184161

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อคุณภาพการสีของข้าว

(Effect of Relative Humidity on Rice Milling Quality)

T097061

นางสาว ปัทมา สุวาท รหัสประจำตัว 44045050
นางสาว ศรัญญา มาเกิด รหัสประจำตัว 44045063

ป ผ.
ป 533 ผ
2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....97061
วัน,เดือน,ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อคุณภาพการสีของข้าว

(Effect of Relative Humidity on Rice Milling Quality)

โดย

นางสาว ปัทมา สุวาท รหัสประจำตัว 44045050

นางสาว ศรัญญา มาเกิด รหัสประจำตัว 44045063

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

....27.../.พ.ค./...45... **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ดร. พอใจ ถามากร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัทมา สุวาท , ศรัญญา มาเกิด ผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อคุณภาพการสีของข้าว (Effect of Relative Humidity on Rice Milling Quality .) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. พอใจ ถามากร

จากการศึกษาการเก็บข้าวเปลือก ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างกัน 5 ระดับ คือ 53.5 ± 2.93% , 60.0 ± 1.70% , 68.7 ± 2.79% , 71.6 ± 0.85% และ 76.9 ± 0.43% เก็บข้าวเปลือกที่ความชื้น 3 ระดับ คือ 10.64 ± 0.17% , 12.68 ± 0.16% และ 14.73 ± 0.15% เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (29-31 องศาเซลเซียส) แล้วนำไปหาคุณภาพการสี พบว่าการเก็บข้าวเปลือก 48 ชั่วโมง มีแนวโน้มของคุณภาพการสีต่ำกว่าการเก็บที่เวลา 24 ชั่วโมงเล็กน้อย ที่ระดับความชื้นของข้าวเปลือกประมาณ 10% และ14% มีแนวโน้มของคุณภาพการสีค่อนข้างคงที่ในทุกสภาพความชื้นสัมพัทธ์ แต่ที่ระดับความชื้นประมาณ 12% การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ทำให้คุณภาพการสีลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบความชื้นของข้าวเปลือก พบว่าความชื้นของข้าวเปลือกประมาณ 10% จะทำให้มีคุณภาพการสีสูงกว่าที่ความชื้นของข้าวเปลือกประมาณ 12% และ 14%

ปัทมา สุวาท ..... ศรัญญา มาเกิด .... 27 ม.ค. 45 .....

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง ผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อคุณภาพการสีของข้าวนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร. พอใจ ถามากร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยแนะนำและให้คำปรึกษาในทุกเรื่อง รวมทั้งแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้กำลังใจ และปัจจัยในการทำงานตลอดเวลาทำให้การทำงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่คอยช่วยเหลือด้านการเบิกอุปกรณ์ และเปิดห้องปฏิบัติการในการทำการทดลอง และคุณวันทนีย์ ช้างน้อย ที่คอยช่วยเหลือให้ความสะดวกเรื่องสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

นางสาว ปัทมา สุวาท

นางสาว ศรัญญา มาเกิด

15 ตุลาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	3
2.1 โครงสร้างเมล็ดข้าว	3
2.2 คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าว	5
2.3 ความชื้นในเมล็ดข้าว	7
2.4 การตากข้าว	8
2.5 กระบวนการขัดสีข้าว	9
2.6 คุณภาพการสีข้าว	9
2.7 ความชื้นสัมพัทธ์	10
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
3.1 วัตถุดิบ	12
3.2 อุปกรณ์	12
3.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	12
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	13
บทที่ 4 ผลการทดลอง	14
วิจารณ์ผลการทดลอง	15
สรุปผลการทดลอง	18
เอกสารอ้างอิง	19
ภาคผนวก	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ชั้นของเมล็ดข้าวตามมาตรฐานข้าวไทยและสหรัฐอเมริกา	6
4.1 เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดเก็บที่ 24 และ 48 ชั่วโมงที่ระดับความชื้น 10.64±0.17 %, 12.68±0.16% , และ 14.73±0.15 %	14
ข.1 การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของข้าวเปลือก 10.64 ±0.17% เก็บที่ 24 ชั่วโมง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้ง 5 ระดับ	23
ข.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test	23
ข.3 การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของข้าวเปลือก 10.64 ±0.17% เก็บที่ 48 ชั่วโมง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ทั้ง 5 ระดับ	24
ข.4 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test	24
ข.5 การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของข้าวเปลือก 12.68±0.16 % เก็บที่ 24 ชั่วโมง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้ง 5 ระดับ	25
ข.6 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test	25
ข.7 การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของข้าวเปลือก 12.68 ±0.16% เก็บที่ 48 ชั่วโมง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้ง 5 ระดับ	26
ข.8 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test	26
ข.9 การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของข้าวเปลือก 14.73±0.15 % เก็บที่ 24 ชั่วโมง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้ง 5 ระดับ	27
ข.10 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test	27
ข.11 การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของข้าวเปลือก 14.73 ±0.15% เก็บที่ 48 ชั่วโมง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้ง 5 ระดับ	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.12 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test 28

ข.13 การวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เก็บที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ความชื้นข้าวเปลือก 10.64 ±0.17% 29

ข.14 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test 29

ข.15 การวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เก็บที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ความชื้นข้าวเปลือก 12.68 ±0.16% 30

ข.16 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test 30

ข.17 การวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เก็บที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ความชื้นข้าวเปลือก 14.73±0.15 % 31

ข.18 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว	3
2.2 กราฟความชื้นสมดุลของเมล็ดข้าว ณ ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิต่าง ๆ	8
4.1 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดที่ความชื้น 10.64 %	16
4.2 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดที่ความชื้น 12.68 %	16
4.3 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดที่ความชื้น 14.73%	17
4.4 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดเก็บที่ 24 ชั่วโมง	17
ค.1 เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์	32
ค.2 ภาชนะปิดสนิท	32
ค.3 เครื่องกระเทาะเปลือก Super line SC-KR	33
ค.4 เครื่องขัดขาว Super line SC-KR	33
ค.5 ข้าวเต็มเมล็ด	34
ค.6 ข้าวหัก	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศผลิตข้าวที่สำคัญ ผลผลิตข้าวนอกจากใช้บริโภคภายในประเทศแล้ว ยังเป็นสินค้าเพื่อการส่งออก จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่ส่งออกในปริมาณมาก และทำรายได้หลักให้กับประเทศมาโดยตลอด ดังนั้นในการที่จะผลิตข้าวให้มีผลผลิตเพิ่มมากขึ้นและเพียงพอกับความต้องการ จึงได้มีการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการต่าง ๆ ที่จะเพิ่มผลผลิตข้าวให้มากขึ้น เช่นการใช้พันธุ์ข้าวที่ดี สามารถให้ผลผลิตที่สูง สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และวิธีการอื่นที่ส่งเสริมให้ผลผลิตสูงขึ้น

ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการเพิ่มผลผลิตของข้าวให้สูงขึ้นคือ การจัดการภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยการควบคุมสภาวะบรรยากาศในการเก็บรักษาเพื่อให้ได้คุณภาพการสีที่ดีเพิ่มผลผลิตของข้าว ซึ่ง ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ มีผลต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพการสีของข้าวเปลือก โดยที่ข้าวเปลือกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามสภาพบรรยากาศในการเก็บ ดังนั้น จึงควรมีการควบคุมสภาพบรรยากาศให้เหมาะสม จะได้ข้าวที่มีคุณภาพการสีที่ดี และมีผลผลิตเพิ่มมากขึ้น (ไสว, 2534)

Banaszek and Siebenmorgen (1990) ได้ศึกษาผลของความชื้นเริ่มต้น เวลา ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และอุณหภูมิที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดภายใต้สภาวะที่ข้าวเปลือกมีการดูดน้ำกลับ พบว่า เวลา ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และความชื้นเริ่มต้น เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการลดลงของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด และอุณหภูมิมีผลกระทบน้อยมากต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดภายใต้สภาวะอากาศที่ทำให้ข้าวเปลือกมีการดูดความชื้นกลับ โดยข้าวเปลือกที่มีความชื้นต่ำกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียกเมื่อเก็บไว้ภายใต้สภาวะที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดจะลดลงน้อยกว่ากรณีข้างต้นเมื่อความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือกที่เก็บไว้สูงขึ้นภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hook และคณะ (1984) ได้ทดลองศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์กับการสี และคุณสมบัติของข้าวสาลีพบว่า การควบคุมสภาพบรรยากาศจะช่วยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแป้งน้อย ถ้าไม่มีการควบคุมสภาพบรรยากาศการเปลี่ยนแปลงจะเกิดตามฤดูกาล ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ส่วนใหญ่ มีอิทธิพลต่อการสีมากกว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ดังนั้น จึงควรมีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ มากกว่าการควบคุมอุณหภูมิ

Noomhorm and Chen (1991) ศึกษาผลของสภาพแวดล้อมและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดในช่วงการสีข้าว พบว่า เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดจะสูงขึ้น การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์เป็น 70-80 เปอร์เซ็นต์ จะให้คุณภาพการสีดีที่สุด ที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส

ดังนั้น การทดลองนี้จึงทำการศึกษาผลของการเก็บข้าวเปลือกที่มีระดับความชื้นต่างกัน โดยเก็บที่สภาพความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ กัน ที่มีต่อคุณภาพการสีของข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 50

วัตถุประสงค์

ศึกษาผลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อคุณภาพการสีของข้าวเปลือกที่มีความชื้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

ข้าวเป็นพืชในตระกูลหญ้า (family : Gramineae) ชนิดหนึ่งมีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ คือ *Oryza sativa* เป็นอาหารหลักที่สำคัญของชาวเอเชีย เมล็ดข้าวหรือข้าวเปลือก (roug rice or paddy)เป็นส่วนผลของต้นข้าว

ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ที่มา: (คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2343)

2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

2.1.1 เปลือกหุ้มเมล็ด หรือแกลบ (hull) เป็นส่วนที่หุ้มอยู่ภายนอก ช่วยป้องกันเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทำลายภายนอก เนื่องจากมีการอัดตัวระหว่างเปลือกกับส่วนที่อยู่ภายใน ประกอบด้วย เปลือกข้าว (lemma และ pelea) จะมีเซลลูโลส (cellulose) และเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) เป็นองค์ประกอบ ขั้วเมล็ด (rachilla) และฐานรองดอก (sterille lemma)

2.1.2 ส่วนผล (caryopsis) เป็นส่วนที่บริโภคได้ หรือข้าวกล้อง (brow rice, dehulled, husked rice, or cargo rice) ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ ดังนี้

2.1.2.1 ชั้นเปลือกหุ้มเมล็ด หรือ เพอริคาร์ป (pericarp) เป็นส่วนผิวนอกของข้าวกล้อง ที่พัฒนามาจากลังไข่ของดอกข้าว มีความหนาประมาณ 10 ไมครอน และมีท่ออาหารอยู่ทางด้านหลัง (dorsal) ของเมล็ดอาจมีสารสีอยู่เช่นข้าวแดง หรือข้าวเหนียวดำ มีสารอาหารที่เป็นเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และมีเยื่อใย (fiber) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ ชั้นนอก (epicarp) ชั้นกลาง (mesocarp) และ ชั้นใน (endocarp)

2.1.2.2 ชั้นเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat or tergmen) เป็นเซลล์ชั้นเดียว หนาประมาณ 0.5 ไมครอนส่วนนี้อุดมไปด้วยโปรตีน ไขมัน เซลลูโลส (cellulose) และ เฮมิเซลลูโล (hemicellulose) สารที่เกิดกับข้าวกล้องก็จะอยู่ในส่วนเยื้อหุ้มเมล็ดเช่นกัน

2.1.2.3 ชั้นอลูโรน (aleurone layer) ประกอบด้วยเซลล์ 1-7 ชั้น ข้าวเมล็ดสั้นป้อมมักมีจำนวนชั้นของอลูโรน มากกว่าข้าวเมล็ดเรียวยาว และภายในเมล็ดเดียวกัน ด้านหลังของเมล็ด (dorsal) ที่อยู่ตรงข้ามคัพภะ (embryo or germ) มักมีจำนวนชั้นของอลูโรนมากกว่าด้านท้องของเมล็ด (venral) ภายในเซลล์อลูโรนอุดมไปด้วยโปรตีนและไขมัน ผนังเซลล์ประกอบไปด้วยโปรตีน เซลลูโลส และ เฮมิเซลลูโลส ดังนั้นเมื่อบริโภคข้าวกล้องจึงรู้สึกกระด้างกว่าข้าวสาร

2.1.2.4 คัพภะ (embryo) คัพภะของข้าวมีขนาดเล็กมาก อยู่ตรงปลายของเมล็ดด้านท้องส่วนนี้เจริญต่อไปเป็นต้นอ่อน ภายในคัพภะอุดมไปด้วย โปรตีน ไขมัน นอกจากนี้ในส่วนเยื่ออลูโลน และคัพภะยังอุดมไปด้วยไวตามิน เช่น B1(thaiamin), B2 (riboflavin) และ ไนอะซิน (niacin) ซึ่งไวตามินเหล่านี้จะถูกขัดออกไปเมื่อผ่านขบวนการสีข้าว และคงเหลืออยู่ในข้าวสารน้อยมาก

2.1.2.5 เอ็นโดสเปิร์ม (endosperms) คือ ส่วนที่เป็นข้าวสาร ในส่วนของเอนโดสเปิร์มนี้มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก แป้งข้าวมีรูปร่างเป็นทรงผลึกหลายเหลี่ยม (poly gonal) ขนาด 2-10 ไมครอน อยู่รวมกันเป็นกลุ่มแป้ง (starch compound) กลุ่มแป้งหลาย ๆ กลุ่ม จะอยู่รวมกันในเซลล์โดยมีโปรตีน (protein body) แทรกอยู่ กลุ่มโปรตีนเหล่านี้มีขนาด 1-4 ไมครอน และมีอยู่หนาแน่นตรงบริเวณผิวของเมล็ดข้าวสาร ภายในเมล็ดข้าวสารมีแป้งอยู่ประมาณ 84-93 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งและมีโปรตีนประมาณ 5-14 เปอร์เซ็นต์ แป้งข้าวยังสามารถแยกเป็น 2 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **อมิโลเปคติน (amylopectin)** เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลกลูโคส (glucose) จำนวนมากและมีโครงสร้างเชื่อมต่อกันแบบแยกเป็นกิ่งก้านสาขา (branched chain) เมื่อย้อมสีด้วยน้ำยาไอโอดีนจะเป็นสีน้ำตาลแดง (red brow) เมื่อทำให้สุก (gelatinized) ในน้ำเดือดจะค่อนข้างคงสภาพเดิมได้นาน และเป็นส่วนที่ทำให้ข้าวเหนียวติดกัน

- **อมิโลส (amylose)** เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากการรวมตัวของกลูโคสจำนวนมากเช่นกัน แต่มีโครงสร้างต่อกันเป็นแนวยาว (linear chain) เมื่อย้อมด้วยสีน้ำยาไอโอดีนจะมีสีน้ำเงิน เมื่อทำให้สุกในน้ำเดือดจะทำให้เย็นจนเกิดขบวนการคืนตัวเป็นของแข็ง (retrogration) ขึ้นทำให้ความสามรถในการละลายในน้ำลดลง และมีผลทำให้ข้าวสุกร่วนและแข็งกระด้างมากขึ้นในแป้งข้าวจะมีอมิโลสเป็นส่วนรอง โดยปะปนกับอมิโลเปคติน

2.2 คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพ

คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ (grain phycical quality) หมายถึงคุณสมบัติภายนอกของเมล็ดที่เห็นได้ง่าย ซึ่งจำแนกเป็น

2.2.1 สีของข้าวกล้อง เมื่อกระเทาะข้าวออกจะพบข้าวกล้องที่มีสีขาวเป็นส่วนใหญ่นอกจากนี้มีข้าวบางพันธุ์ที่มีข้าวกล้องสีแดงน้ำตาลหรือสีม่วงจนเกือบดำ ข้าวกล้องที่มีสีนี้ หากเป็นสีล้วน ๆ จะมีราคาสูง แต่ถ้าปนข้าวขาว จะทำให้มีคุณภาพหรือราคาด้อยลง

2.2.2 ขนาดเม็ด (grain size) ขนาดเมล็ดข้าวอาจวัดได้จากความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ด แต่ในการพิจารณาคุณภาพเมล็ดทั่วไปจะหมายถึงความยาวของเมล็ด มาตรฐานข้าวไทยได้กำหนดชั้นของเมล็ด เป็น 4 ขนาด ตามตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ชั้นของเมล็ดข้าวตามมาตรฐานข้าวไทยและสหรัฐอเมริกา

ชั้นของเมล็ด	ไทย (มม.)	สหรัฐอเมริกา (มม.)
เมล็ดยาวชั้น 1 (Extra long)	>7.0	> 7.50
เมล็ดยาวชั้น 1 (Long)	6.6-7.0	6.61-7.50
เมล็ดยาวชั้น 3 (Medium)	6.2-6.6	5.51-6.60
เมล็ดสั้น (Short)	<6.2	<5.50

ที่มา : (วุฒิชัย, 2535)

นอกจากความยาวมาตรฐานของสหรัฐอเมริกาแล้ว บางประเทศยังนิยมกำหนดรูปร่างเมล็ดโดยประเมินจากอัตราส่วนความยาวความกว้างดังต่อไปนี้

รูปร่างเมล็ด		ความยาว/ความกว้าง
เรียว	(slender)	มากกว่า 3.0
ปานกลาง	(medium)	มากกว่า 2.1-3.0
ป้อม	(bold)	น้อยกว่า 2.0

แต่ว่ามาตรฐานข้าวไทยไม่มีการกำหนดรูปร่างเมล็ด เนื่องจากข้าวส่วนใหญ่มีเมล็ดยาวเรียว และยึดถือข้าวที่มีความยาวเกิน 7.0มม. เป็นข้าวคุณภาพดี และข้าวไทยเป็นประเภท indicaจึงทำให้เข้าใจทั่วไปว่าข้าวชนิด indica มีเมล็ดยาวเรียว แต่โดยความจริงมีข้าวพันธุ์ไทยพื้นเมืองบางพันธุ์มีเมล็ดป้อมเช่นกัน (วุฒิชัย, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความชื้นในเมล็ด (Seed moisture content)

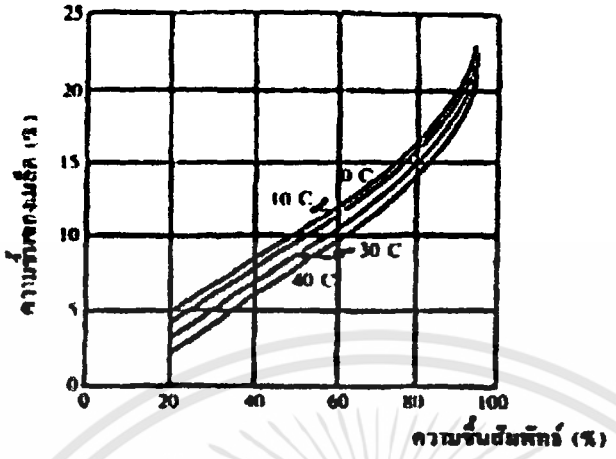
ความชื้นในเมล็ดเป็นปัจจัยสำคัญในการเก็บรักษาเมล็ดพืช ที่มีผลต่อความเสียหายของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อน และกึ่งเขตร้อน จำนวนน้ำในเมล็ดเป็นปัจจัยสำคัญ ในเรื่อง คุณภาพของเมล็ด (seed quality)โดยเฉพาะยังเกี่ยวข้องไปถึงการกระเทาะเมล็ด (threshing) การลดความชื้นในเมล็ด (drying) การทำความสะอาดเมล็ด (cleaning) และการเก็บรักษาเมล็ด (storage) ความชื้นในเมล็ด หรือน้ำในเมล็ด แบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

2.3.1 Free Water คือ น้ำที่อยู่ในช่องว่างระหว่างโมเลกุลขององค์ประกอบต่างๆ ของเมล็ด สามารถจะระเหยออกจากเมล็ดได้ง่าย น้ำประเภทนี้คือ ความชื้นของเมล็ด โดยคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักสด น้ำในรูปนี้ จะถูกยึดไว้ด้วยแรง capillary forces

2.3.2 Bound Water คือ น้ำที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรโตพลาสซึม และสารประกอบอื่นๆ ภายในเมล็ด น้ำส่วนนี้จะถูกยึดไว้ด้วยแรงยึดเหนี่ยวทางเคมี (chemical bound) หรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล (intermolecular forced) ซึ่งเป็นแรงยึดเหนี่ยวที่สูงมาก ฉะนั้นน้ำในรูปนี้จึงถูกแยกออกจากเมล็ดได้ยาก (จวงจันทร์, 2529)

นอกจากนี้ความชื้นยังเป็นตัวกำหนดราคาซื้อขาย เนื่องจากเมล็ดเป็นสิ่งมีชีวิตซึ่งคงมีการหายใจตลอดเวลา เมล็ดจะปรับความชื้นตัวเองให้มีความชื้นเท่ากับความชื้นรอบ ๆ ตัว ณ ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่กำหนดเมล็ดพืชจะปรับตัวจนมีความชื้นที่สามารถคาดเดาได้ เรียกว่า "ความชื้นสมดุล"หรืออาจกล่าวได้ว่าความชื้นสมดุล คือ ปริมาณความชื้นของเมล็ดที่สมดุลกับบรรยากาศ ณ ความชื้นสัมพัทธ์ที่กำหนด ถ้าอากาศรอบๆ เมล็ดเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ จะทำให้เมล็ดออกจากสมดุลเดิม และปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่เข้าสู่สมดุลความชื้นใหม่แต่ไม่มากนักในแง่การควบคุมปริมาณความชื้นในเมล็ด (ดังภาพที่ 2.2) แสดงให้เห็นว่า ณ ความชื้นสัมพัทธ์เดียวกันเมื่ออุณหภูมิเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความชื้น ณ จุดสมดุลจะไม่แตกต่างกันมากนัก สังเกตุจากอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้น พบว่าค่อนข้างคงที่ นั่นคือ อัตราการดูดหรือคายน้ำของเมล็ดจะค่อนข้างคงที่ ณ อุณหภูมิต่าง ๆ ยิ่งค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นเท่าใด การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะมีผลต่อความชื้นของเมล็ดน้อยลงเท่านั้น (คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 ความชื้นสมดุลของเมล็ดข้าว ณ ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิต่าง ๆ
ที่มา: (คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2343)

การเก็บรักษาข้าวเปลือก จะเก็บได้นานหรือไม่นั้น ขึ้นกับความชื้นในเมล็ด และสภาวะแวดล้อม เป็นสำคัญ เพราะความชื้นเป็นสาเหตุให้คุณภาพของเมล็ดเสื่อมอย่างรวดเร็ว (อรทัย, 2531)

2.4 การตากข้าว

การตากข้าว เป็นวิธีลดความชื้นของข้าวเปลือกโดยการให้ความร้อน โดยที่อากาศเป็นตัวพาความร้อนไปสู่เมล็ด ความร้อนจะทำให้น้ำภายในเมล็ดระเหยออกมา แล้วอากาศก็จะเป็นตัวพาน้ำนั้นออกจากเมล็ด การตากข้าวต้องเกลี่ยให้สม่ำเสมอทั้งกอง ความหนาของกองขึ้นอยู่กับปริมาณของข้าวและความชื้น ถ้าข้าวมีความชื้นสูงควรเกลี่ยบางๆ และไม่ควรหนาเกิน 12 เซนติเมตร ถ้าหนาเกินไป จะทำให้การระบายอากาศไม่ดี จะทำให้อุณหภูมิในกองข้าวสูงเกินไป ทำให้เมล็ดข้าวมีความแตกร้าว มีคุณภาพการสีต่ำ การตากควรตาก 1-2 แดด และต้องมีการเกลี่ยประมาณ 3-5 ครั้ง การตากข้าวให้แห้งอย่างสม่ำเสมอ และควรมีความชื้นในเมล็ดประมาณ 12-14 เปอร์เซ็นต์ (ไพฑูรย์, 2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 กระบวนการขัดสี

กระบวนการขัดสี เป็นขั้นตอนที่มีผลต่อคุณภาพการสีของข้าวมาก คือขั้นตอนการกระเทาะข้าวเปลือก และขั้นตอนการขัดขาว ในทั้ง 2 ขั้นตอนข้าวจะหักมากน้อยขึ้นอยู่กับ

1. การตั้งระยะห่างระหว่างลูกยางในเครื่องกระเทาะ และระหว่างแท่งเหล็กในเครื่องขัดขาว (clearance) ถ้าชิดกันมากเกินไปข้าวจะหักมาก
2. อัตราการหมุนของลูกยาง ในเครื่องกระเทาะข้าว
3. อัตราการไหลของข้าวสู่เครื่องกระเทาะและเครื่องขัดขาว

2.6 คุณภาพการสี (Milling Quality)

การสีข้าว หมายถึง ขบวนการกระเทาะข้าวเปลือก ก ารขัดข้าวกล้องและรวมถึงการคัดเลือกข้าวสารเต็มเมล็ดและต้นข้าวออกจากข้าวหัก สิ่งต่างๆที่ได้จากการสีข้าว คือแกลบ (hull) รำ (bran) ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว (head rice) และข้าวหัก (broken rice)

คุณภาพการสี เป็นคุณภาพเมล็ดข้าวที่จะบอกให้ทราบว่าเมื่อนำข้าวเปลือกมาขัดสีแล้วจะได้ข้าวเต็มเมล็ด (head rice)มากน้อยเพียงใด ปริมาณ (milling yield) สูงหรือต่ำ ข้าวที่มีคุณภาพในการขัดสีดีเมื่อนำมาขัดสีแล้วควรให้ข้าวเต็มเมล็ดประมาณร้อยละ 80 ของผลผลิตทั้งหมด เนื่องจากผู้บริโภคนิยมข้าวที่ผ่านการสีเป็นข้าวสารที่มีข้าวหักน้อย ข้าวหักตามกระทรวงพาณิชย์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

ข้าวหักใหญ่	หมายถึงเมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 5-7.9 ส่วน
ข้าวหัก	หมายถึงเมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5-4.9 ส่วน
ปลายข้าว	หมายถึงเมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนลงไป

คุณภาพของข้าวเปลือกนอกจากจะพิจารณาคุณภาพข้าวทางกายภาพข้างต้น ยังต้องคำนึงถึงปริมาณข้าวสาร ต้นข้าวและข้าวหักที่ได้จากการสีข้าวด้วย ในการสีข้าวจะได้แกลบ 20-28 % รำประมาณ 10% ส่วนที่เหลือคือ ข้าวสาร ในส่วนของข้าวนี้ประกอบด้วยข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว (> 8/10 ความยาวเมล็ด) และข้าวหัก ข้าวคุณภาพดีควรได้ข้าวสารมาก โดยมีข้าวหักน้อยปัจจัยที่ทำให้ข้าวหักระหว่างการสีได้แก่ เมล็ดข้าวยาวมาก เมล็ดบิดเบี้ยวหรือไม่สมบูรณ์ เมล็ดมีท้องไข่มาก เมล็ดอ่อน การเกิดเมล็ดร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนการสี ซึ่งอาจเนื่องจากการเก็บเกี่ยวข้าวที่แช่น้ำหรือแก่จัดเกินไป รวมทั้งการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาวะบรรยากาศในการเก็บไม่เหมาะสม การลดความชื้นของข้าวแห้งเกินไป

กระบวนการสีข้าวประกอบด้วยขั้นตอนระดับพื้นฐาน 4 ขั้นตอนคือ (ศรีศักดิ์ , 2533)

1. ก ารทำความสะอาดข้าวเปลือก (cleaning paddy)เพื่อกำจัด ใบ เมล็ดลีบ สิ่งเจือปนต่างๆ และสิ่งสกปรกออก

2. การกระเทาะข้าวเปลือกที่ทำความสะอาดแล้ว (shelling clean paddy)ในขั้นนี้สิ่งที่ถูกแยกออกมา คือ แกลบ (hull) และข้าวกล้อง (brow rice or caryopsis)

3. ก ารขัดข้าวกล้องให้เป็นข้าวสาร (scouring the brown rice)เมื่อนำมาข้าวกล้องไปขัด สิ่งที่ได้ คือ รำ (bran) และข้าวสาร (total milled rice or milling recovery)

4. การคัดข้าวสาร (grading milled rice) คือการแยกข้าวสารออกเป็นข้าวเต็มเมล็ดและ ต้นข้าว (head rice) และข้าวหัก (broken rice)

2.7 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นของอากาศ หมายถึง ปริมาณไอน้ำที่ปะปนอยู่ในอากาศ ได้มาจากแหล่งน้ำต่างๆ ความชื้นในอากาศมี 2 แบบ คือ

1. ความชื้นสัมบูรณ์
2. ความชื้นสัมพัทธ์

เมื่อความชื้นในอากาศมากหมายถึง ในอากาศมีไอน้ำมาก สามารถรับไอน้ำได้อีกเล็กน้อยเท่านั้น อากาศก็จะอิ่มตัว ซึ่งจะทำให้น้ำจากที่ต่างๆระเหยได้น้อย รวมทั้งตัวเราด้วย (เหงื่อ) ทำให้รู้สึกอึดอัดและเหนียวตัว ผ้าแห้งช้า โดยจะตรงข้ามกับอากาศแห้ง

ความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึง ปริมาณเปรียบเทียบระหว่างมวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้น กับมวลของไอน้ำในอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกัน นิยมคิดค่าเป็นร้อยละ หรือ % การหาความชื้นสัมพัทธ์จึงหาได้จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{มวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้น}}{\text{มวลของไอน้ำในอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกัน}} \times 100$$

ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และสภาพบรรยากาศ มีผล ต่ออายุการเก็บรักษา และคุณภาพการสีของข้าวเปลือก โดยที่ข้าวเปลือกจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าคุณภาพของข้าวเปลือกขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมของการเก็บ (บุญส่ง, 2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ข้าวเปลือกพันธุ์ สุพรรณบุรี 50

3.2 อุปกรณ์

1. เทอร์โมมิเตอร์
2. เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์
3. เครื่องกระเทาะเปลือก super line SC-KR
4. เครื่องขัดขาว super line SC-KR
5. ภาชนะปิดสนิท

3.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. potassium carbonate (K_2Co_3)
2. sodium bromide (NaBr)
3. potassium iodide (KI)
4. sodium choride (NaCl)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนในการทดลอง

3.3.1 การเตรียมข้าวเปลือก

นำข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดลองมาปรับความชื้นเป็น 3 ระดับ คือ

- ระดับความชื้นประมาณ 10-11%
- ระดับความชื้นประมาณ 12-13%
- ระดับความชื้นประมาณ 14-15%

3.3.2 ศึกษาความชื้นของข้าวเปลือกและความชื้นสัมพัทธ์ต่อคุณภาพการสี

ศึกษาความชื้นของข้าวเปลือกทั้ง 3 ระดับ โดยเตรียมข้าวเปลือก 125 กรัม ใส่ภาชนะปิดสนิท มีสารละลายเกลืออิ่มตัวของ K_2Co_3 , NaBr, KI และ NaCl ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 53.5$\pm$2.93 % , 60.0$\pm$1.70%, 71.6$\pm$0.85% และ 76.9$\pm$0.43% ตามลำดับ และข้าวเปลือกเก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่สภาวะปกติทางบรรยากาศ (68.7$\pm$2.79%) นำไปเก็บที่อุณภูมิห้อง โดยเก็บที่เวลา 24ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ทำการทดลอง 2 ซ้ำเมื่อครบกำหนดนำไปปฏิบัติดังนี้

1. กระเทาะเปลือกโดยใช้เครื่องกระเทาะเปลือก super line SC-KR
2. ขัดขาวโดยใช้เครื่องขัดขาว super line SC-KR
3. หาเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด นำข้าวที่ได้จาการขัดสี หาปริมารข้าวหัก และข้าวเต็มเมล็ดแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณของผลผลิตในส่วนของข้าวเต็มเมล็ด (% yield)

$$\text{ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด (\%)} = \frac{\text{ปริมาณของข้าวเต็มเมล็ด}}{\text{ปริมาณข้าวเปลือกที่นำมาขัดสี}} \times 100$$

4. นำไปวิเคราะห์ผลโดยใช้ ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดย Duncan's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการศึกษาการเก็บข้าวเปลือก ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างกัน 5 ระดับ คือ 53.5 ± 2.93 %, 60.0 ± 1.70 % , 68.7 ± 2.79 % , 71.6 ± 0.85 % และ 76.9 ± 0.43 % เก็บข้าวเปลือกที่ความชื้น 3 ระดับ คือ 10.64 ± 0.17 % , 12.68 ± 0.16 % และ 14.73 ± 0.15 %เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (29-31 องศาเซลเซียส) แล้วนำไปหาคุณภาพการสี ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดของข้าวเปลือกที่มีระดับความชื้น 10.64±0.17 %, 12.68±0.16% , และ 14.73±0.15 % เก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความชื้นข้าวเปลือก (%)	เวลาเก็บ (ชม.)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%) / ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด (%)				
		53.5 ± 2.93	60.0 ± 1.70	68.7 ± 2.79	71.6 ± 0.85	76.9 ± 0.43
10.64 ± 0.17	24	$^{a}71.8200^{a}$	$^{a}73.9200^{a}$	$^{a}71.2950^{a}$	$^{a}70.6400^{a}$	$^{a}69.9450^{a}$
	48	$^{a}71.7300^{a}$	$^{a}72.9450^{a}$	$^{a}70.1250^{a}$	$^{a}69.1400^{a}$	$^{a}70.6400^{a}$
12.68 ± 0.16	24	$^{a}74.4350^{a}$	$^{a}71.0750^{a}$	$^{a}69.1200^{a}$	$^{a}69.7560^{a}$	$^{a}64.0550^{b}$
	48	$^{a}71.6050^{a}$	$^{a}68.2550^{a}$	$^{a}67.6500^{a}$	$^{a}66.0550^{b}$	$^{a}69.9050^{a}$
14.73 ± 0.15	24	$^{a}66..2750^{a}$	$^{a}67.8900^{a}$	$^{a}69.7350^{a}$	$^{a}66.2250^{a}$	$^{a}67.4550^{a}$
	48	$^{a}65.8600^{a}$	$^{a}66.0650^{a}$	$^{a}68.2300^{a}$	$^{a}65.9450^{a}$	$^{a}66.8400^{a}$

$^{a}X^{b}$ a คือ ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันในแนวตั้งที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เก็บที่ 24 และ 48 ชั่วโมงของความชื้น

b คือ ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันในแนวนอนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 เมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดของข้าวเปลือกที่ความชื้น 10.64% และ 14.73% พบว่ามีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของความชื้นสัมพัทธ์ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ในขณะที่ ที่ข้าวเปลือกความชื้น 12.68% เมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเก็บข้าวเปลือกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง พบว่า เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

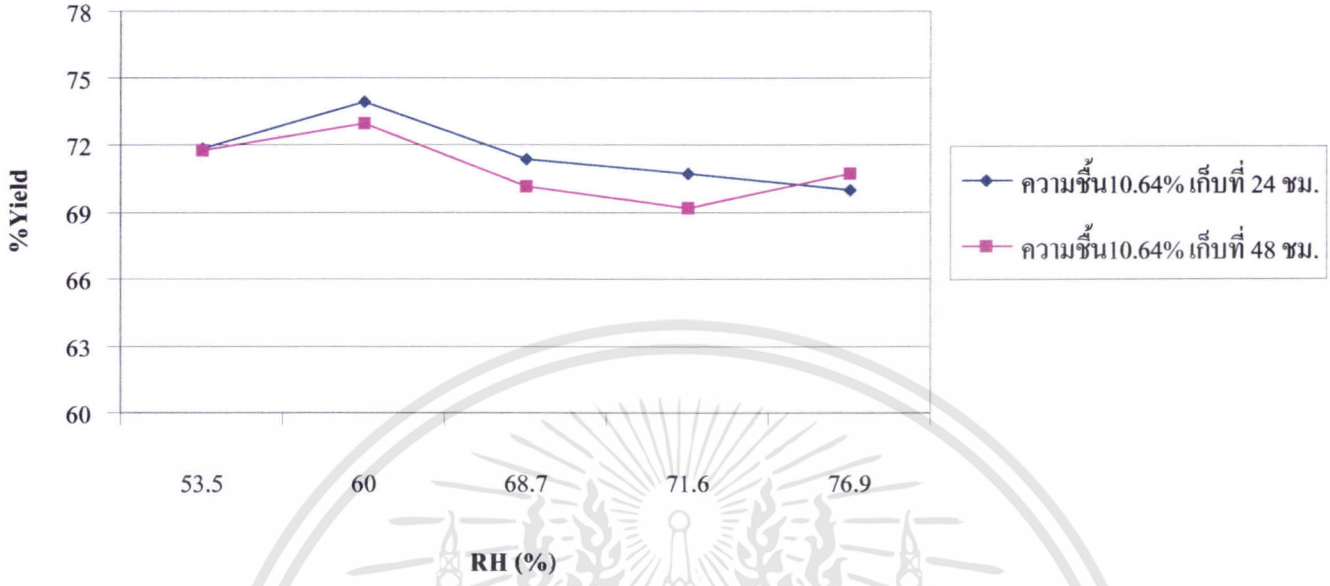
จากการเก็บข้าวเปลือกที่มีความชื้น 10.64% ที่สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ต่างกันทั้ง 5 ระดับ ระยะเวลาการเก็บที่ 48 ชั่วโมง มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดต่ำกว่าที่ระยะเวลาการเก็บที่ 24 ชั่วโมงเล็กน้อย ในขณะที่เมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดค่อนข้างคงที่ (ดังภาพที่ 4.1)

ในข้าวเปลือกความชื้น 12.68% ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดลดลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น โดยเมื่อลดความชื้นสัมพัทธ์จากสภาวะปกติทางบรรยากาศจาก 68.7% เป็นความชื้นสัมพัทธ์ 60.0% จะทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดเพิ่มขึ้น 2.83% หรือเมื่อลดความชื้นสัมพัทธ์จากสภาวะปกติทางบรรยากาศเป็นความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 53.5 % ทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดเพิ่มขึ้น 7.69 % (ดังภาพที่ 4.2)

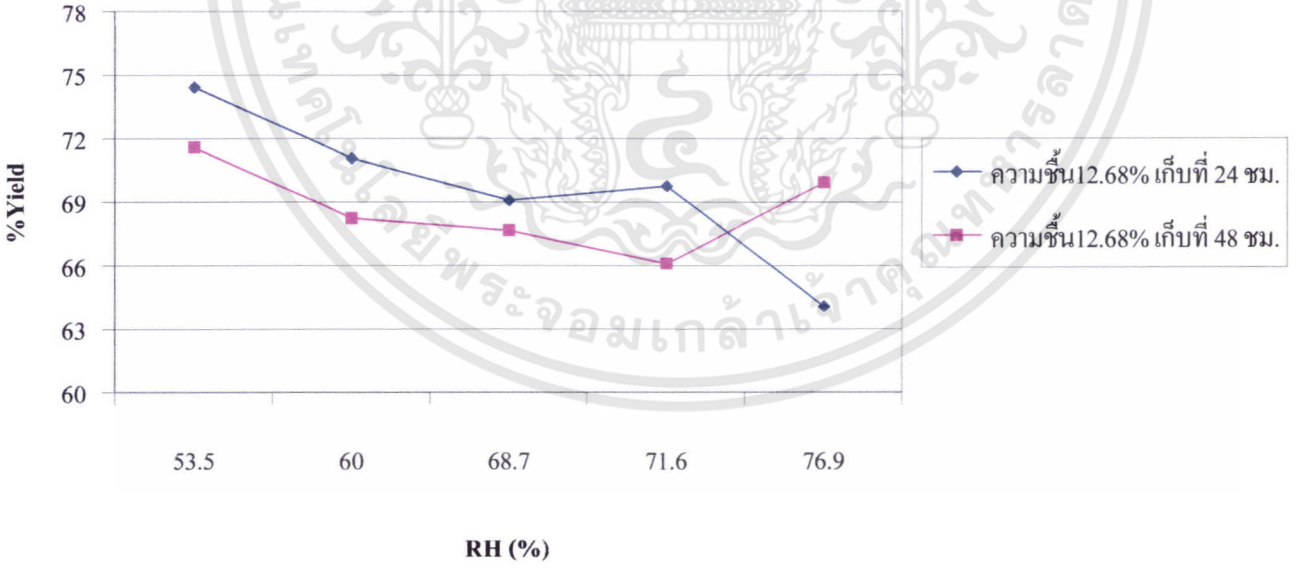
จากการเก็บข้าวเปลือกที่มีความชื้น 14.73% เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดมีค่าค่อนข้างคงที่ เมื่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น และเก็บที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดต่ำกว่าที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง (ดังภาพที่ 4.3)

การเก็บข้าวเปลือกที่ความชื้น ทั้ง 3 ระดับ คือ 10.64±0.17% , 12.68 ±0.16%, และ 14.73± 0.15% พบว่า ที่ระดับความชื้นของข้าวเปลือกต่ำ คือ 10.64±0.17% จะได้คุณภาพการสีสูงกว่าที่ระดับความชื้น 12.68 ±0.16% และ 14.73 ±0.15% (ดังภาพที่ 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

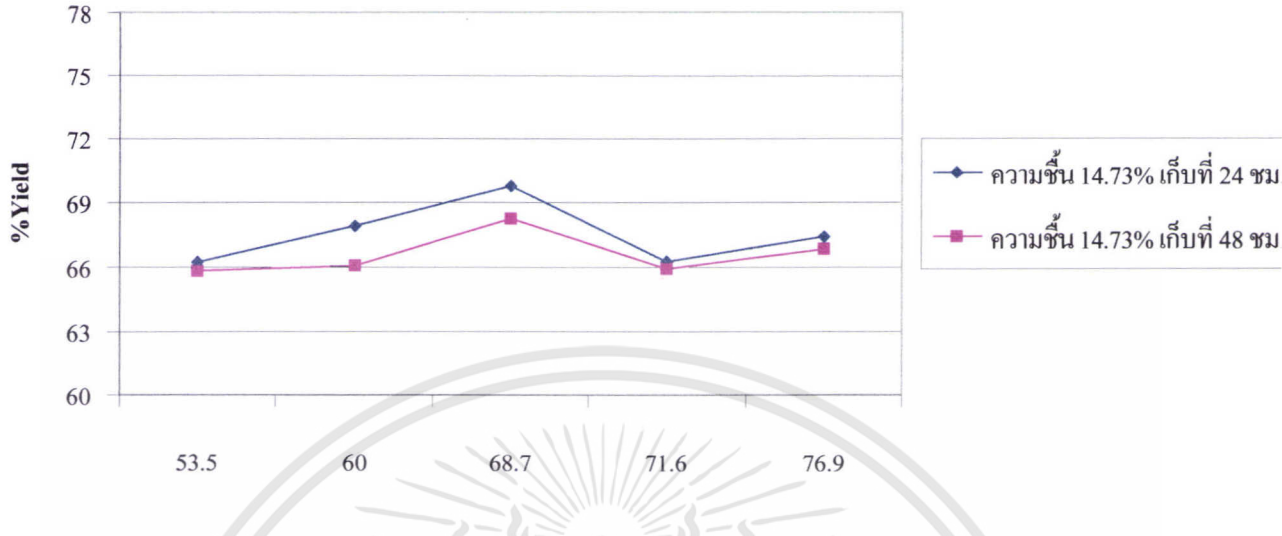


ภาพที่ 4.1 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดที่ความชื้น 10.64 %

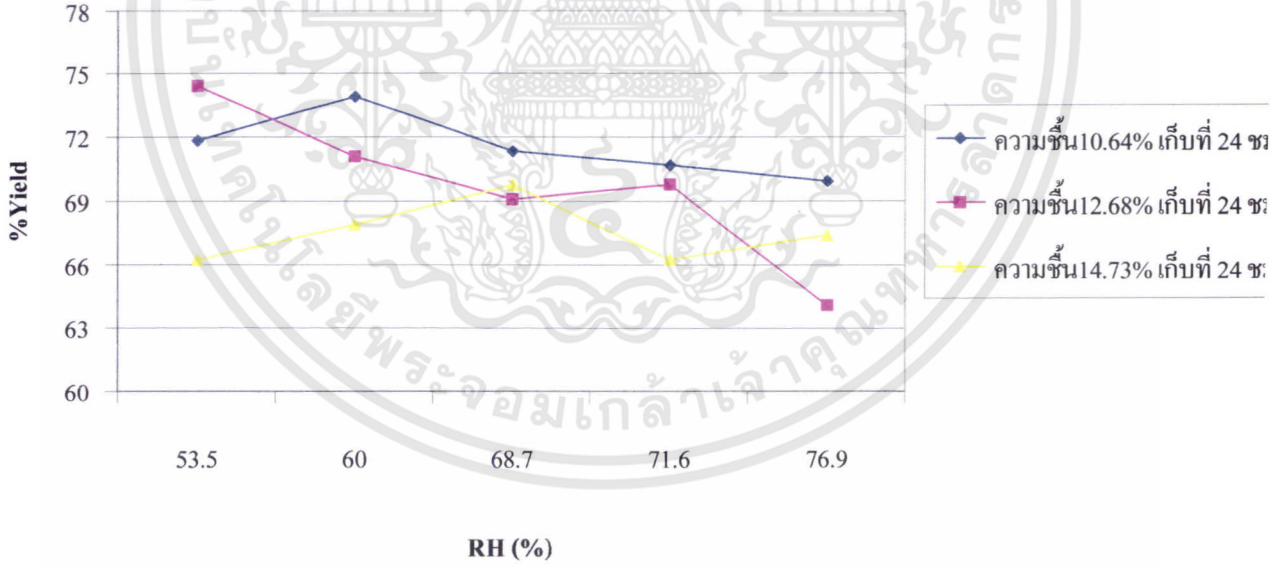


ภาพที่ 4.2 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดที่ความชื้น 12.68 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดที่ความชื้น 14.73 %



ภาพที่ 4.4 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดเก็บที่ 24 ชั่วโมง ที่ระดับความชื้นต่างกัน

97061
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อคุณภาพการสีของข้าว เพื่อเพิ่มผลผลิตของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด โดยใช้สภาวะในการศึกษา คือ ความชื้นของข้าวเปลือก 3 ระดับ 10.64% , 12.68%, และ 14.73% โดยเตรียมข้าวเปลือก 125 กรัม ใส่ภาชนะปิดสนิท มีสารละลายเกลืออิ่มตัวของ k_2Co_3 , NaBr, KI และ NaCl ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 53.5% , 60.0%, 71.6% และ 76.9% ตามลำดับ นำไปเก็บที่อุณภูมิห้อง โดยเก็บที่เวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง พบว่า การเก็บข้าวเปลือกที่ 48 ชั่วโมง จะมีแนวโน้มของคุณภาพการสีลดลงเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความชื้นของข้าวเปลือก ประมาณ 10 % เก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์ 53.5%, 60.0% , 68.7% , 71.6% และ 76.9% พบว่า คุณภาพการสีจะมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ระดับความชื้นของข้าวเปลือก ประมาณ 12% เมื่อเก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นจะได้ คุณภาพการสีลดลง ที่ระดับความชื้นของข้าวเปลือก ประมาณ 14% เก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างกัน จะมีแนวโน้มของคุณภาพการสีค่อนข้างคงที่

การเก็บข้าวเปลือกที่ระดับความชื้น ทั้ง 3 ระดับ คือ ที่ประมาณ 10% , 12% และ 14% พบว่า ที่ระดับความชื้นของข้าวเปลือก ประมาณ 10% จะได้ คุณภาพการสีสูงกว่าที่ระดับความชื้น 12% และ 14% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ข้อเสนอแนะ

1. การเก็บรักษาข้าวเปลือก ควรเก็บที่ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกต่ำ ประมาณ 10% เพื่อให้ได้คุณภาพการสีที่ดี
2. การเก็บข้าวเปลือกที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จะให้คุณภาพการสีที่ดี ที่ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 50%-70%

ฉะนั้น ในการเก็บรักษาข้าวเปลือกควรเก็บที่ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกต่ำ แต่ถ้าไม่สามารถลดความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกให้ต่ำลงได้ อาจเพิ่มคุณภาพการสีได้จากการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2543. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ. 505 หน้า

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตร์ศาสตร์. กรุงเทพ ฯ. 194 หน้า

บุญส่ง จิตตา. 2531. การศึกษาคุณภาพการสีจากข้าวเปลือกที่ระดับเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่าง ๆ. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรและอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์. กรุงเทพ ฯ. 36 หน้า

ไพฑูรย์ อุไรรงค์. 2530. ความชื้นและการลดความชื้นของข้าวเปลือก. เอกสารบรรยายเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ระหว่างวันที่ 15-21 พฤษภาคม 2530 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว. 8 หน้า (เอกสารโรเนียว)

วุฒิชัย นาครักษา. 2535. เทคโนโลยีธัญพืช. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศรีศักดิ์ ธานี. 2533. ผลของความชื้นในเมล็ดและการเก็บรักษาต่อคุณภาพการสีของข้าวพันธุ์ กข 25. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สมเกียรติ และคณะ. 2538. การรักษาคุณภาพข้าวเปลือกโดยการระบายอากาศเป็นระยะ ๆ. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไสว พงษ์เก่า. 2534. พืชเศรษฐกิจ. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ ฯ

อรทัย เตียวสมบูรณ์กิจ. 2532 . การตรวจสอบความชื้นในเมล็ด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Banaszek , MM. and Siebenmorgen , T.J. 1990 . Head rice yield reduction rates caused by moisture absorption , Transactions of the ASAE. 33(4) : 1263-1269 .

Hook , S.C.W , Bone , G.T. and Fearn , T. 1984. The influnce of air temperature and relative humidity on milling permormance and flour properties J. Sci. Food Agricu. 35 : 597-600.

Noomhorm , A. and Chen , y . 1991 . Effect of tropical environmental condition on rice kernel breakate during milling . J. Sci. Food Agricu. 55 : 521-528.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18961

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ภาคผนวก ก
วิธีวิเคราะห์หาความชื้น

1. เตรียมตัวอย่างเมล็ดข้าว บดเมล็ดข้าวพร้อมเปลือก
2. ชั่งน้ำหนัก aluminium can พร้อมฝาที่สะอาดและผ่านการอบแห้งมาก่อน
3. ใส่ตัวอย่าง 2-5 กรัม ปิดฝาแล้วนำไปชั่ง ด้วยตาชั่งละเอียด
4. นำไปอบในตู้อบโดยเปิดฝา aluminium can ใช้อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
5. เมื่อครบกำหนดเวลา ที่อบ ปิดฝา aluminium can นำมาทำให้เย็นใน disicater ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก
6. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 ก ารวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นของข้าวเปลือก 10.64 % เก็บที่ 24 ชั่วโมง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้ง 5 ระดับ

Yield	SS	df	Ms	F	Sig.
Between Groups	18.311	4	4.578	.919	.519
Within Groups	24.917	5	4.983		
Total	43.228	9			

ตารางภาคผนวกที่ ข.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test

Salt bath	N	Subset for alpha = .05
		1
NaCl	2	69.9450
KI	2	70.6400
Temp room	2	71.2950
K_2Co_3	2	71.8200
NaBr	2	73.9200
Sig.		.147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.3 การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นของข้าวเปลือก 10.64 % เก็บที่ 48 ชั่วโมง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้ง 5 ระดับ

Yield	SS	df	Ms	F	Sig.
Between Groups	37.942	4	9.485	1.199	.414
Within Groups	39.542	5	7.908		
Total	77.484	9			

ตารางภาคผนวกที่ ข.4 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test

Salt bath	N	Subset for alpha = .05
		1
NaCl	2	67.4600
KI	2	69.1400
Temp room	2	71.1250
K_2Co_3	2	71.7300
NaBr	2	72.9450
Sig.		.120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.5 การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของข้าวเปลือก 12.68 % เก็บที่ 24 ชั่วโมง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้ง 5 ระดับ

Yield	SS	df	Ms	F	Sig.
Between Groups	113.031	4	28.258	8.221	.104
Within Groups	41.107	5	8.221		
Total	154.138	9			

ตารางภาคผนวกที่ ข.6 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test

Salt bath	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
NaCl	2	64.0550	
Temp room	2	69.1200	69.1200
KI	2	69.7550	69.7550
NaBr	2	71.0750	71.0750
K_2Co_3	2		74.4350
Sig.		.066	.134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.7 การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นของข้าวเปลือก 12.68 % เก็บที่ 48 ชั่วโมง เก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้ง 5 ระดับ

Yield	SS	df	Ms	F	Sig.
Between Groups	36.907	4	9.227	2.658	.156
Within Groups	17.354	5	3.471		
Total	54.261	9			

ตารางภาคผนวกที่ ข.8 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test

Salt bath	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
KI	2	66.0050	
Temp room	2	67.6500	67.6500
NaBr	2	68.2550	68.2550
NaCl	2	69.9050	69.9050
K_2Co_3	2		71.6050
Sig.		.100	.097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.9 ก ารวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นของข้าวเปลือก 14.73 % เก็บที่ 24 ชั่วโมง เก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้ง 5 ระดับ

Yield	SS	df	Ms	F	Sig.
Between Groups	14.367	4	3.592	.600	.679
Within Groups	29.908	5	5.982		
Total	44.274	9			

ตารางภาคผนวกที่ ข.10 ก ารวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test

Salt bath	N	Subset for alpha = .05
		1
K_2Co_3	2	66.2750
KI	2	66.7250
NaCl	2	67.4550
NaBr	2	67.8900
Temp room	2	69.7350
Sig.		.228

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.11 การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นของข้าวเปลือก 14.73 % เก็บที่ 48 ชั่วโมง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้ง 5 ระดับ

Yield	SS	df	Ms	F	Sig.
Between Groups	7.953	4	1.988	.513	.731
Within Groups	19.378	5	3.876		
Total	27.331	9			

ตารางภาคผนวกที่ ข.12 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test

Salt bath	N	Subset for alpha = .05
		1
K_2Co_3	2	65.8600
KI	2	65.9450
NaBr	2	66.0650
NaCl	2	66.8400
Temp room	2	68.2300
Sig.		.294

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.13 การวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เก็บที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ความชื้นข้าวเปลือก 10.64 %

Yield	SS	df	Ms	F	Sig.
Between Groups	34.850	9	3.872	.053	.842
Within Groups	77.053	10	7.705		
Total	111.903	19			

ตารางภาคผนวกที่ ข.14 การวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test

Salt bath	N	Subset for alpha = .05
		1
KI 2	2	69.1400
NaCl 1	2	69.9450
KI 1	2	70.6400
NaCl 2	2	70.6400
Temp room 2	2	71.1250
Temp room 1	2	71.2950
K_2Co_3 2	2	71.7300
K_2Co_3 1	2	71.8200
NaBr 2	2	72.9450
NaBr 1	2	73.9200
Sig.		.148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.15 การวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เก็บที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ความชื้นข้าวเปลือก 12.68 %

Yield	SS	df	Ms	F	Sig.
Between Groups	154.978	9	17.220	2.946	0.54
Within Groups	58.461	10	5.846		
Total	213.439	19			

ตารางภาคผนวกที่ ข.16 การวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test

Salt bath	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
NaCl 1	2	64.0550		
KI 2	2	66.0050	66.0050	
Temp room 2	2	67.6500	67.6500	
NaBr 2	2	68.2550	68.2550	
Temp room 1	2	69.1200	69.1200	69.1200
KI 1	2	69.7500	69.7550	69.7550
NaCl 2	2	69.9050	69.9050	69.9050
NaBr 1	2		71.0750	71.0750
K_2Co_3 2	2		71.6050	71.6050
K_2Co_3 1	2			74.4350
Sig.		.054	.064	.073

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.17 การวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด เก็บที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ความชื้นข้าวเปลือก 14.73 %

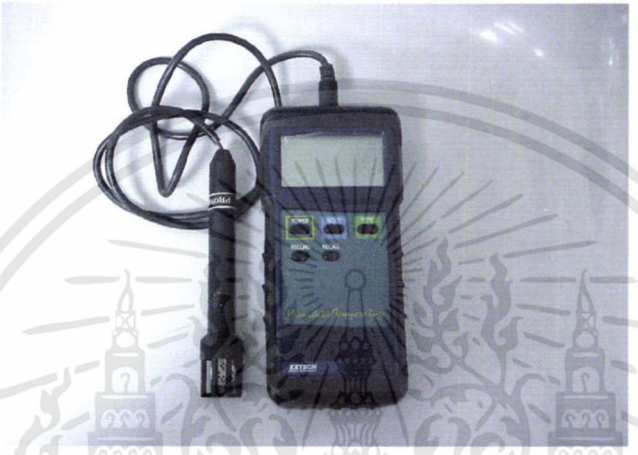
Yield	SS	df	Ms	F	Sig.
Between Groups	27.604	9	3.067	.622	.756
Within Groups	49.286	10	4.929		
Total	76.890	19			

ตารางภาคผนวกที่ ข.18 การวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test

Salt bath	N	Subset for alpha = .05
		1
KI 2	2	65.8600
NaCl 1	2	65.9450
KI 1	2	66.0650
NaCl 2	2	66.2750
Temp room 2	2	66.7250
Temp room 1	2	66.8400
K_2Co_3 2	2	67.4550
K_2Co_3 1	2	67.8900
NaBr 2	2	68.2300
NaBr 1	2	69.7350
Sig.		.144

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

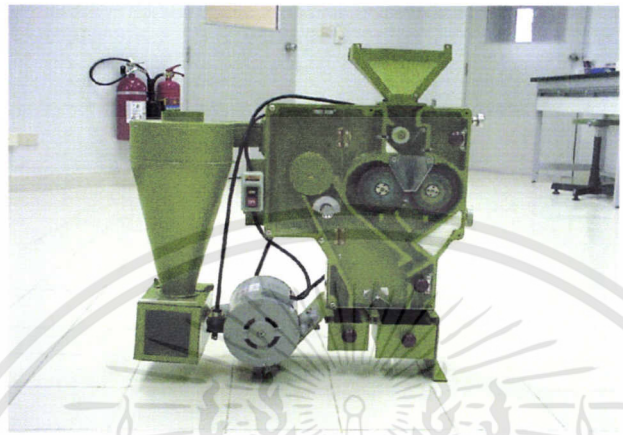
ภาคผนวก ค



ภาพภาคผนวกที่ ค.1 เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์

ภาพภาคผนวกที่ ค.2 ภาชนะปิดสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ค.3 เครื่องกระเทาะเปลือก Super line SC-KR

ภาพภาคผนวกที่ ค. 4 เครื่องขัดขาว Super line SC-KR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวปัทมา สุวาท ภูมิลำเนาเดิมที่ จังหวัดอุทัยธานี วุฒิการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนหนองฉางวิทยา จังหวัดอุทัยธานี วุฒิการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา

ชื่อ นางสาวศรัญญา มาเกิด ภูมิลำเนาเดิมที่ จังหวัดอุทัยธานี วุฒิการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนลานสักวิทยา จังหวัดอุทัยธานี วุฒิการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้