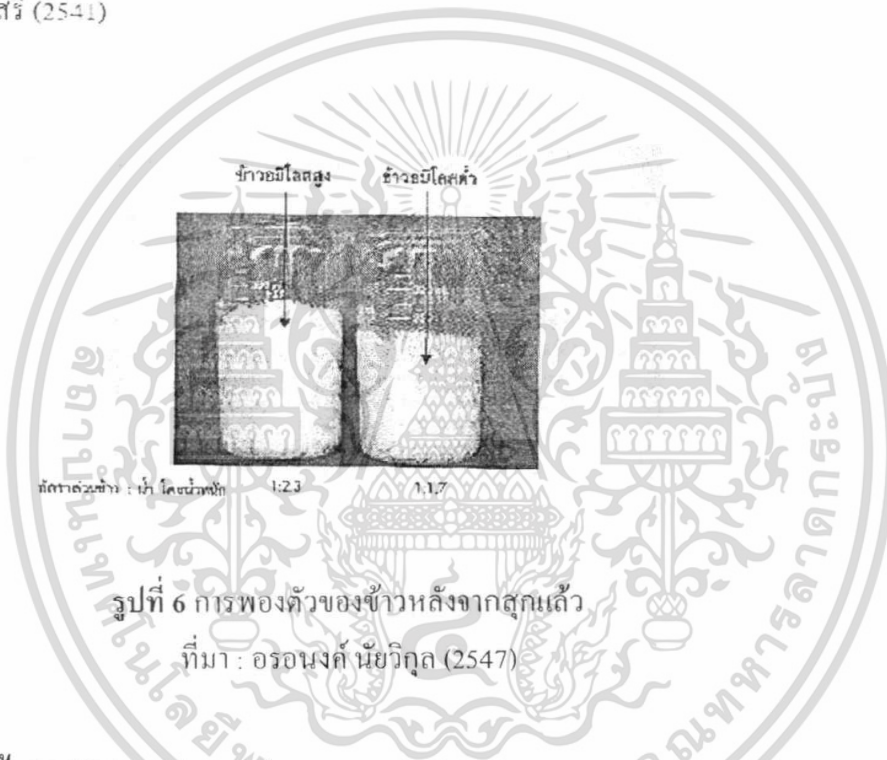
เมล็ดข้าวมีแป้งเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 90 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ อะมิโลส และอะมิโลเพกติน โดยอะมิโลสจะเป็นส่วนที่ทำให้ข้าวหุงสุกแล้วมีลักษณะร่วนแข็ง และเป็นรูปเมล็ด ส่วนอะมิโลเพกตินจะเป็นส่วนที่ส่งผลให้ข้าวเมื่อหุงสุกแล้วมีลักษณะเหนียว อัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติ แตกต่างกัน โดยข้าวพันธุ์ใดที่มีปริมาณอะมิโลสสูง เช่น ข้าวเจ้า เม็ดแป้งจะดูน้ำได้ช้า แต่เม็ดแป้งในข้าวเจ้าจะยังคงดูน้ำได้อีกหลังจากสุกแล้ว ทำให้เมล็ดข้าวพองตัวได้มาก มีลักษณะที่บวมใสไม่เลื่อมมัน ข้าวเมื่อสุกแล้วจะขึ้นหม้อและจะแข็งร่วน ส่วนข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ เช่น ข้าวเหนียว การดูน้ำจะดูได้สูงสุดเมื่อแป้งสุกเท่านั้น ดังนั้นเมื่อข้าวสุกแล้วจะมีลักษณะเหนียวนุ่ม ทั้งนี้เนื่อง จากอะมิโลสเมื่อต้มให้สุกแล้วตั้งทิ้งไว้จะมีคุณสมบัติคืนตัว (retrogradation) คือเปลี่ยนแปลงจากสภาพที่ละลายน้ำได้เป็นผลึกหรือของแข็ง ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ข้าวที่มีอะมิโลสสูง เมื่อหุงสุกแล้วจึงร่วนและแข็งกว่าข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ และการที่ข้าวไม่เหนียวติดกันจึงทำให้เกิดช่องอากาศมากขึ้น จึงทำให้การขยายปริมาตรของข้าวสุกเกิดขึ้นได้ดีกว่า

นอกจากนี้ปริมาณอะมิโลสยังมีผลต่อระยะเวลาในการสุกของข้าว ทั้งนี้เนื่องจากส่วนของ อะมิโลสที่เป็นองค์ประกอบในเม็ดแป้งมีการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบเหมือนผลึก จึงทำให้น้ำเข้าไปได้ยากในขณะที่ส่วนของอะมิโลเพกตินมีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ และสามารถดูน้ำได้ดี ดังนั้นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะใช้ระยะเวลาในการหุงต้มนานกว่าข้าวที่มีปริมาณ อะมิโลสต่ำ จึงมีการจำแนกประเภทของข้าวโดยอาศัยปริมาณอะมิโลสที่เป็นองค์ประกอบในเมล็ดข้าวได้ดังนี้(งามชื่น คงเสรี, 2541)

ตารางที่ 3 การจำแนกประเภทของข้าวตามปริมาณอะมิโลส

ประเภทข้าว	ปริมาณอะมิโลส (ร้อยละ)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0 – 2	เหนียวมาก
ข้าวอะมิโลสต่ำ	10 – 19	เหนียว
ข้าวอะมิโลสปานกลาง	20 – 25	เหนียวเล็กน้อย
ข้าวอะมิโลสสูง	25 – 34	ร่วน ค่อนข้าวแข็ง

ที่มา : งามชื่น คงเสรี (2541)



รูปที่ 6 การพองตัวของข้าวหลังจากสุกแล้ว

ที่มา : อรอนงค์ นัยวิกุล (2547)

2. ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency)

แม้ว่าปริมาณอะมิโลสจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวมีคุณภาพในการหุงต้มและการบริโภคแตกต่างกัน แต่ปริมาณอะมิโลสมิใช่ปัจจัยเดียวที่มีผลต่อคุณภาพในการหุงต้มและการบริโภคข้าว โดยในข้าวบางพันธุ์ที่มีปริมาณอะมิโลสใกล้เคียงกัน แต่คุณภาพในการหุงต้มและการบริโภคแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากแป้งสุกมีความคงตัวไม่เท่ากัน โดยพบว่าข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกต่ำ เมื่อหุงสุกแล้วจะมีลักษณะนุ่มและนุ่มกว่า สำหรับในการหาค่าความคงตัวของแป้งสุกทำได้โดยกาวิเคราะห์ทางที่น้ำแป้งสุกเคลื่อนที่ ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยค่าความคงตัวของแป้งสุกจะใช้ออกความแตกต่างของ

ข้าวสุกว่ามีลักษณะนุ่มหรือแข็ง ซึ่งใช้ได้เฉพาะข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงถึงร้อยละ 24 – 30 เท่านั้น แต่ถ้าข้าวมีปริมาณอะไมโลสต่ำหรือปานกลาง จะใช้ค่าความคงตัวของแป้งสุกบอกรูปร่างของข้าวสุกไม่ได้ เนื่องจากมีค่าใกล้เคียงกันมาก

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความคงตัวของแป้งสุกกับระยะทางที่แป้งเคลื่อนที่

ความคงตัวของแป้งสุก	ระยะทางที่แป้งเคลื่อนที่ (มิลลิเมตร)	ลักษณะข้าวสุก
สูง	27 – 35	แข็ง
ปานกลาง	36 – 49	แข็งปานกลาง
ต่ำ	≥ 50	อ่อนนุ่ม

ที่มา : Gloria and Perez (1973)

5. อุณหภูมิแป้งสุก (Gelatinization temperature)

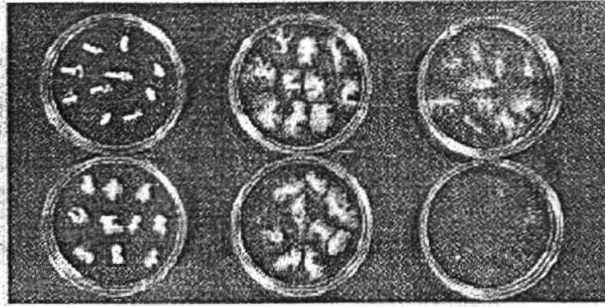
อุณหภูมิแป้งสุกคืออุณหภูมิที่ทำให้เม็ดแป้งเริ่มพองตัวในน้ำ ความร้อนจะทำลายพันธะระหว่าง โมเลกุลในบริเวณผลึก การดูดน้ำจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เม็ดแป้งขยายตัวเต็มที่ แป้งจะกลายเป็นเจลและเปลี่ยนจากลักษณะทึบแสงเป็น โปร่งใส (รูปที่ 8) อุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการหุงต้ม ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูงต้องใช้เวลาในการหุงต้มนานกว่าข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ โดยระดับอุณหภูมิแป้งสุกนี้สามารถจำแนกประเภทของข้าวได้ 3 ประเภท ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การแบ่งประเภทข้าวตามระดับอุณหภูมิแป้งสุก

อุณหภูมิที่เม็ดแป้งเกิดการเปลี่ยนแปลง (องศาเซลเซียส)	ประเภทอุณหภูมิแป้งสุก
ต่ำกว่า 65	ต่ำ
70 – 74	ปานกลาง
74.5 – 79	สูง

ที่มา : งามชื่น คงเสรี (2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิเม็กลูก	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
แป้งต้มสุกที่	> 74 °ซ	70-74 °ซ	< 74 °ซ

รูปที่ 7 แสดงลักษณะของเม็ลข้าวเมื่อสุกแล้ว

ที่มา : อรอนงค์ นัยวิกุล (2547)

4. กลิ่นหอมของข้าวสุก (Aroma)

เมื่อหุงข้าวสุกใหม่ๆ จะได้กลิ่นซึ่งเกิดจากสารระเหย ซึ่งมีประมาณ 84 ชนิด ได้แก่ ฟอรัลดีไฮด์ (formaldehyde) แอมโมเนีย (NH₃) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) กรดอะมิโน (amino acid) ที่มีพันธะ -SH และสารประกอบที่มีหมู่คาร์บอนิล ซึ่งจากการศึกษาพบว่า สารระเหยในข้าวเก่าประกอบด้วย เมทิลเอทิลคีโตน (methyl - ethylketone) อะเซตัลดีไฮด์ (acetaldehyde) อะซิโตน (acetone) เพนทานอล (pentanol) และ ส่วนข้าวหอมมะลิพบว่า เมื่อ หุงสุกใหม่ๆจะมีกลิ่นหอมของสารระเหย 2-acetyl-1-pyrroline (วุฒิชัย นาครักษา, 2535)

5. ปริมาณโปรตีน (Protein content)

โปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของเมล็ดข้าวจะอยู่ในลักษณะที่เป็นกลุ่ม (protein bodies) แทรกอยู่ตามเมล็ดแป้ง มีความหนาแน่นบริเวณขอบนอกเมล็ด และค่อยบางลงเมื่อเข้าไปถึงกลางเมล็ด เมื่อหุงต้มข้าว โปรตีน โดยเฉพาะส่วนที่อยู่นอกของเมล็ดจะเป็นตัวขัดขวางการดูดซับน้ำของเมล็ดแป้ง ทำให้เมล็ดแป้งพองตัวได้ยาก จึงเป็นผลทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการหุงต้มนานขึ้น และเมล็ดข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูงเมื่อหุงสุก ข้าวจะมีลักษณะแข็งและเหนียวกว่าข้าวที่มีปริมาณโปรตีนต่ำ (Hamaker, 1994)

6. อายุของข้าวสาร

ข้าวที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่ 3 – 4 เดือนมาแล้วจะเรียกว่าข้าวเก่าหากเมล็ดไม่ถูกแมลงทำลายในระหว่างการเก็บ การเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวเกิดขึ้นจากกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบในข้าวคือแป้ง ไขมัน และโปรตีน (รูปที่ 8) เช่น ปฏิกิริยาเติมออกซิเจน (oxidation reaction) ของไขมัน ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระและทำให้สารกลุ่ม carbonyl เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นสาบในข้าวเก่า กรดไขมันอิสระนี้จะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของอะไมโลสกลายเป็นสาร ประกอบกรดไขมัน – อะไมโลส และมีผลต่อการพองตัวของเมล็ดแป้ง ทำให้เนื้อสัมผัส (texture) ของข้าวสุกแข็งมากขึ้นและความเหนียวลดลงสำหรับส่วนของโปรตีนจะเกิดปฏิกิริยาเติมออกซิเจนกับกรดอะมิโน ทำให้มีผลต่อการพองตัวของเมล็ดแป้งเช่นเดียวกับกรดไขมัน นอกจากนี้ผลของปฏิกิริยาเติมออกซิเจน ยังทำให้สารระเหยที่ได้จากกรดอะมิโนที่มีรากคามะถันเป็นองค์ประกอบลดลง ทำให้กลิ่นข้าวเปลี่ยนไป นอกจากนี้ปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนด้วยกัน ทำให้เกิดปฏิกิริยา nonenzymatic browning และมีผลให้สีของข้าวคล้ำลง การเปลี่ยนแปลงต่างๆเหล่านี้ทำให้ข้าวเก่ามีคุณภาพการหุงต้มและข้าวสุกแตกต่างจากข้าวใหม่คือข้าวเก่าใช้ระยะเวลาในการหุงต้มนานกว่า มีความสามารถดูดน้ำ (water absorption) และขยายปริมาตร (volume expansion) ได้มากกว่าข้าวใหม่ ปริมาณน้ำที่ใช้แตกต่างไปจากข้าวใหม่ ในขณะที่ในน้ำข้าวจะมีของแข็ง (total solid) ลดลงและลักษณะข้าวสุกที่ได้จะแตกต่างกัน ข้าวเก่าเมื่อสุกจะร่วนและแข็งขึ้น กลิ่นหอมของข้าวลดลง ความคงตัวของเมล็ดจะเพิ่มมากขึ้นนอกจากนี้ข้าวเก่าจะมีสีคล้ำขึ้น ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ (non-enzymatic browning reaction) ส่วนข้าวใหม่ในการหุงต้มต้องใช้น้ำน้อย มิเช่นนั้นข้าวจะแฉะหรือละลายข้าวต้ม ข้าวใหม่ที่หุงต้มสุกจะเหนียวและค่อนข้างนุ่มแต่ไม่ค่อยขึ้นหม้อและแฉะง่าย

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุประสงค์

1. ข้าวสาร 3 สายพันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0,7,12,24 เดือน ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 0,24 เดือน ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน
2. น้ำเปล่า

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งชนิดละเอียด
2. เครื่องบดตัวอย่างละเอียด
3. โถดูดความชื้น (decicator) และถ้วยอลูมิเนียม (can) สำหรับหาความชื้น
4. Hot air oven
5. เคมีภัณฑ์ในการวิเคราะห์
6. เครื่องแก้วอื่นๆที่จำเป็น เช่น บีกเกอร์ ขวด กระบอกตวง และอื่นๆ
7. ตะแกรงตัมข้าวเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร
8. หม้อหุงข้าว SHARP รุ่น KSH-111ขนาด 1.1 ลิตร
9. Spectrophotometer spectro 22
10. เครื่องวัดสี Minolta CR-300 Japan
11. เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น TA-XT2i
12. แผ่นกระดาษ 12.7 ×13.97 เซนติเมตร

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพบางประการของวัตถุดิบ โดยวิธีการ

- ค่าความชื้น โดยวิธีของ AOAC (1995) ดังแสดงในภาคผนวก ก
 - สี โดยใช้เครื่อง Color meter Minolta CR-300 Japan ดังแสดงในภาคผนวก ก
 - ปริมาณอะไมโลส โดยวิธีของ Julimo (1971) ดังแสดงในภาคผนวก ก
- วัดขนาดเมล็ดข้าว

3.3.2 คุณภาพในการหุงต้ม

วิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ

โดยใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้าขนาด 1.1 ลิตร โดยใช้อัตราส่วนข้าวสารต่อน้ำ 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8 และ 2.0 โดยปริมาตรใช้ข้าวสาร 200 มิลลิลิตร รอให้ข้าวเย็นประมาณ 10 นาทีหลังจากนั้นนำค่าไปวัดด้วยเครื่อง Texture Analysis เพื่อดูลักษณะของข้าวหุงสุกและนำตัวอย่างข้าวสุกไปอบวัดความชื้นเพื่อหาปริมาณการดูดน้ำ

วิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม

นำข้าวสาร 20 กรัม ใส่กระบอกหลอดตาข่าย นำไปต้มในบีกเกอร์ขนาด 250 ml. ที่มีน้ำ 200 ml. นำไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิน้ำเดือด (ประมาณ 97 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 14, 16, 18, 20, 22 และ 24 นาที รอให้ข้าวเย็นประมาณ 10 นาที ชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเพื่อวัดปริมาณการดูดน้ำหลังจากนั้นนำค่าไปวัดด้วยเครื่อง Texture Analysis เพื่อดูลักษณะของข้าวหุงสุก

- วิเคราะห์ค่าความแข็งและความเหนียวของข้าวที่ทดลอง โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำและการเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.0 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncans เพื่อสรุปความสัมพันธ์ของปริมาณอะไมโลสต่อลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีต่อข้าวหุงสุก

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการวัดขนาดของเมล็ดข้าว

ตารางที่ 6 แสดงผลการวัดขนาดของเมล็ดข้าว

พันธุ์ข้าว	กว้าง	ยาว	หนา
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	1.6±0.087 ^a	7.2± 0.307 ^a	2.02±0.071 ^a
ข้าวสุพรรณบุรี 60	1.7±0.105 ^b	7.2± 0.431 ^a	2.00±0.058 ^a
ข้าวชัยนาท 1	1.7±0.121 ^b	7.5± 0.262 ^b	2.10±0.091 ^b

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ขนาดของเมล็ดข้าวที่ทำการวัดทั้ง 3 สายพันธุ์พบว่ามีความใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของความกว้าง 1.6-1.7 มิลลิเมตร ความยาว 7.2-7.5 มิลลิเมตร ความหนา 2.00-2.10 มิลลิเมตร

4.2 ผลการวัดสีของเมล็ดข้าว

ตารางที่ 7 แสดงค่าสีของเมล็ดข้าว

พันธุ์ข้าว	อายุข้าว(เดือน)	สีของเมล็ดข้าว		
		L	a	b
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	0	65.57 ±1.899 ^b	-1.03±0.103 ^a	7.87±0.378 ^b
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	7	62.96±2.313 ^a	-0.60±0.223 ^{cd}	10.84±0.690 ^d
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	12	67.20±1.576 ^{bc}	-0.49±0.407 ^d	9.38±0.702 ^c
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	24	67.52±1.423 ^c	-0.86±0.095 ^{ab}	7.97±0.445 ^b
ข้าวสุพรรณบุรี 60	0	70.33±1.932 ^d	-0.66±0.165 ^{bcd}	7.64±0.822 ^{ab}
ข้าวชัยนาท 1	0	70.83±2.032 ^d	-0.96±0.195 ^a	11.02±0.417 ^d
ข้าวชัยนาท 1	24	67.54±2.160 ^c	-0.70±0.106 ^{bc}	7.27±0.404 ^a

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวัดสีของเมล็ดข้าวสารพันธุ์ต่างๆ พบว่าค่าสีของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน กับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 0 เดือน ไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ ส่วนข้าวพันธุ์อื่นๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.3 ผลการตรวจสอบความชื้นของเมล็ดข้าว (moisture content)

ตารางที่ 8 แสดงค่าความชื้นของเมล็ดข้าว

พันธุ์ข้าว	อายุข้าวสาร(เดือน)	ร้อยละความชื้น
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	0	13.07±0.121 ^{bc}
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	7	16.91±0.070 ^f
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	12	14.29±0.425 ^e
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	24	13.38±0.311 ^c
ข้าวสุพรรณบุรี 60	0	12.61±0.066 ^a
ข้าวชัยนาท 1	0	12.84±0.098 ^{ab}
ข้าวชัยนาท 1	24	13.86±0.132 ^d

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการหาปริมาณความชื้นของข้าวพบว่าข้าวแต่ละพันธุ์ที่ทำการวัดมีค่าปริมาณความชื้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์โดยข้าวที่มีความชื้นต่ำที่สุดคือ ข้าวสุพรรณบุรี 60 ซึ่งมี ร้อยละความชื้นเท่ากับ 12.60

4.4 ผลการหาปริมาณอะไมโลส

ตารางที่ 9 แสดงค่าปริมาณอะไมโลส

พันธุ์ข้าว	อายุข้าวสาร(เดือน)	ร้อยละอะไมโลส
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	0	20.63 ^c
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	7	19.77 ^b
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	12	19.84 ^b
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	24	19.48 ^a
ข้าวสุพรรณบุรี 60	0	25.25 ^d
ข้าวชัยนาท 1	0	34.43 ^e
ข้าวชัยนาท 1	24	37.76 ^f

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการหาค่าปริมาณอะไมโลสของข้าวในแต่ละพันธุ์พบว่าปริมาณร้อยละ อะไมโลสที่ได้ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน กับ อายุ 12 เดือน มีร้อยละอะไมโลสไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ แต่สามารถแบ่งข้าวแต่ละพันธุ์ตามปริมาณอะไมโลสออกเป็น 3 แบบคือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวที่มีปริมาณร้อยละของอะไมโลสต่ำ ส่วนข้าวสุพรรณบุรี 60 เป็นข้าวที่มีปริมาณร้อยละของอะไมโลสปานกลางและข้าวชัยนาท 1 เป็นข้าวที่มีปริมาณร้อยละของอะไมโลสสูง

4.5 ผลของคุณภาพการหุงต้ม

4.5.1 วิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร

ตารางที่ 10 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ0 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร

อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ โดยปริมาตร	เวลาหุงสุก (นาที)	ปริมาณการดูดน้ำ (มิลลิลิตร)	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
(1:1.00)	10	49.46 ^a	69.0030 ^d	2.4806 ^b
(1:1.25)	12	56.46 ^b	62.4534 ^c	2.898 ^{ab}
(1:1.50)	16	57.27 ^b	51.8954 ^b	3.3951 ^a
(1:1.75)	16	64.31 ^c	44.9104 ^a	3.4796 ^{ab}
(1:2.00)	17	64.67 ^c	45.1094 ^a	3.6900 ^a

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ0 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.00 และ 1:1.25 ให้ผลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ เช่นเดียวกับที่อัตราส่วน 1:1.75 และ 1:2.00 ส่วนค่าความแข็งอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ 1:1.75 และ 1:2.00 ไม่แตกต่างกัน ค่าความเหนียวที่อัตราส่วน 1:1.25 และ 1:1.75 ไม่แตกต่างกันและ 1:1.50 1:2.00 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 11 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ7 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร

อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ โดยปริมาตร	เวลาหุงสุก (นาที)	ปริมาณการดูดน้ำ (มิลลิลิตร)	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
(1:1.00)	12	49.32 ^a	68.2988 ^d	1.9746 ^a
(1:1.25)	13	55.86 ^b	60.1346 ^c	1.3452 ^b
(1:1.50)	15	58.13 ^b	52.7254 ^b	1.1504 ^{bc}
(1:1.75)	17	57.82 ^b	45.7636 ^a	1.2026 ^{bc}
(1:2.00)	18	60.67 ^b	41.0090 ^a	0.7522 ^c

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร

หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ7 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.25, 1:1.50, 1:1.75 และ 1:2.00 ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ ส่วนค่าความแข็งอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ 1:1.75 และ 1:2.00 ไม่แตกต่างกันค่าความเหนียวที่อัตราส่วน 1:1.50 1:1.75 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 12 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ 12 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร

อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ โดยปริมาตร	เวลาหุงสุก (นาที)	ปริมาณการดูดน้ำ (มิลลิลิตร)	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
(1:1.00)	10	50.62 ^a	88.1168 ^d	2.9134 ^b
(1:1.25)	13	52.65 ^{ab}	73.5072 ^c	4.3564 ^a
(1:1.50)	14	59.64 ^{bc}	52.5404 ^b	2.7190 ^b
(1:1.75)	17	59.56 ^{bc}	53.0296 ^b	2.5098 ^b
(1:2.00)	18	66.62 ^c	48.3461 ^a	2.2012 ^b

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ12 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร จะเห็นว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.50และ 1:1.75 ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ ส่วนค่าความแข็งอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ 1:1.50 และ 1:1.75 ไม่แตกต่างกัน ค่าความเหนียวที่อัตราส่วน 1:1.00 ,1:1.50 ,1:1.75 และ 1:2.00ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 13 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ 24 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร

อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ	เวลาหุงสุก	ปริมาณการดูดน้ำ(ml)	ความแข็ง(N)	ความเหนียว(N)
(1:1.00)	11	48.29 ^a	63.0172 ^c	0.2128 ^d
(1:1.25)	13	57.41 ^a	81.9010 ^d	2.2318 ^c
(1:1.50)	15	59.64 ^{ab}	60.9702 ^{bc}	4.8206 ^a
(1:1.75)	17	61.41 ^{ab}	56.5768 ^b	3.5766 ^b
(1:2.00)	19	66.30 ^c	25.7067 ^a	2.2168 ^c

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ105 อายุ 24 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.00 และ 1:1.25 ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เช่นเดียวกับอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ 1:1.50 และ 1:1.75 ไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าความแข็งทุกอัตราส่วนข้าวต่อน้ำแตกต่างกัน ค่าความเหนียวที่อัตราส่วน 1:1.25 และ 1:2.00 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 14 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวสุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร

อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ โดยปริมาตร	เวลาหุงสุก (นาที)	ปริมาณการดูดน้ำ (มิลลิลิตร)	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
(1:1.00)	10	48.81 ^a	110.2454 ^b	3.8536 ^a
(1:1.25)	12	52.13 ^b	107.3022 ^b	2.7348 ^b
(1:1.50)	15	59.51 ^c	82.9546 ^a	2.3084 ^{bc}
(1:1.75)	17	61.93 ^{cd}	81.8462 ^a	2.6274 ^{bc}
(1:2.00)	18	63.20 ^d	83.0258 ^a	1.8824 ^c

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร

หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวสุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่หุงทุกอัตราส่วนให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ ส่วนค่าความแข็งข้าวที่อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.00, 1:1.25 ให้ผลไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ 1:1.50, 1:1.75 และ 1:2.00 ไม่แตกต่างกัน ค่าความเหนียวที่ทุกอัตราส่วนให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 15 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัชนาท 1 อายุ 0 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร

อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ โดยปริมาตร	เวลาหุงสุก (นาที)	ปริมาณการดูดน้ำ (มิลลิลิตร)	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
(1:1.00)	11	47.44 ^a	129.2026 ^b	0.7378 ^a
(1:1.25)	13	51.58 ^b	124.0968 ^b	0.7094 ^b
(1:1.50)	15	56.67 ^c	119.7326 ^b	0.4134 ^{ab}
(1:1.75)	17	62.12 ^d	94.6346 ^a	0.4152 ^b
(1:2.00)	18	62.83 ^d	99.2840 ^a	0.7094 ^a

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัชนาท 1 อายุ 0 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.75 และ 1:2.00 ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 ส่วนค่าความแข็งอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ 1:1.00, 1:1.25 และ 1:1.50 ไม่แตกต่างกัน ส่วนที่อัตราส่วน 1:1.75 และ 1:2.00 ไม่แตกต่างกัน ค่าความเหนียวที่อัตราส่วน 1:1.00 และ 1:2.00 ไม่แตกต่างกัน 1:1.25 และ 1:1.75 ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 16 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัชนาท 1 อายุ 24 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร

อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ โดยปริมาตร	เวลาหุงสุก (นาที)	ปริมาณการดูดน้ำ (มิลลิลิตร)	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
(1:1.00)	10	53.77 ^a	90.1196 ^d	1.3756 ^a
(1:1.25)	13	57.79 ^b	70.6592 ^c	0.5852 ^b
(1:1.50)	14	62.27 ^c	44.5708 ^a	0.5990 ^b
(1:1.75)	15	64.95 ^c	52.2706 ^{ab}	0.3836 ^b
(1:2.00)	19	65.68 ^c	55.4604 ^b	0.5174 ^b

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัชนาท 1 อายุ 24 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.50, 1:1.75 และ 1:2.00 ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 ส่วนค่าความแข็งอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ทุกอัตราส่วนให้ผลแตกต่างกัน ค่าความเหนียวที่อัตราส่วน 1:1.25, 1:1.50, 1:1.75 และ 1:2.00 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

4.4.2 วิธีการเปลี่ยนแปลงเวลา

ตารางที่ 17 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม

เวลาหุงต้ม (นาทีก)	ร้อยละปริมาณการ ดูดน้ำ	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
14	49.5287 ^a	55.8336 ^e	1.7374 ^a
16	50.9325 ^a	48.8796 ^d	2.3874 ^{ab}
18	58.1417 ^b	35.1556 ^c	2.0254 ^{ab}
20	61.1044 ^{bc}	33.717 ^{bc}	2.1902 ^{ab}
22	63.9383 ^c	31.0334 ^b	1.8456 ^{ab}
24	73.4323 ^d	24.4144 ^a	1.6762 ^b

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่ใช้เวลาหุง 14 และ 16 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความแข็งทุกเวลาที่ใช้ให้ผลแตกต่างกัน ค่าความเหนียวเวลาที่ใช้หุงที่ 16, 18, 20 และ 22 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 18 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม

เวลาหุงต้ม (นาที)	ร้อยละปริมาณการ ดูดน้ำ	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
14	37.5292 ^a	75.9202 ^d	0.8008 ^a
16	44.7969 ^b	71.0006 ^c	0.8166 ^a
18	52.9123 ^c	55.5524 ^b	1.0126 ^a
20	56.1562	51.9072 ^a	0.9856 ^a
22	63.7550 ^c	50.688 ^a	0.8336 ^a
24	72.0421 ^f	56.3838 ^b	0.5256 ^b

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่ใช้เวลาหุงทุกค่า ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความแข็งเวลาที่ใช้หุงที่ 20 และ 22 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเหนียวเวลาที่ใช้หุงที่ 14 , 16 , 18 , 20 และ 22 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 19 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม

เวลาหุงต้ม (นาที)	ร้อยละปริมาณการ ดูดน้ำ	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
14	35.5482 ^a	82.2764 ^c	0.4476 ^d
16	44.3740 ^b	61.9794 ^b	1.0958 ^c
18	49.9363 ^{bc}	57.7524 ^b	1.448b ^c
20	56.2286 ^{cd}	44.1742 ^a	1.9066 ^{ab}
22	56.2286 ^d	44.6748 ^a	1.5846 ^{ab}
24	66.8655 ^e	39.0466 ^a	2.0258 ^a

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่ใช้เวลาหุงทุกค่า ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 ส่วนค่าความแข็งเวลาที่ใช้หุงที่ 16 และ 18 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ และที่เวลาหุง 20 และ 22 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ค่าความเหนียวเวลาที่ใช้หุงที่ 16 และ 18 และที่ 20 และ 22 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 20 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน โดยวิธีการ
เปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม

เวลาหุงต้ม (นาทีก)	ร้อยละปริมาณการ ดูดน้ำ	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
14	44.5021 ^a	75.2940 ^c	1.695 ^{bc}
16	50.7954 ^{ab}	63.0094 ^d	1.4206 ^c
18	58.2522 ^{bc}	46.331 ^c	1.6526 ^{bc}
20	63.5769 ^{cd}	35.6954 ^b	2.2348 ^a
22	69.4705 ^{de}	28.4554 ^a	1.8240 ^b
24	75.4064 ^e	30.2178 ^a	1.8522 ^b

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร
หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน โดยวิธีการ
เปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่ใช้เวลาหุงทุกค่า ให้ผล
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความแข็งเวลาที่ใช้หุงที่ 22 และ
24 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเหนียวเวลาที่ใช้
หุงที่ 1 และ 18 และที่ 22 และ 24 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95
เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 21 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวสุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม

เวลาหุงต้ม (นาที)	ร้อยละปริมาณการ ดูดน้ำ	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
14	43.6994 ^a	95.9446 ^c	0.9886 ^a
16	51.7053 ^b	63.7928 ^b	1.4086 ^a
18	56.2874 ^{bc}	64.1312 ^b	1.0142 ^a
20	61.5790 ^{cd}	67.4474 ^b	1.2806 ^a
22	67.0236 ^{de}	40.4143 ^a	0.9965 ^a
24	73.5300 ^e	38.9434 ^a	1.1394 ^a

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวสุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่ใช้เวลาหุงทุกค่า ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 ส่วนค่าความแข็งเวลาที่ใช้หุงที่ 14, 16 และ 18 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์เช่นเดียวกับที่เวลา 22 และ 24 นาที ค่าความเหนียวทุกเวลาที่ใช้หุง ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 22 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัชนาท 1 อายุ 0 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม

เวลาหุงต้ม (นาที)	ร้อยละปริมาณการ ดูดน้ำ	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
14	32.4194 ^a	123.0988 ^e	0.469 ^a
16	35.6502 ^a	105.4408 ^d	0.3386 ^a
18	41.2850 ^b	85.9782 ^c	0.354 ^a
20	43.1552 ^b	63.8134 ^a	0.3344 ^a
22	51.9974 ^c	74.9748 ^b	0.4448 ^a
24	55.4878 ^c	59.6028 ^a	0.13564 ^a

หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัชนาท 1 อายุ 0 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่ใช้เวลาหุงที่ 14 และ 16 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับที่เวลา 18 , 20 นาที และ 22 , 24 นาที ส่วนค่าความแข็งเวลาที่ใช้หุงที่ 20 และ 24 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเหนียวทุกเวลาที่ใช้หุงให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

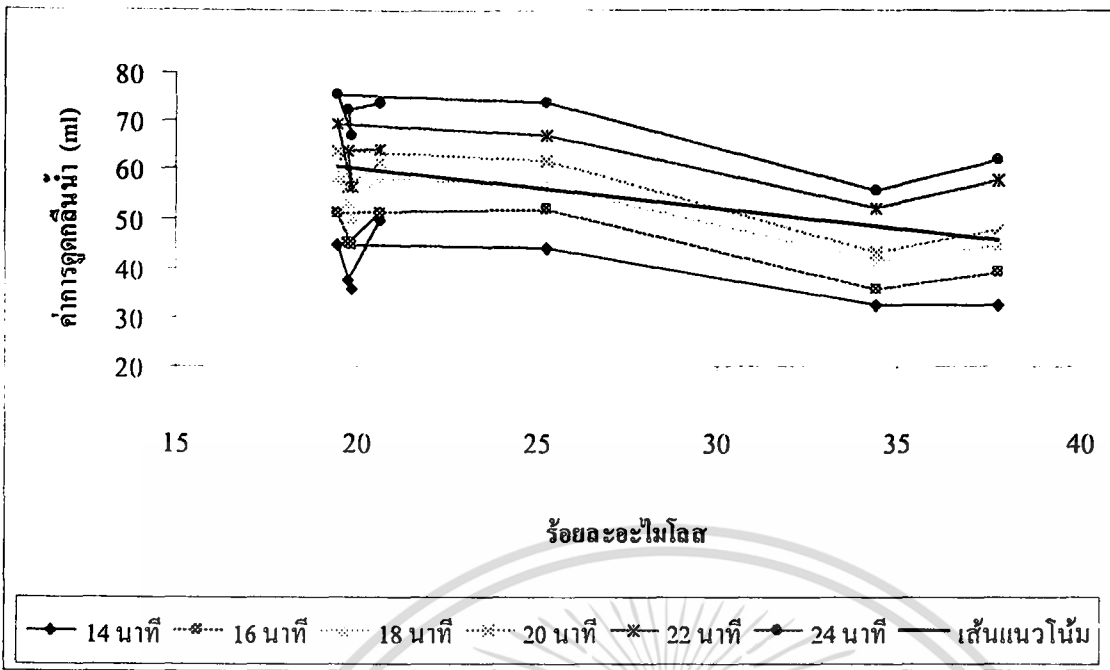
ตารางที่ 23 แสดงผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัชนาท 1 อายุ 24 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม

เวลาหุงต้ม (นาที)	ร้อยละปริมาณการ ดูดน้ำ	ความแข็ง (N)	ความเหนียว (N)
14	32.4609 ^a	86.5712 ^c	0.7062 ^a
16	39.0098 ^{ab}	101.7534 ^d	0.6006 ^a
18	44.5551 ^{bc}	87.4814 ^c	0.6428 ^a
20	47.8343 ^c	75.9422 ^b	0.6612 ^a
22	57.5328 ^d	63.0222 ^a	0.692 ^a
24	62.0456 ^d	61.2382 ^a	0.6974 ^a

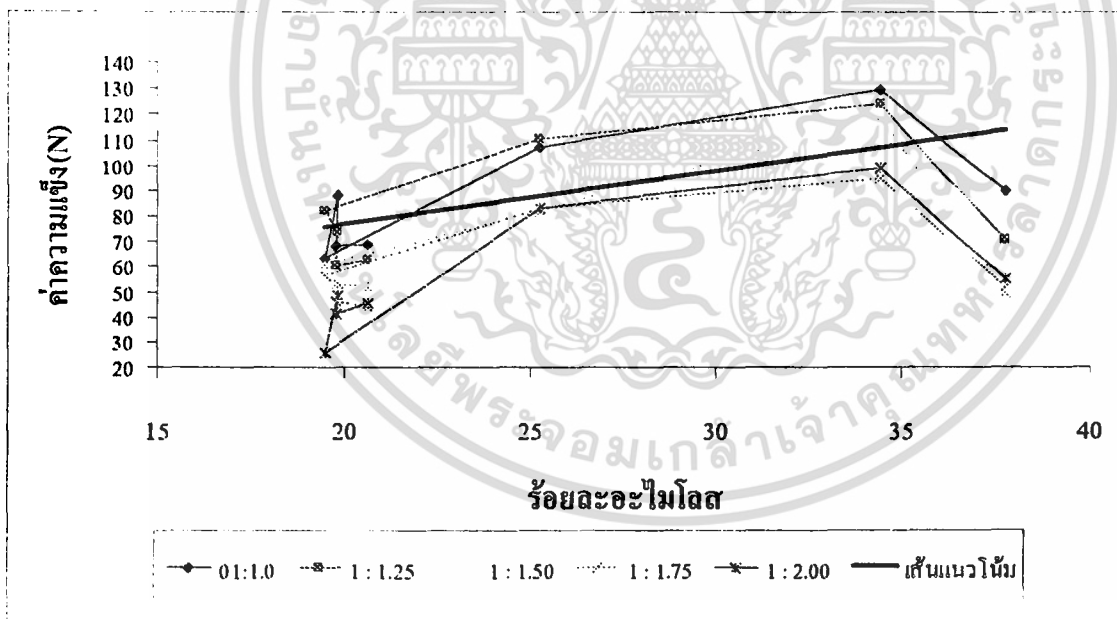
หมายเหตุ

- 1) ค่าแสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
- 2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษ Superscript ที่เหมือนกันในแนวนอนอย่างน้อย 1 ตัวอักษร หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ผลของคุณภาพการหุงต้มของข้าวชัชนาท 1 อายุ 24 เดือนโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงต้ม จะเห็นได้ว่าปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่ใช้เวลาหุงที่ 22 และ 24 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าความแข็งเวลาที่ใช้หุงที่ 22 และ 24 นาทีให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับที่เวลา 18 และ 14 นาทีค่าความเหนียวทุกเวลาที่ใช้หุง ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

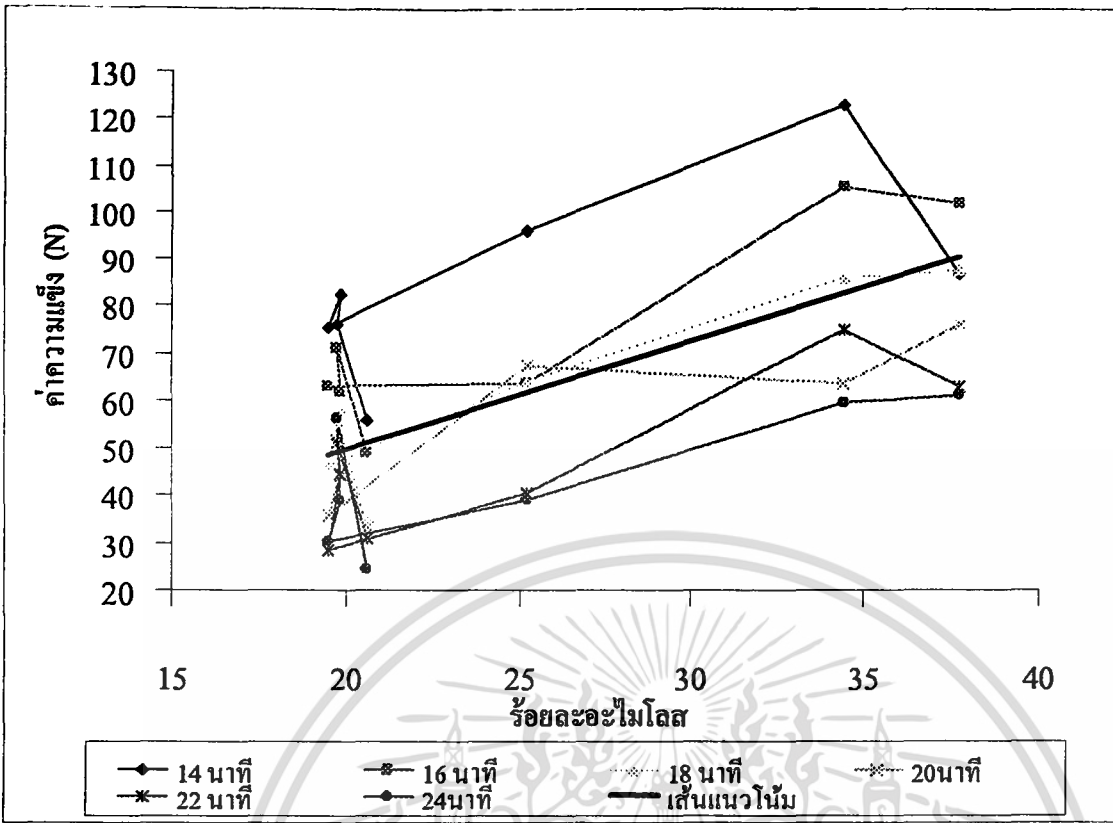


รูปภาพที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละอะไมโลสกับปริมาณการดูดกลืนน้ำโดยที่มีการเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม

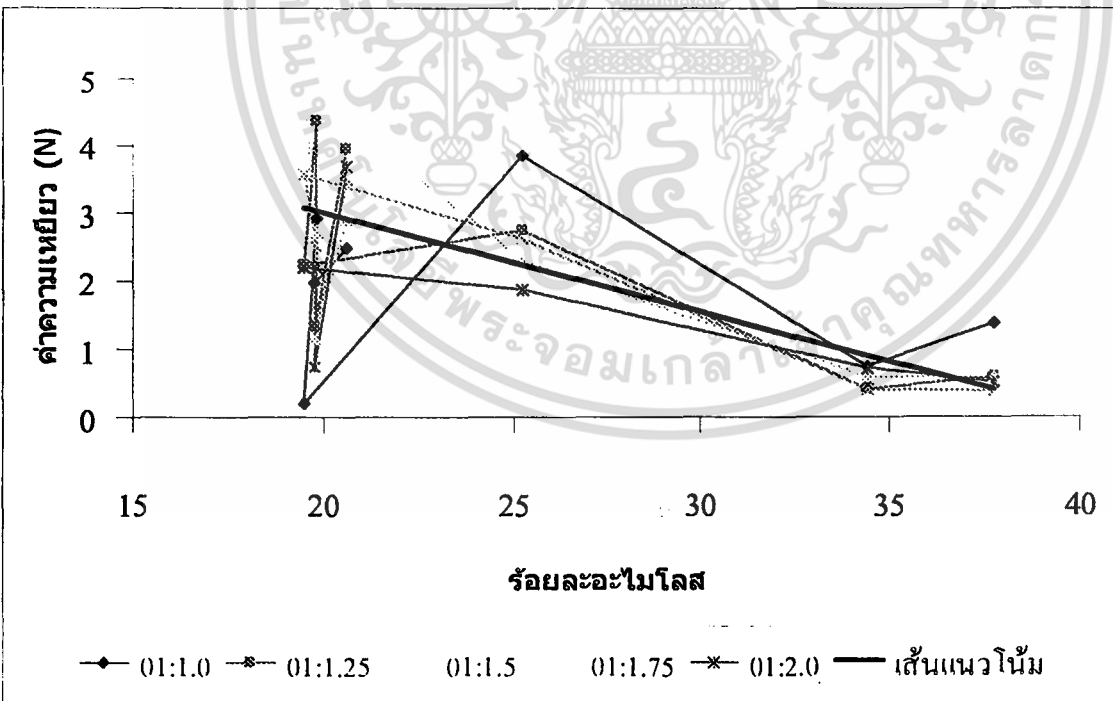


รูปภาพที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละอะไมโลสกับความแข็งที่เปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

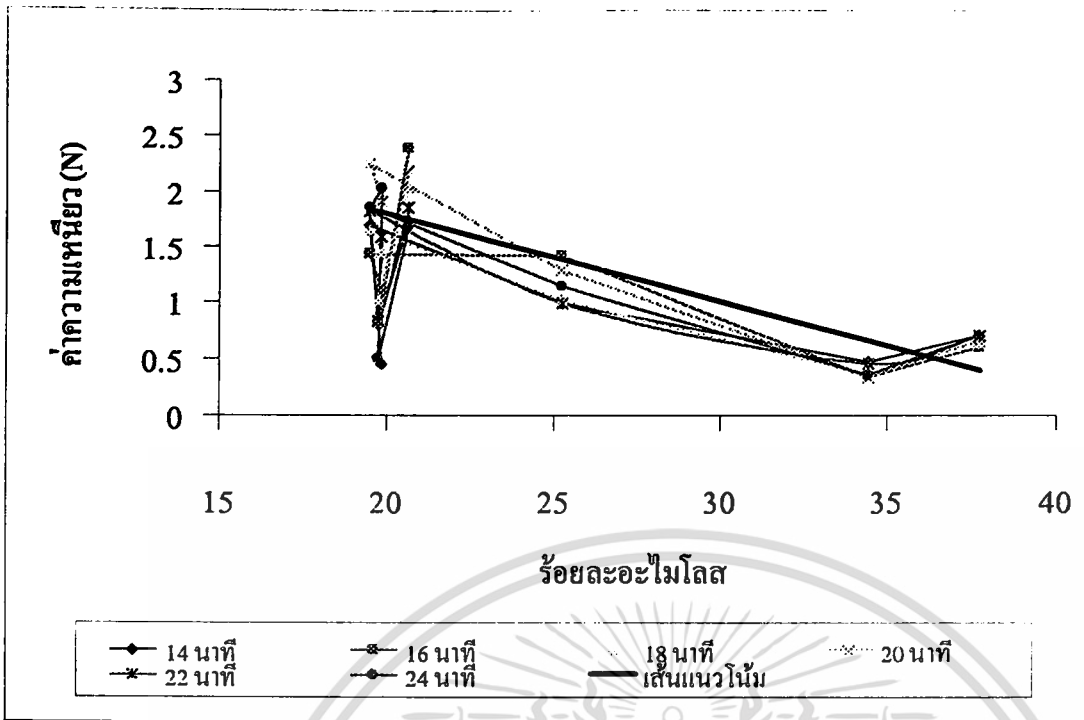


รูปภาพที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละไมโลสกับความแข็งที่เปลี่ยนแปลงเวลา



รูปที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละไมโลสกับความเหนียวที่เปลี่ยนแปลงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำโดยปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละไมโลสกับความเหนื่อยที่เปลี่ยนแปลงเวลาในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละไมโทสกับปริมาณการดูดกลืนน้ำเป็นไปในแนวโน้มเดียวกันคือ เมื่อข้าวพันธุ์ที่มีร้อยละไมโทสสูงขึ้นปริมาณการดูดกลืนน้ำก็จะมีความสูงขึ้นด้วย
2. ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละไมโทสกับความแข็งเป็นไปในทางที่แปรผันตามกันคือ เมื่อข้าวพันธุ์ที่มีร้อยละไมโทสสูงขึ้นพบว่าค่าของความแข็งมีค่ามากขึ้น
3. ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละไมโทสกับความเหนียวเป็นไปในทางที่แปรผกผันกันคือ เมื่อข้าวพันธุ์ที่มีร้อยละไมโทสสูงขึ้นพบว่าค่าของความเหนียวมีค่าลดลง

ข้อเสนอแนะ

ข้าวที่นำมาใช้ในการทดลองควรเป็นข้าวที่มาจากพื้นที่การปลูกเดียวกันและผ่านขั้นตอนการสีข้าวด้วยกระบวนการและเครื่องขัดสีเดียวกันและข้าวที่ใช้ควรเป็นข้าวสารพันธุ์แท้ 100 %

บรรณานุกรม

กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่2.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

งามชื่น คงเสรี. 2541. ข้าวที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปก๋วยเตี๋ยวและการตรวจสอบคุณภาพ.

โครงการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมไทย. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.

กรุงเทพฯ

พัศกร เจียรตระกูล. 2546. ดังเก็บอุณหภูมิต่ำ สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ บัณฑิต

วิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 140 หน้า

วิภา สุโรจนะเมธากุล. 2541. คุณสมบัติของข้าวและการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการผลิต

ก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่. โครงการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมไทย.

สถาบัน สิ่งแวดล้อม ไทย. กรุงเทพฯ

วุฒิชัย นาครักษา. 2535. เทคโนโลยีธัญพืช. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วุฒิชัย นาครักษา. 2535. คาร์โบไฮเดรตในอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2532. เคมีทางธัญญาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. กรมวิชาการเกษตร

และสหกรณ์. สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ

Gloria, B. C and Perez, C. M. 1973. A Gel Consistency Test for Eating Quality of Rice.

Journal of the Science of Food and Agriculture. 24 : 1589-1594.

Hamaker, B. R. 1994. The Influence of Rice Protein on Rice Quality. 177-193. in Marshall,

W.E. and Wadsworth, S.I. Rice Science and Technology. USA : Marcel Dekker.

Juliano, B. O. 1985. Rice Chemistry and Technology. The American Association of Cereal

Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota.

Kent, N.L. 1983. Technology of Cereals. England.: Pergamon Press.

Luh, B. S. 1980. Rice Production. 1st ed. New York: Van Nostrand Reinhold.

Oates, C.G. 1997. "Towards an Understanding of Starch Granule Structure and Hydrolysis. "

Trend in Food Science and Technology. 8:375-383.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์สมบัติต่างๆของข้าว

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

การหาปริมาณความชื้น (AOAC 1995)

1. อบภาชนะที่จะใส่ตัวอย่างโดยอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมงในตู้อบแห้งหรืออบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชม. ในตู้อบ ทำให้เย็นในโถแก้วดูความชื้น

2. ตั้งอุณหภูมิของตู้อบสำหรับอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส

3. ชั่งน้ำหนักของภาชนะก่อนจากนั้นชั่งน้ำหนักประมาณ 2-3 กรัม (ความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม) กระจายตัวอย่างให้ทั่วภาชนะ

4. นำตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแล้วไปใส่ไว้ใน โถดูความชื้นก่อน รอจนอุณหภูมิของตู้อบถึงจุดที่ตั้งไว้จึงนำตัวอย่างใส่ไปในตู้อบและอบให้แห้งให้จนน้ำหนักที่ได้คงที่ ประมาณ 1-2 ชม.

5. เมื่อครบกำหนดระยะเวลาที่อบให้นำตัวอย่างทำให้เย็นในโถแก้วดูความชื้น (ประมาณ 15-30 นาที) จึงนำมาชั่งน้ำหนักและจดบันทึก

6. คำนวมน้ำหนักที่หายไปและคำนวณเปอร์เซ็นต์ของความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไปหลังอบ (กรัม)} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้(กรัม)}}$$

การหาปริมาณอะไมโลส (Juliano 1971)

การทำกราฟมาตรฐาน

1. ชั่งอะไมโลสน้ำหนัก 0.04 กรัม ในขวดแก้วปริมาตรบรรจุ 100 มิลลิลิตร เติมอซิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 นอร์มอล ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ปั่นกวนด้วยเครื่องปั่นกระบวนแม่เหล็กนาน 10 นาที เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร

2. เตรียมขวดขนาดบรรจุ 100 ml. 5 ขวด เติมน้ำกลั่น 70 ml. กรดเกลือเช็ลอะซิดิก 0.4 มิลลิลิตร ในขวดที่ 1 , 0.8 มิลลิลิตรในขวดที่ 2 , 1.2 มิลลิลิตรในขวดที่ 3 . 1.6 มิลลิลิตรในขวดที่ 4 และ 2.0 มิลลิลิตรในขวดที่ 5 สารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ลงในแต่ละขวด

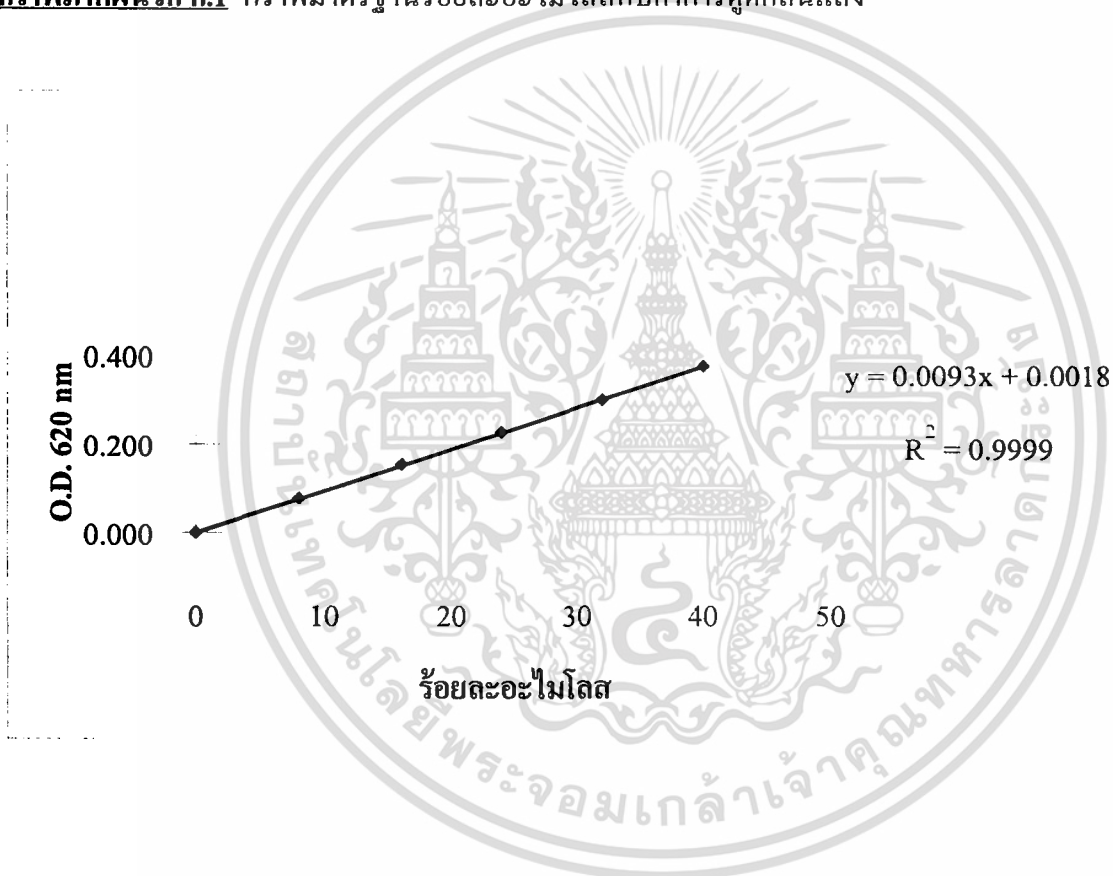
3. เตรียม blank โดยเติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร กรดเกลือเช็ลอะซิดิก 2.0 มิลลิลิตร สารละลายไอโอดีน ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร

4. คูณสารตัวอย่างปริมาตร 1, 2,3,4,5 มิลลิลิตร ซึ่งเทียบเท่าปริมาณอะไมโลส 8%, 16%, 24%, 32% และ 40% ตามลำดับ นำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (UNICAM UV500) ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร
5. เขียนกราฟ ระหว่างปริมาณอะไมโลส กับค่าการดูดกลืนแสง

วิธีการทดลอง

นำตัวอย่างข้าวมาบด จากนั้นทำตามวิธีการทำกราฟมาตรฐานเพื่อหาร้อยละของอะไมโลส ในข้าวเทียบกับกราฟมาตรฐาน

กราฟภาคผนวก ก.1 กราฟมาตรฐานร้อยละอะไมโลสกับค่าการดูดกลืนแสง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพในการหุงต้มข้าว

ปริมาณการดูดน้ำของข้าวที่ระยะเวลาต่างๆ

นำตัวอย่างข้าวสาร 20 กรัม ใส่ในกระบอกหลอดตาข่าย เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร จากนั้นนำไปใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำ 200 มิลลิลิตร นำไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิน้ำเดือด (97 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 14, 16, 18, 20, 22 และ 24 นาที จากนั้นนำขึ้นมาสะเด็ดน้ำทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที นำไปชั่งหาปริมาณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น เพื่อหา ร้อยละการดูดน้ำของข้าว

$$\text{ร้อยละการดูดน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวที่เพิ่มขึ้น}}{\text{น้ำ}} \times 100$$

100

เวลาในการหุงข้าว

หุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า (SHARP : ksh-111) ขนาด 1.1 ลิตรที่มีระบบอุ่นอัตโนมัติ บันทึกเวลาเมื่อปุ่มหยุดทำงาน การหุงข้าวสวยใช้อัตราส่วนข้าวสาร: น้ำ 1:1.0, 1.25, 1.50, 1.75, 1.20

ความนุ่มและความเหนียวของข้าวสุก (Texture Profile Analysis)

โดยเครื่อง Texture analyzer (TA-XT2i) โดยใช้หัวกดทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ตั้งให้ระยะห่างจากตัวอย่าง 15 มิลลิเมตร ความเร็วของหัวกดขณะทำการทดสอบ 1 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วหลังการทดสอบ 10 มิลลิเมตร/วินาที กดขึ้นตัวอย่างเป็นระยะทาง 0.90 ของความสูงข้าวสุก (90% stain) การสุ่มตัวอย่าง สุ่มข้าวสุกจากหม้อหุงข้าว โดยเลือกข้าวสุกจากบริเวณกลาง ของชั้นข้าวสุก เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอในการวัด นำแผ่นกระจกหนา 6 มิลลิเมตร ขนาดกว้าง 12.7 เซนติเมตร ยาว 13.97 เซนติเมตร ตรงกลางตีกรอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 25×25 ตารางเซนติเมตร จากนั้นเรียงเมล็ดข้าวสุกจำนวน 5 เมล็ด ทำการวัด

ภาคผนวก ข
ข้อมูลผลการทดลอง

1. ข้อมูลผลการทดลองของการหาปริมาณความชื้นของข้าวสาร

ตารางภาคผนวก ข.1 ข้อมูลผลการทดลองของการหาปริมาณความชื้นของข้าวสาร

พันธุ์ข้าว	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	ร้อยละความชื้น
ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน	2.0166	1.7527	13.09
	2.0216	1.7551	13.18
	2.0174	1.7563	12.94
	เฉลี่ย		13.07
ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน	2.0105	1.6720	16.84
	2.0195	1.6764	16.98
	2.0059	1.6668	16.91
	เฉลี่ย		16.91
ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน	2.0079	1.7263	14.02
	2.0228	1.7237	14.78
	2.0234	1.7386	14.07
	เฉลี่ย		14.29
ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน	2.0221	1.7552	13.20
	2.0219	1.7550	13.20
	2.0334	1.7541	13.74
	เฉลี่ย		13.38
สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน	2.0162	1.7584	12.78
	2.0106	1.7573	12.60
	2.0189	1.7641	12.62
	เฉลี่ย		12.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ข้าว	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	ร้อยละความชื้น
ชัชนาท 1อายุ 0 เดือน	2.0299	1.7673	12.94
	2.0280	1.7666	12.89
	2.0262	1.7691	12.69
	เฉลี่ย		12.84
ชัชนาท 1อายุ 24 เดือน	2.0284	1.7457	13.93
	2.0086	1.7307	13.84
	2.0287	1.7487	13.80
	เฉลี่ย		13.86



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.2 ข้อมูลแสดงร้อยละการดูดน้ำของข้าวที่ระยะเวลาต่างๆของการหุงต้ม

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน

เวลา	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนต้ม	น้ำหนักข้าวหลังต้ม	ร้อยละการดูดน้ำ
14	1	20.0279	45.4100	50.7642
	2	20.0456	44.1800	48.2688
	3	20.0914	44.8680	49.5532
	เฉลี่ย			49.5287
16	1	20.0345	46.3800	52.6910
	2	20.0275	44.5800	49.1050
	3	20.0692	45.5700	51.0016
	เฉลี่ย			50.9325
18	1	20.0147	50.7600	61.4906
	2	20.0579	46.6600	53.2042
	3	20.0258	49.8910	59.7304
	เฉลี่ย			58.1417
20	1	20.0388	51.0200	61.9624
	2	20.0508	48.6300	57.1584
	3	20.0038	52.1000	64.1927
	เฉลี่ย			61.1044
22	1	20.0556	52.1300	64.1486
	2	20.0537	51.6400	69.1726
	3	20.0432	52.2900	64.4936
	เฉลี่ย			63.9383
24	1	20.0593	59.0800	78.0417
	2	20.5550	55.9900	71.8690
	3	20.0379	55.2312	70.3866
	เฉลี่ย			73.4323

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน

เวลา	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนต้ม	น้ำหนักข้าวหลังต้ม	ร้อยละการดูดน้ำ
14	1	20.0295	38.6700	37.2810
	2	20.0268	38.7600	37.4664
	3	20.0478	38.9680	37.8404
	เฉลี่ย			37.5292
16	1	20.0507	42.8000	45.4986
	2	20.0419	43.5200	46.9562
	3	20.0187	40.9867	41.9360
	เฉลี่ย			44.7969
18	1	20.0347	46.4300	52.7906
	2	20.0283	46.1600	52.2634
	3	20.0395	46.8810	53.6830
	เฉลี่ย			52.9123
20	1	20.0206	48.1600	56.2788
	2	20.0237	47.3100	54.5726
	3	20.0897	48.8983	57.6172
	เฉลี่ย			56.1562
22	1	20.0311	51.3900	62.7178
	2	20.0305	52.5900	65.1190
	3	20.0694	51.7835	63.4282
	เฉลี่ย			63.7550
24	1	20.0279	57.2700	74.4842
	2	20.0253	56.0300	72.0094
	3	20.0223	54.8387	69.6328
	เฉลี่ย			72.0421

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวขาวคอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน

เวลา	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนต้ม	น้ำหนักข้าวหลังต้ม	ปริมาณการดูดน้ำ
14	1	20.0387	37.6300	35.1826
	2	20.0509	37.7800	35.4582
	3	20.0781	38.0800	36.0038
	เฉลี่ย			35.5482
16	1	20.0707	42.4800	44.8186
	2	20.0300	42.3400	44.6200
	3	20.0582	41.9000	43.6836
	เฉลี่ย			44.3740
18	1	20.0400	46.3100	52.5400
	2	20.0533	44.7000	49.2634
	3	20.0122	44.0000	47.9756
	เฉลี่ย			49.9363
20	1	20.0233	46.5400	53.0034
	2	20.0467	46.4900	52.8866
	3	20.0023	47.7567	55.5088
	เฉลี่ย			56.2286
22	1	20.0582	50.0500	59.9836
	2	20.0554	46.6500	53.1892
	3	20.0214	47.778	55.5132
	เฉลี่ย			56.2286
24	1	20.0357	52.9400	65.8086
	2	20.0299	50.3400	60.6202
	3	20.0471	57.1310	74.1678
	เฉลี่ย			66.8655

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน

เวลา	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนต้ม	น้ำหนักข้าวหลังต้ม	ปริมาณการดูน้ำ
14	1	20.0240	42.3200	44.5920
	2	20.0280	38.9200	37.7840
	3	20.0628	45.6280	51.1304
	เฉลี่ย			44.5021
16	1	20.0218	46.8400	53.6364
	2	20.0204	43.7000	47.3592
	3	20.0214	45.7167	51.3906
	เฉลี่ย			50.7954
18	1	20.0351	49.1600	58.2590
	2	20.0298	47.1100	54.1604
	3	20.0223	51.1910	62.3374
	เฉลี่ย			58.2522
20	1	20.0351	52.0300	63.9898
	2	20.0306	48.8700	57.6788
	3	20.0279	54.5583	69.0608
	เฉลี่ย			63.5769
22	1	20.0213	56.7600	73.4774
	2	20.0307	50.1500	60.2386
	3	20.0257	57.3735	74.6956
	เฉลี่ย			69.4705
24	1	20.0246	57.8300	75.6108
	2	20.0559	54.8500	69.5882
	3	20.0285	60.5387	81.0204
	เฉลี่ย			75.4064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวสุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน

เวลา	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนต้ม	น้ำหนักข้าวหลังต้ม	ปริมาณการดูน้ำ
14	1	20.0077	40.3800	40.7446
	2	20.0370	42.8200	45.5660
	3	20.0562	42.4500	44.7876
	เฉลี่ย			43.6994
16	1	20.0139	46.5900	53.1522
	2	20.0582	45.8500	51.5836
	3	20.0700	45.2600	50.3800
	เฉลี่ย			51.7053
18	1	20.0361	48.9000	57.7278
	2	20.0296	48.1800	56.3008
	3	20.0132	47.4300	54.8336
	เฉลี่ย			56.2874
20	1	20.0141	50.5683	61.1084
	2	20.0235	49.5700	59.0930
	3	20.0522	52.3200	64.5356
	เฉลี่ย			61.5790
22	1	20.0145	57.4935	74.9580
	2	20.0986	49.8500	59.5028
	3	20.0649	53.3700	66.6102
	เฉลี่ย			67.0236
24	1	20.0182	58.3787	76.7210
	2	20.0250	57.0800	74.1100
	3	20.0205	54.9000	69.7590
	เฉลี่ย			73.5300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวชัชนาท 1อายุ 0 เดือน

เวลา	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนต้ม	น้ำหนักข้าวหลังต้ม	ร้อยละการดูดน้ำ
14	1	20.0110	35.0300	30.0380
	2	20.0521	37.6500	35.1958
	3	20.0858	35.9480	31.7244
	เฉลี่ย			32.4194
16	1	20.0469	37.9000	35.7062
	2	20.0532	38.5700	37.0336
	3	20.0413	37.1467	34.2104
	เฉลี่ย			35.6502
18	1	20.0247	42.3000	44.5506
	2	20.0280	39.0000	37.9440
	3	20.0628	40.7410	41.3604
	เฉลี่ย			41.2850
20	1	20.0226	42.5600	45.0748
	2	20.0431	39.9100	49.7338
	3	20.0698	42.3983	44.6570
	เฉลี่ย			43.1552
22	1	20.0349	47.0500	54.0302
	2	20.0535	45.8600	51.6130
	3	20.0390	45.2135	50.3490
	เฉลี่ย			51.9974
24	1	20.0202	49.3000	58.5596
	2	20.0261	47.1600	54.2678
	3	20.0690	46.8870	53.6360
	เฉลี่ย			55.4878

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวชัชนาท 1 อายุ 24 เดือน

เวลา	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนต้ม (กรัม)	น้ำหนักข้าวหลังต้ม (กรัม)	ปริมาณการดูดน้ำ (กรัม)
14	1	20.0077	40.3800	25.1334
	2	20.0370	42.8200	32.2864
	3	20.0562	42.4500	39.9631
	เฉลี่ย			32.4609
16	1	20.0139	46.5900	35.3610
	2	20.0582	45.8500	38.0840
	3	20.0700	45.2600	43.5844
	เฉลี่ย			39.0098
18	1	20.0361	48.9000	41.5720
	2	20.0296	48.1800	46.1844
	3	20.0132	47.4300	45.9090
	เฉลี่ย			44.5551
20	1	20.0141	50.5683	45.3400
	2	20.0235	49.5700	47.0720
	3	20.0522	52.3200	51.0910
	เฉลี่ย			47.8343
22	1	20.0145	57.4935	52.7962
	2	20.0986	49.8500	59.6896
	3	20.0649	53.3700	60.1128
	เฉลี่ย			57.5328
24	1	20.0182	58.3787	59.4682
	2	20.0250	57.0800	60.1416
	3	20.0205	54.9000	66.5272
	เฉลี่ย			62.0456

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.3 แสดงร้อยละการคูดน้ำของข้าวที่หุงด้วยอัตราส่วนต่างๆของข้าวต่อน้ำ โดยปริมาตร

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน

อัตราส่วน	เวลาที่ข้าวสุก	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักข้าวหลังอบ (กรัม)	ร้อยละการคูดน้ำ
1:1.00	10	1	2.0015	1.0085	49.61
		2	2.0971	1.0534	49.77
		3	2.0599	1.0505	49.00
		เฉลี่ย			49.46
1:1.25	12	1	2.0391	0.8542	58.11
		2	2.0723	0.8942	56.86
		3	2.1566	0.9833	54.41
		เฉลี่ย			56.46
1:1.50	16	1	2.0378	0.9682	62.30
		2	2.0409	0.9981	51.09
		3	2.1603	0.8984	58.41
		เฉลี่ย			57.72
1:1.75	16	1	2.1241	0.7614	64.15
		2	2.1816	0.7442	65.89
		3	2.0644	0.7653	62.89
		เฉลี่ย			64.31
1:2.00	17	1	2.1224	0.7651	63.95
		2	2.0698	0.7199	65.22
		3	2.1395	0.7522	64.84
		เฉลี่ย			64.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน

อัตราส่วน	เวลาที่ข้าว สุก (นาทีก)	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักข้าวหลังอบ (กรัม)	ร้อยละการดูดน้ำ
1:1.00	12	1	2.0267	1.0244	49.45
		2	2.0174	1.0995	45.50
		3	2.1087	0.9909	53.01
		เฉลี่ย			49.32
1:1.25	13	1	2.0663	0.9115	55.89
		2	2.0245	0.8891	56.08
		3	2.0328	0.9026	55.60
		เฉลี่ย			55.86
1:1.50	15	1	2.0141	0.8949	55.57
		2	2.0036	0.8388	58.14
		3	2.0715	0.8147	60.67
		เฉลี่ย			58.13
1:1.75	17	1	2.0445	0.9314	54.44
		2	2.0766	0.7929	61.82
		3	2.0388	0.8727	57.25
		เฉลี่ย			57.82
1:2.00	18	1	2.0806	0.8185	60.66
		2	2.0742	0.8673	58.19
		3	2.0954	0.7717	63.17
		เฉลี่ย			60.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน

อัตราส่วน	เวลาที่ข้าวสุก (นาทีก)	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักข้าวหลังอบ (กรัม)	ร้อยละการคูดน้ำ
1:1.00	10	1	2.0660	1.0205	50.61
		2	2.0347	1.0359	49.09
		3	2.0333	0.9728	52.16
		เฉลี่ย			50.62
1:1.25	13	1	2.0399	1.1195	45.12
		2	2.0326	0.9697	52.30
		3	2.0300	0.8010	60.54
		เฉลี่ย			52.65
1:1.50	14	1	2.0289	0.8937	55.95
		2	2.0849	0.8297	60.20
		3	2.0653	0.7692	62.76
		เฉลี่ย			59.64
1:1.75	17	1	2.0923	0.8334	60.17
		2	2.0373	0.8264	60.59
		3	2.0967	0.8821	57.93
		เฉลี่ย			59.56
1:2.00	18	1	2.0065	0.6889	65.67
		2	2.0699	0.6538	68.41
		3	2.0248	0.6930	65.77
		เฉลี่ย			66.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน

อัตราส่วน	เวลาที่ข้าว สุก(นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักข้าวหลังอบ (กรัม)	ร้อยละการดูดน้ำ
1:1.00	11	1	2.0926	1.1271	46.14
		2	2.1215	1.0473	50.63
		3	2.1549	1.186	48.09
		เฉลี่ย			48.29
1:1.25	13	1	2.1515	0.8944	58.43
		2	2.1616	0.9586	55.65
		3	2.0960	0.8773	58.14
		เฉลี่ย			57.41
1:1.50	15	1	2.0851	0.9148	56.13
		2	2.0029	0.7649	61.81
		3	2.1489	0.8383	60.99
		เฉลี่ย			59.64
1:1.75	17	1	2.0830	0.8333	60.00
		2	2.0893	0.8032	61.56
		3	2.1546	0.8045	62.66
		เฉลี่ย			61.41
1:2.00	19	1	2.0677	0.7133	65.50
		2	2.0978	0.7123	66.05
		3	2.1183	0.6916	67.35
		เฉลี่ย			66.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวสุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน

อัตราส่วน	เวลาที่ข้าว สุก (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักข้าวหลังอบ (กรัม)	ร้อยละการลดน้ำ
1:1.00	10	1	2.0154	1.0068	50.04
		2	2.0086	1.0338	48.53
		3	2.0665	1.0774	47.86
		เฉลี่ย			48.81
1:1.25	12	1	2.0861	0.9771	53.16
		2	2.0895	1.0022	52.04
		3	2.0038	0.9873	51.18
		เฉลี่ย			52.13
1:1.50	15	1	2.0066	0.8622	57.03
		2	2.0002	0.7697	61.52
		3	2.0581	0.8238	59.97
		เฉลี่ย			59.51
1:1.75	17	1	2.0327	0.7342	63.88
		2	2.0654	0.7866	61.92
		3	2.0517	0.8208	59.99
		เฉลี่ย			61.93
1:2.00	18	1	2.0998	0.7312	65.18
		2	2.0110	0.7521	62.60
		3	2.0352	0.7770	61.82
		เฉลี่ย			63.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวชัยนาท 1 อายุ 0 เดือน

อัตราส่วน	เวลาที่ข้าว สุก (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักข้าวหลังอบ (กรัม)	ร้อยละการดูดน้ำ
1:1.00	11	1	2.0225	1.0725	46.97
		2	2.1170	1.1109	47.39
		3	2.0086	1.0454	47.95
		เฉลี่ย			47.44
1:1.25	13	1	2.1036	1.0333	50.88
		2	2.0603	1.00254	51.20
		3	2.1040	0.9708	53.86
		เฉลี่ย			51.98
1:1.50	15	1	2.0547	0.8879	56.79
		2	2.0967	0.9112	56.54
		3	2.0214	0.8759	56.67
		เฉลี่ย			56.67
1:1.75	17	1	2.0273	0.7972	60.68
		2	2.0579	0.6971	66.13
		3	2.0602	0.8316	59.63
		เฉลี่ย			62.15
1:2.00	18	1	2.0765	0.7496	63.90
		2	2.1598	0.8145	62.29
		3	2.0871	0.7868	62.30
		เฉลี่ย			62.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวชัยนาท 1 อายุ 24 เดือน

อัตราส่วน	เวลาที่ข้าว สุก	ครั้งที่	น้ำหนักข้าวก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักข้าวหลังอบ (กรัม)	ร้อยละการคุดน้ำ
1:1.00	10	1	2.0712	0.9195	55.60
		2	2.0485	0.9057	55.79
		3	2.0624	1.0438	49.93
		เฉลี่ย			53.77
1:1.25	13	1	2.0631	0.8748	57.60
		2	2.0133	0.8629	57.14
		3	2.0027	0.8283	58.64
		เฉลี่ย			57.79
1:1.50	14	1	2.0699	0.7368	64.40
		2	2.0169	0.7892	60.87
		3	2.0277	0.7799	61.54
		เฉลี่ย			62.27
1:1.75	15	1	2.0487	0.6879	66.42
		2	2.0446	0.7620	62.73
		3	2.0376	0.6992	65.69
		เฉลี่ย			64.95
1:2.00	19	1	2.0643	0.7062	65.78
		2	2.0626	0.6942	66.34
		3	2.0389	0.7155	64.91
		เฉลี่ย			65.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.4 แสดงขนาดของเมล็ดข้าวสาร

ครั้งที่	ข้าวดอกมะลิ 105			ชัยนาท 1			สุพรรณบุรี 60		
	ความยาว	ความกว้าง	ความหนา	ครั้งที่	ความยาว	ความกว้าง	ความหนา	ครั้งที่	ความยาว
1	7.5	1.6	2.0	7.8	1.6	2.0	7.4	1.8	2.1
2	7.2	1.6	2.1	7.3	1.7	2.1	7.8	1.6	1.9
3	7.6	1.7	2.0	7.5	1.8	1.9	7.4	1.6	2.1
4	7	1.4	1.9	7.6	1.9	2.2	7.5	1.8	2.0
5	7.7	1.5	2.1	7.4	1.7	2.0	7.9	1.7	2.0
6	7.1	1.7	2.0	7.6	1.9	2.1	7.1	1.8	2.1
7	7.1	1.7	1.9	7.2	1.8	2.1	6.9	1.6	1.9
8	6.8	1.7	2.0	7.6	1.6	2.1	7.5	1.7	2.0
9	7.8	1.7	2.0	7.5	1.8	2.2	7.5	1.6	2.0
10	6.8	1.6	2.0	7.2	1.4	2.2	7.5	1.7	2.0
11	7.2	1.6	1.9	7.2	1.5	2.2	7.2	1.7	2.0
12	6.8	1.8	2.1	7.5	1.6	2.0	7.2	1.8	2.0
13	7.0	1.6	2.1	8.0	1.6	2.0	6.6	1.7	2.1
14	7.0	1.6	2.0	7.7	1.6	2.0	7.6	1.7	2.0
15	7.0	1.7	2.1	7.2	1.8	2.0	7.6	1.7	2.0
16	7.4	1.6	2.0	8.0	1.7	2.1	7.7	1.8	2.0
17	7.6	1.6	2.0	7.3	1.6	2.1	7.2	1.6	2.0
18	7.2	1.6	2.0	7.7	1.6	2.2	6.7	1.8	2.1
19	7.3	1.6	2.1	7.3	1.9	2.1	7.2	1.6	2.0
20	7.2	1.5	2.0	7.7	1.8	2.0	6.0	1.5	2.0
21	7.3	1.6	2.0	7.6	1.6	2.3	7.0	1.9	2.1
22	7.7	1.6	1.9	7.4	1.6	2.1	7.5	1.8	2.1
23	7.0	1.6	2.0	7.0	1.8	2.1	7.2	1.8	2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่	ชาวคอกมะลิ 105			ชันนาท 1			สุพรรณบุรี 60		
	ความยาว	ความกว้าง	ความหนา	ครั้งที่	ความยาว	ความกว้าง	ความหนา	ครั้งที่	ความยาว
24	7.4	1.6	2.1	7.6	1.6	2.0	7.5	1.8	2.0
25	7.6	1.6	2.0	7.8	1.8	2.1	7.4	1.8	2.1
26	7.3	1.6	2.0	7.7	1.7	2.1	6.6	1.6	2.0
27	7.6	1.5	2.2	7.4	1.7	2.2	7.0	1.6	2.1
28	6.6	1.4	2.0	7.6	1.7	2.1	7.5	1.8	2.0
29	7.2	1.6	2.0	7.2	1.7	2.2	6.4	1.8	2.0
30	7.1	1.5	2.1	7	1.6	2.0	7.2	1.5	2.0
เฉลี่ย	7.2	1.6	2.02	7.5	1.7	2.1	7.2	1.7	2.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.5 แสดงค่าการวัดสีของเมล็ดข้าวสาร

ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน

ครั้งที่	ค่าที่วัด		
	L	a	b
1	63.57	-0.99	7.70
2	68.89	-1.10	7.65
3	66.61	-1.06	7.57
4	63.26	-1.05	8.28
5	64.69	-0.92	8.11
6	65.54	-1.20	8.72
7	68.23	-1.14	7.69
8	65.48	-0.93	7.68
9	63.80	-0.98	7.71
10	65.66	-0.88	7.59
เฉลี่ย	65.57	-1.03	7.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาวคอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน

ครั้งที่	ค่าที่วัด		
	L	a	b
1	62.27	-0.83	11.20
2	60.57	-0.54	9.91
3	65.73	-0.89	11.18
4	60.86	-0.62	10.15
5	63.65	-0.76	10.82
6	64.67	-0.43	10.51
7	62.55	-0.32	11.43
8	59.30	-0.20	10.90
9	66.51	-0.68	12.16
10	63.51	-0.68	10.14
เฉลี่ย	62.96	-0.60	10.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน

ครั้งที่	ค่าที่วัด		
	L	a	b
1	68.82	-0.57	10.92
2	66.78	-0.69	9.90
3	67.59	-0.69	9.02
4	67.83	0.64	9.94
5	66.94	-0.67	8.65
6	66.10	-0.63	9.32
7	66.79	-0.46	9.01
8	65.02	-0.56	9.40
9	65.72	-0.49	8.87
10	70.42	-0.76	8.73
เฉลี่ย	67.20	-0.49	9.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน

ครั้งที่	ค่าที่วัด		
	L	a	b
1	67.00	-0.83	8.77
2	69.52	-0.88	8.38
3	66.64	-0.93	8.13
4	68.11	-0.97	7.99
5	68.88	-0.90	8.19
6	68.91	-0.86	7.66
7	66.19	-0.88	7.37
8	68.45	-0.93	8.13
9	66.02	-0.77	7.61
10	65.48	-0.64	7.43
เฉลี่ย	67.52	-0.86	7.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน

ครั้งที่	ค่าที่วัด		
	L	a	b
1	71.66	-0.64	6.66
2	69.51	-0.59	7.80
3	68.59	-0.69	7.65
4	71.16	-0.60	7.17
5	67.47	-0.50	7.84
6	72.91	-0.65	7.04
7	73.01	-0.61	7.52
8	70.85	-0.74	7.47
9	68.07	-1.09	9.74
10	70.10	-0.53	7.52
เฉลี่ย	70.33	-0.66	7.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชัณนาท 1อายุ 0 เดือน

ครั้งที่	ค่าที่วัด		
	L	a	b
1	68.38	-0.91	10.55
2	68.01	-0.86	10.55
3	73.52	-1.01	10.95
4	72.00	-0.97	11.02
5	69.68	-0.96	10.98
6	70.53	-0.68	11.05
7	69.00	-0.91	11.56
8	73.67	-1.44	10.75
9	71.44	-0.84	10.92
10	72.02	-0.97	11.88
เฉลี่ย	70.83	-0.96	11.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นนาท 1 อายุ 24 เดือน

ครั้งที่	ค่าที่วัด		
	L	a	b
1	68.24	-0.66	7.24
2	70.33	-0.70	7.57
3	63.78	-0.60	7.25
4	67.65	-0.69	6.97
5	64.12	-0.51	6.77
6	68.08	-0.76	8.00
7	67.76	-0.72	7.58
8	68.60	-0.80	7.00
9	69.97	-0.90	7.53
10	66.83	-0.70	6.75
เฉลี่ย	67.54	-0.70	7.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.6 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์
ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1:1.00	3	49.4600		
1:1.25	3		56.4600	
1:1.50	3		57.2667	
1:1.75	3			64.3100
1:2.00	3			64.6700
Sig.		1.000	.730	.877

ตารางภาคผนวก ข.7 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์
ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1:1.00	3	49.3200	
1:1.25	3		55.8567
1:1.75	3		57.8367
1:1.50	3		58.1267
1:2.00	3		60.6733
Sig.		1.000	.083

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.8 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์
ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1:1.00	3	50.6200		
1:1.25	3	52.6533	52.6533	
1:1.75	3		59.5633	59.5633
1:1.50	3		59.6367	59.6367
1:2.00	3			66.6167
Sig.		.543	.065	.063

ตารางภาคผนวก ข.9 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์
ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1:1.00	3	54.2867	
1:1.25	3	57.4067	
1:1.50	3	59.6433	59.6433
1:1.75	3	61.4067	61.4067
1:2.00	3		66.3000
Sig.		.083	.094

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.10 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์
สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1:1.00	3	48.8100			
1:1.25	3		52.1267		
1:1.50	3			59.3400	
1:1.75	3			61.9300	61.9300
1:2.00	3				63.2000
Sig.		1.000	1.000	.081	.364

ตารางภาคผนวก ข.11 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์ชัยนาท1
อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1:1.00	3	47.4367			
1:1.25	3		51.9800		
1:1.50	3			56.6667	
1:1.75	3				62.1467
1:2.00	3				62.8300
Sig.		1.000	1.000	1.000	.650

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.12 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดน้ำของข้าวพันธุ์ชัยนาท1
อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1:1.00	3	53.7733		
1:1.25	3		57.7933	
1:1.50	3			62.2700
1:1.75	3			64.9467
1:2.00	3			65.6767
Sig.		1.000	1.000	.071



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.13 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105
อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1:1.75	5	44.4104			
1:2.00	5	45.1094			
1:1.50	5		51.8954		
1:1.25	5			62.4534	
1:1.00	5				69.0030
Sig.		.802	1.000	1.000	1.000

ตารางภาคผนวก ข.14 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105
อายุ 7 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1:1.75	5	44.4104			
1:2.00	5	45.1094			
1:1.50	5		51.8954		
1:1.25	5			62.4534	
1:1.00	5				69.0030
Sig.		.802	1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.15 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1:2.00	5	40.3920			
1:1.50	5		52.5404		
1:1.75	5		53.0296		
1:1.25	5			73.5072	
1:1.00	5				88.1168
Sig.		1.000	.815	1.000	1.000

ตารางภาคผนวก ข.16 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1:2.00	5	25.7076			
1:1.75	5		56.5768		
1:1.50	5		60.9702	60.9702	
1:1.00	5			63.0172	
1:1.25	5				81.9010
Sig.		1.000	.063	.371	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.17 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60
อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1:1.50	5	81.8462	
1:1.75	5	82.9546	
1:2.00	5	83.0258	
1:1.00	5		107.3022
1:1.25	5		110.2454
Sig.		.786	.474

ตารางภาคผนวก ข.18 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1
อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1:1.75	5	94.6346	
1:2.00	5	99.2840	
1:1.50	5		119.7326
1:1.25	5		124.0968
1:1.00	5		129.2026
Sig.		.539	.243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.19 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1:1.50	5	49.5708			
1:1.75	5	52.2706	52.2706		
1:2.00	5		55.4604		
1:1.25	5			70.6592	
1:1.00	5				90.1196
Sig.		.263	.189	1.000	1.000



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.20 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1:1.50	5	-3.9512	
1:2.00	5	-3.6900	
1:1.75	5	-3.4796	-3.4796
1:1.25	5	-2.8980	-2.8980
1:1.00	5		-2.4806
Sig.		.051	.056

ตารางภาคผนวก ข.21 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1:1.00	5	-1.9746		
1:1.25	5		-1.3452	
1:1.75	5		-1.2026	-1.2026
1:1.50	5		-1.1504	-1.1504
1:2.00	5			-.7522
Sig.		1.000	.413	.066

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.22 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1:1.25	5	-4.3564	
1:1.00	5		-2.9134
1:1.50	5		-2.7290
1:1.75	5		-2.5098
1:2.00	5		-2.2012
Sig.		1.000	.236

ตารางภาคผนวก ข.23 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1:1.50	5	-4.82060			
1:1.75	5		-3.57660		
1:1.25	5			-2.23180	
1:2.00	5			-2.21680	
1:1.00	5				-2.21280
Sig.		1.000	1.000	.956	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.24 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60
อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1:1.00	5	-3.85360		
1:1.25	5		-2.73480	
1:1.75	5		-2.62740	-2.62740
1:1.50	5		-2.30840	-2.30840
1:2.00	5			-1.88240
Sig.		1.000	.293	.072

ตารางภาคผนวก ข.25 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1
อายุ 0 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1:1.00	5	-.73780	
1:2.00	5	-.70940	
1:1.50	5	-.59500	-.59500
1:1.75	5		-.41520
1:1.25	5		-.41340
Sig.		.254	.150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.26 Analysis of One-Way ANOVA ความเหนียวของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1
อายุ 24 เดือน ที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาตรส่วนต่างๆ

RATIO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1:1.00	5	-1.37560	
1:1.50	5		-.59900
1:1.25	5		-.58520
1:2.00	5		-.51740
1:1.75	5		-.38360
Sig.		1.000	.347



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.27 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ระยะเวลาต่างๆของ
ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
14 min	3	49.5287			
16 min	3	50.9325			
18 min	3		58.1417		
20 min	3		61.1044	61.1044	
22 min	3			63.9383	
24 min	3				73.4323
Sig.		.576	.249	.269	1.000

ตารางภาคผนวก ข.28 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ระยะเวลาต่างๆของ
ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
14 min	3	37.5293					
16 min	3		44.7969				
18 min	3			52.9123			
20 min	3				56.1562		
22 min	3					63.7550	
24 min	3						72.0421
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.29 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ระยะเวลาต่างๆของ
ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
14 min	3	35.5482				
16 min	3		44.3741			
18 min	3		49.9363	49.9363		
20 min	3			53.8096	53.8096	
22 min	3				56.2287	
24 min	3					66.8655
Sig.		1.000	.064	.181	.392	1.000

ตารางภาคผนวก ข.30 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ระยะเวลาต่างๆของ
ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
14 min	3	44.5021				
16 min	3	50.7954	50.7954			
18 min	3		58.2523	58.2523		
20 min	3			63.5765	63.5765	
22 min	3				69.4705	69.4705
24 min	3					75.4065
Sig.		.208	.140	.282	.236	.233

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.31 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ระยะเวลาต่างๆของ
ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
14 min	3	43.6994				
16 min	3		51.7053			
18 min	3		56.2874	56.2874		
20 min	3			61.5790	61.5790	
22 min	3				67.0237	67.0237
24 min	3					73.5300
Sig.		1.000	.174	.121	.112	.063

ตารางภาคผนวก ข.32 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ระยะเวลาต่างๆของ
ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 0 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
14 min	3	32.3194		
16 min	3	35.6502		
18 min	3		41.2850	
20 min	3		43.1552	
22 min	3			51.9974
24 min	3			55.4878
Sig.		.137	.389	.121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.33 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละการดูดซึมน้ำที่ระยะเวลาต่างๆของ
ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 24 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
14 min	3	32.4610			
16 min	3	39.0098	39.0098		
18 min	3		44.5551	44.5551	
20 min	3			47.8343	
22 min	3				57.5329
24 min	3				62.0457
Sig.		.098	.155	.387	.240

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวก ข.34 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆของข้าว
พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน**

TIME	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
24 min	5	24.4144				
22 min	5		31.0334			
20 min	5		33.7170	33.7170		
18 min	5			35.1556		
16 min	5				48.8796	
14 min	5					55.8336
Sig.		1.000	.141	.423	1.000	1.000

**ตารางภาคผนวก ข.35 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆของข้าว
พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน**

TIME	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
22 min	5	51.1600			
20 min	5	51.9072			
18 min	5		55.5524		
24 min	5		56.3832		
16 min	5			71.0006	
14 min	5				75.9202
Sig.		.627	.590	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.36 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆของข้าว
พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
24 min	5	39.0466		
20 min	5	44.1742		
22 min	5	44.6748		
18 min	5		57.7524	
16 min	5		61.9794	
14 min	5			82.2764
Sig.		.076	.155	1.000

ตารางภาคผนวก ข.37 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆของข้าว
พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุ 24เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
22 min	5	28.4554				
24 min	5	30.2178				
20 min	5		35.6954			
18 min	5			46.3318		
16 min	5				63.0094	
14 min	5					75.2940
Sig.		.481	1.000	1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.38 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆของข้าว
พันธุ์สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
24 min	5	38.9434		
22 min	5	39.5614		
16 min	5		63.7928	
18 min	5		64.1312	
20 min	5		67.4474	
14 min	5			95.9446
Sig.		.833	.244	1.000

ตารางภาคผนวก ข.39 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆของข้าว
พันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 0 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
24 min	5	59.6028				
20 min	5	63.8134				
22 min	5		74.9748			
18 min	5			85.9782		
16 min	5				105.4408	
14 min	5					123.0988
Sig.		.137	1.000	1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.40 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความแข็งที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆของข้าว
พันธุ์ชัยนาท 1 อายุ 24 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
24 min	5	61.2382			
22 min	5	63.0222			
20 min	5		75.9422		
14 min	5			86.5712	
18 min	5			87.4814	
16 min	5				101.7534
Sig.		.457	1.000	.703	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.41 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหนียวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆของ
ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 0 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
16 min	5	-2.3874	
20 min	5	-2.1902	-2.1902
18 min	5	-2.0254	-2.0254
22 min	5	-1.8456	-1.8456
14 min	5	-1.7374	-1.7374
24 min	5		-1.6762
Sig.		.067	.144

ตารางภาคผนวก ข.42 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหนียวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆของ
ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 7 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
18 min	5	-1.0126	
20 min	5	-.9856	
22 min	5	-.8336	
16 min	5	-.8166	
14 min	5	-.8008	
24 min	5		-.5426
Sig.		.113	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.43 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหินยวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆของ
ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 12 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
24 min	5	-2.0258			
20 min	5	-1.9066	-1.9066		
22 min	5	-1.5846	-1.5846		
18 min	5		-1.4480	-1.4480	
16 min	5			-1.0958	
14 min	5				-4476
Sig.		.070	.060	.124	1.000

ตารางภาคผนวก ข.44 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหินยวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ
ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 24 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
20 min	5	-2.2384		
24 min	5		-1.8522	
22 min	5		-1.8240	
14 min	5		-1.6950	-1.6950
18 min	5		-1.6526	-1.6526
16 min	5			-1.4206
Sig.		1.000	.310	.153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.45 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหนียวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ
ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 อายุ 0 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05
		1
16 min	5	-1.4086
20 min	5	-1.2806
24 min	5	-1.1394
18 min	5	-1.0142
22 min	5	-1.0070
14 min	5	-.9886
Sig.		.101

ตารางภาคผนวก ข.46 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหนียวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ
ของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 อายุ 0 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05
		1
14 min	5	-.4690
22 min	5	-.4448
24 min	5	-.3564
18 min	5	-.3540
16 min	5	-.3386
20 min	5	-.3344
Sig.		.070

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.47 Analysis of One-Way ANOVA ค่าความเหินยวที่หุงที่ระยะเวลาต่างๆ
ของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 อายุ 24 เดือน

TIME	N	Subset for alpha = .05
		1
14 min	5	-.7062
24 min	5	-.6974
22 min	5	-.6920
20 min	5	-.6612
18 min	5	-.6428
16 min	5	-.6006
Sig.		.139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.48 Analysis of One-Way ANOVA ความยาวของเมล็ดข้าวสาร

VAR	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
su	30	7.2267	
ml	30	7.2367	
cn	30		7.4867
Sig.		.910	1.000

ตารางภาคผนวก ข.49 Analysis of One-Way ANOVA ความกว้างของเมล็ดข้าวสาร

VAR	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
ml	30	1.6000	
cn	30		1.6900
su	30		1.7067
Sig.		1.000	.542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.50 Analysis of One-Way ANOVA ความหนาของเมล็ดข้าวสาร

VAR	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
ml	30	2.0200	
su	30	2.0267	
cn	30		2.0933
Sig.		.730	1.000

ตารางภาคผนวก ข.51 Analysis of One-Way ANOVA สีของเมล็ดข้าวสาร

VAR	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
ml 7 m	10	62.9620			
ml 0 m	10		65.5730		
ml 12 m	10		67.2010	67.2010	
ml 24 m	10			67.5200	
cn 24 m	10			67.5360	
sp 0 m	10				70.3330
cn 0 m	10				70.8250
Sig.		1.000	.063	.717	.570

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข.52 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละความชื้นของข้าวสารพันธุ์ต่างๆ

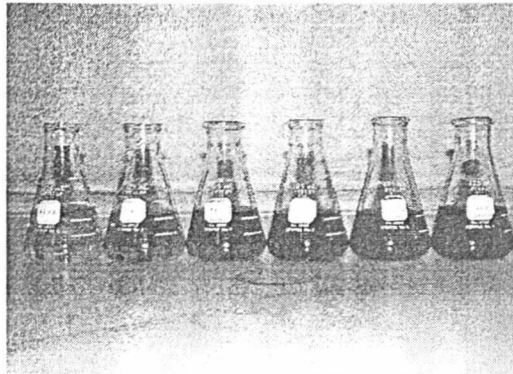
VAR	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
su 0 m	3	12.6667					
cn 0 m	3	12.8400	12.8400				
ml 0 m	3		13.0700	13.0700			
ml 24 m	3			13.3800			
cn 24 m	3				13.8567		
ml 12 m	3					14.2900	
ml 7 m	3						16.9100
Sig.		.344	.215	.102	1.000	1.000	1.000

ตารางภาคผนวก ข.53 Analysis of One-Way ANOVA ร้อยละอะไมโลสของข้าวสารพันธุ์ต่างๆ

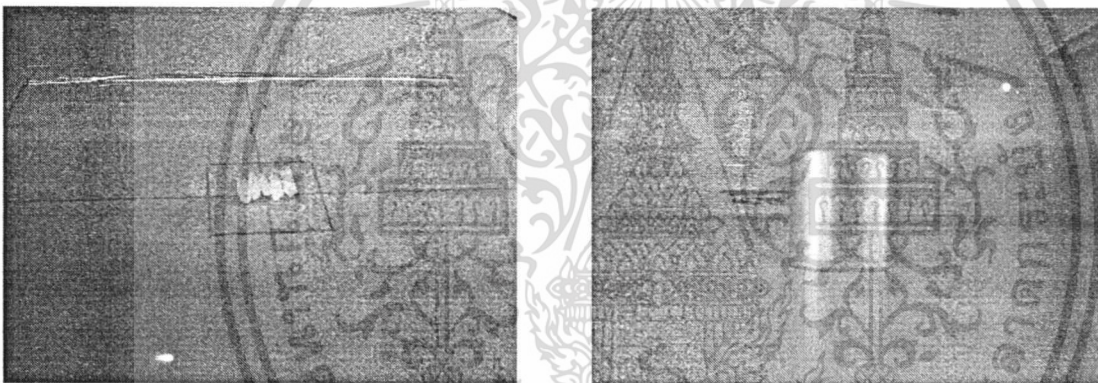
VAR	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
ml 24 m	3	19.4800					
ml 7 m	3		19.7733				
ml 12 m	3		19.8433				
ml 0 m	3			20.6333			
sp 0 m	3				25.2533		
cn 0 m	3					34.4300	
cn 24 m	3						37.7600
Sig.		1.000	.089	1.000	1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค



(1)

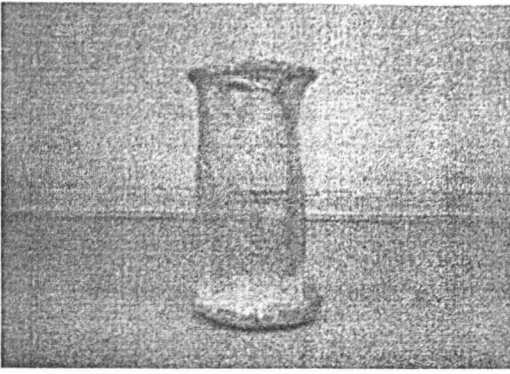


(2)

(3)

- ภาพภาคผนวก ค.1 การหาปริมาณอะไมโดสของสารละลายมาตรฐาน
 ภาพภาคผนวก ค.2 การเรียงเมล็ดข้าวเพื่ออัดเนื้อสัมผัส
 ภาพภาคผนวก ค.3 หัวคดทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร

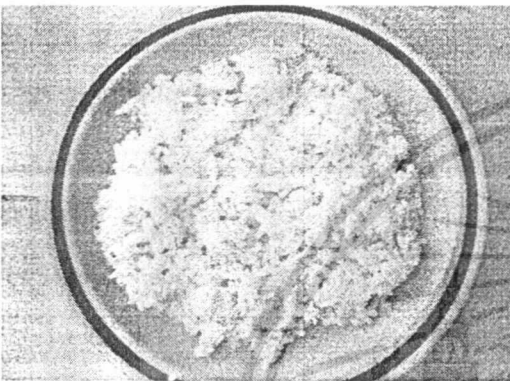
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



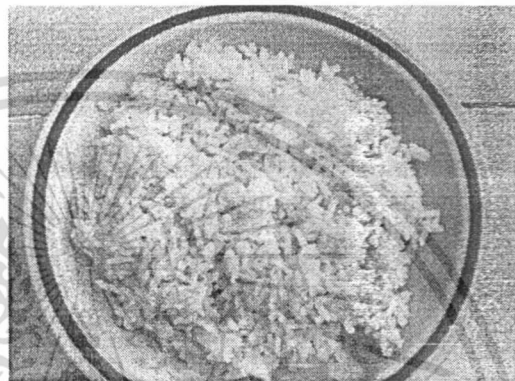
(4)



(5)



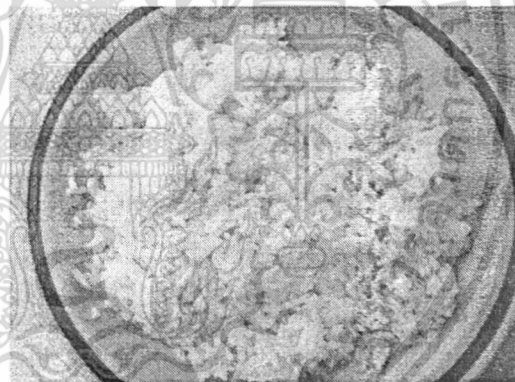
(6)



(7)



(8)

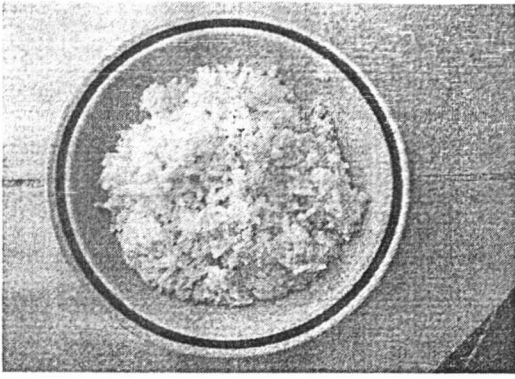


(9)

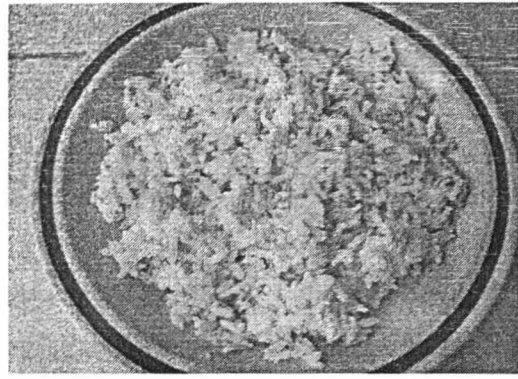
- ภาพภาคผนวก ค.4-5 ข้าวที่นำมาหาปริมาณการดูดน้ำที่ระยะเวลาต่างๆ
- ภาพภาคผนวก ค.6 ข้าวขาวดอกมะลิ 105;0 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ1:2
- ภาพภาคผนวก ค.7 ข้าวขาวดอกมะลิ 105;7 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ1:2
- ภาพภาคผนวก ค.8 ข้าวขาวดอกมะลิ 10;12 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ1:2
- ภาพภาคผนวก ค.9 ข้าวขาวดอกมะลิ 105; 24 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ

1:2

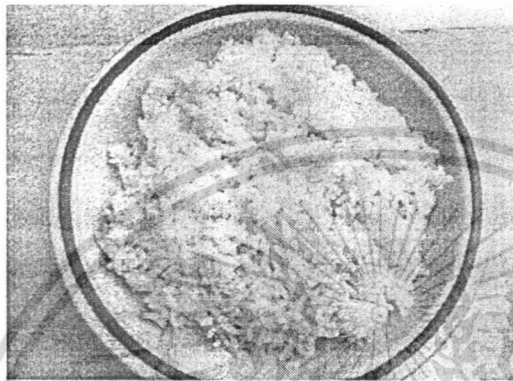
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(10)



(11)



(12)

ภาพภาคผนวก ก.10 ข้าวสุกพร้อมบรรจุ 60: 0 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2

ภาพภาคผนวก ก.11 ข้าวชั้ยนาท 1: 0 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2

ภาพภาคผนวก ก.12 ข้าวชั้ยนาท 1; 24 เดือนที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้