

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาสภาวะการเก็บที่เหมาะสมของข้าวหอมมะลิ

Appropriate storage condition of Hom mali rice

โดย

นายมนตรี เนื่ออ่อน B4150978

สาขาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัท เจียเม้ง จำกัด

119 หมู่ 8 ต.หนองงูเห่ล้อม อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.นครราชสีมา 30000

วันที่ 10 เดือน มกราคม พ.ศ 2545

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร อ.ดร.ปิยวรรณ กาสลัก

ตามที่ข้าพเจ้า นายมนตรี เนื่ออ่อน นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชา
เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา (303497)ระหว่าง
วันที่ 10 กันยายน พ.ศ 2544 ถึงวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ 2544 ในตำแหน่งผู้ช่วยพนักงาน HACCP
แผนกคุณภาพ ณ บริษัท เจียเม้ง จำกัดและได้รับมอบหมายงานจาก job supervisor ให้ศึกษาและทำ
รายงานเรื่อง การหาสภาวะการเก็บที่เหมาะสมของข้าวหอมมะลิ (Appropriate storage condition of
Hom mali rice)

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมานี้
จำนวน 1เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นายมนตรี เนื่ออ่อน)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

การที่กระผมได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เจียเม้ง จำกัด ตั้งแต่วันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2544 ถึงวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ. 2544 ผลจากการปฏิบัติงานทำให้กระผมได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ มากมายที่หาไม่ได้ในห้องเรียน สำหรับรายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีเนื่องจากได้รับความร่วมมือและสนับสนุนจากบุคลากรหลายฝ่ายด้วยกัน

1. คุณถวัลย์ มานะธัญญา ประธานกรรมการบริหารบริษัท เจียเม้ง จำกัด และกลุ่ม(TQM) ซึ่งได้เห็นความสำคัญของระบบศึกษาแบบสหกิจศึกษา และให้โอกาสที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อกระผม

2. คุณประพิศ มานะธัญญา (MD)
3. คุณดำรงค์ บุญอุทิศ (GMP)
4. คุณสมศักดิ์ กำจรกิจบวร (SAN/QMR)
5. คุณเนติยา แห่ล้อม (SCB)
6. คุณนัยนา อยู่กำหนด (SCA)
7. คุณขวัญชัย ศิริจันทร์ (SCG)
8. คุณฉัตร เชื้อดก (SCS)
9. คุณสุวิชัย แห่ล้อม (SCP)
10. คุณสาหร่าย ศรีศิริ (R100)
11. คุณพิชาญ พบวันดี (R110)
12. คุณพนัสนิ เสกรัมย์ (N100)
13. คุณเริงหทัย ส้าราญ (R122) Co – op supervisor

และบุคลากรท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำในการจัดทำรายงานกระผมใคร่ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาตลอดจนช่วยแนะนำในการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการของกระผม ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานจริงกระผมขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

(นายมนตรี เนื่ออ่อน)

ผู้จัดทำรายงาน

28 ธันวาคม พ.ศ 2544

บทคัดย่อ

บริษัท เจียแม็ง จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจโรงสีข้าว จำหน่ายข้าวสารและข้าวกล้องทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ การที่ได้เข้าปฏิบัติงานตามโครงการสหกิจศึกษาในหน่วย HACCP & SQF แผนกคุณภาพ ของบริษัท ฯ ได้รับมอบหมายโครงการ ศึกษาสถานะการเก็บที่เหมาะสมของข้าวหอมมะลิ โดยได้ทำการศึกษาสถานะการเก็บของข้าว 3 ประเภทข้าว คือ ข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร โดยได้มีการปรับสภาวะสำหรับการศึกษาที่อุณหภูมิ 3 อุณหภูมิได้แก่ อุณหภูมิห้อง 20 °C และ 35 °C และปรับความชื้นสัมพัทธ์ที่ความชื้นสัมพัทธ์บรรยากาศ 65 % , 75% และ 85 % โดยจะทำการศึกษาเป็นเวลา 5 สัปดาห์ จากนั้นจะติดตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี ทางกายภาพจะติดตาม Gel consistency , Final viscosity , Percent headrice, Texture, Whiteness และทางเคมีจะติดตามการเปลี่ยนแปลง Peroxide value ซึ่งทำในข้าวกล้องโดยการติดตามการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพจะทำสัปดาห์ละ 1 ครั้งต่อการทดลอง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาสถานะการเก็บที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละประเภทข้าว

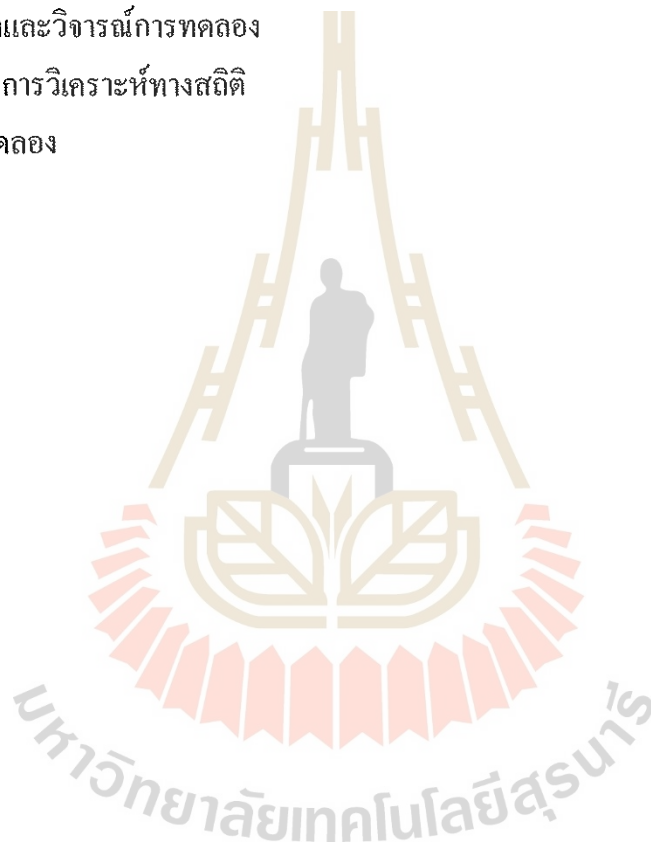
ในการปฏิบัติงานครั้งนี้ทำให้ทราบสถานะการเก็บที่เหมาะสมในข้าวสาร และข้าวกล้องคือที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 % และอุณหภูมิ 20°C และในข้าวเปลือกยังไม่สามารถระบุได้แน่ชัดนัก

คำสำคัญ : Whiteness, Texture, peroxide value ,gel consistency ,Final viscosity, percent headrice



สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ในข้าว	2
การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในข้าว	5
การเปลี่ยนแปลงทางกายภายในข้าว	7
วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อการทดลอง	8
วิธีการทดลอง	10
ผลการทดลองและวิจารณ์การทดลอง	12
ตาราง Anova การวิเคราะห์ทางสถิติ	38
สรุปผลการทดลอง	41
ข้อเสนอแนะ	42



ประวัติความเป็นมา

จุดเริ่มต้นของบริษัท เจียเม้ง จำกัด มาจากการก่อตั้งโรงสีข้าวที่บางซื่อในนามของ ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงสีไฟ เจียเม้ง เมื่อปี พ.ศ. 2498 ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงสีไฟ เจียเม้ง ได้ทำการส่งออกข้าวหอมมะลิโดยใช้ชื่อ “GOLDEN PHOENIX” หรือในชื่อภาษาไทยว่า “ข้าวหงษ์ทอง” และเมื่อผลิตภัณฑ์ข้าวหงษ์ทองออกสู่ตลาดก็เป็นที่รู้จักและเป็นที่นิยมของผู้บริโภคอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ต้องทำการขยายกิจการ เพื่อให้มีกำลังการผลิตเพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น และได้เปลี่ยนชื่อเป็น บริษัท บางซื่อโรงสีไฟ เจียเม้ง จำกัด ในปี พ.ศ. 2511 ทั้งยังได้จัดตั้งบริษัทในเครือมากถึง 4 แห่ง ซึ่งหนึ่งในนั้นคือ บริษัท เจียเม้ง จำกัด

บริษัท เจียเม้ง จำกัด เริ่มดำเนินกิจการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 มีสำนักงานตั้งอยู่ที่ 119 หมู่ 8 ถนนมิตรภาพ-พิมาย ตำบลหนองสูงเหนือ อำเภอนาคู จังหวัดนครราชสีมา มีคณะกรรมการบริหารบริษัท คือ คุณฉวีชัย มานะธัญญา เป็นประธานอำนวยการบริหารฝ่ายผลิต และคุณประพิศ มานะธัญญา เป็นกรรมการผู้จัดการ มีพนักงานจำนวน 362 คนประกอบกิจการประเภทคัดและปรับปรุงคุณภาพผลิตผลทางการเกษตรเพื่อการส่งออก โดยเป็นผู้ผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพสูงภายใต้เครื่องหมายการค้าตรา “หงษ์ทอง” เพื่อขายภายในประเทศ และส่งออกต่างประเทศ ประมาณปีละ 150,000 ตัน มูลค่า 2,500-3,000 ล้านบาท /ปี

นโยบายคุณภาพ

สรรพาวัตถุคิบัติที่มีคุณภาพดี นำมาผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นเลิศ เหนือมาตรฐานสากล มีความปลอดภัย ตามสุขอนามัยต่อผู้บริโภค ด้วยราคายุติธรรม และบริการส่งมอบ ด้วยความถูกต้อง แม่นยำ เป็นที่ประทับใจของลูกค้า สร้างสรรค์ผลกำไร พัฒนากระบวนการผลิต ด้วยเทคโนโลยีอันทันสมัย ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ในต้นทุนที่เหมาะสม พร้อมทั้งความมุ่งมั่นในการรักษาระบบ ให้อย่างยืน โดยตรวจติดตาม ระบบคุณภาพ อย่างสม่ำเสมอ

ด้วยนโยบายคุณภาพของบริษัทฯ ทางระบบจึงนำระบบบริหารคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9002, HACCP, SQF 2000 มาใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าว ตั้งแต่ปลายปี พ.ศ.2541 เป็นต้นมา

ระบบคุณภาพมาตรฐาน ของบริษัทฯ

วันที่ 26 พฤษภาคม 2542 : ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9002 จากบริษัท SGS Yarsley International Certification Services Limited ประเทศไทย

วันที่ 23 กรกฎาคม 2542 : ได้รับการรับรองระบบ HACCP และยังได้พัฒนามาสู่ระบบคุณภาพสูงสุด SQF 2000 ใน เวลาต่อมา ซึ่งเป็นการยืนยันความมั่นใจทั้งด้านคุณภาพและความปลอดภัย ให้ผู้บริโภค อย่างแท้จริง

วิสัยทัศน์

1. เป้าหมาย

- ผลิตสินค้าให้มีคุณภาพเป็นเลิศ ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย
- ให้มีการนำระบบคุณภาพที่จัดทำมาพัฒนา และปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ
- ให้มีการบริการแก่ลูกค้าด้วยความประทับใจสูงสุด

2. วิสัยทัศน์

- เป็นโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรที่ทันสมัยในศตวรรษที่ 21 มีระบบการจัดการด้านคุณภาพข้าวหอมมะลิที่มีคุณภาพสูงสุด และการบริการที่เป็นเลิศเป็นที่ยอมรับแก่ลูกค้าทั่วโลก
- ตั้งนโยบายชัดเจนในการพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่อง เพื่อความยั่งยืนตลอดไป

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของข้าวหอมมะลิ ถือได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของข้าว และการยอมรับของผู้บริโภค ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ซึ่งทำให้คุณภาพของข้าวหอมมะลิต่ำลง การศึกษาการเก็บข้าวในสภาวะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันเพื่อให้ทราบสาเหตุการเปลี่ยนแปลงและการเสื่อมเสียคุณภาพของข้าวหอมมะลินั้น ทำให้สามารถหาวิธีการป้องกันหรือลดระดับการเสื่อมเสียดังกล่าวให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และทำให้ทราบสภาวะการเก็บที่เหมาะสมเพื่อรักษาคุณภาพข้าวหอมมะลิให้ใกล้เคียงกับคุณภาพเริ่มต้นมากที่สุด โดยสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวสามารถทำได้โดยตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพของข้าวในแต่ละชนิด การติดตามการเปลี่ยนแปลงทางเคมีสามารถตรวจติดตามได้หลายวิธีด้วยกัน การวัด peroxide value เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพในข้าวกล้องโดยจะวัดการแตกตัวของไขมันในข้าวที่มีสภาวะการเก็บที่แตกต่างกันเพื่อหา สภาวะการเก็บที่มีการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพน้อยที่สุด การวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเป็นการติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพของโดยการติดตามจะทำได้หลายวิธีด้วยกัน ในการศึกษาทางคุณภาพกายภาพได้เลือกติดตาม การวัดความแข็งของข้าว วัดการความขาวของข้าววัด percent เต็มเมล็ดในข้าวเปลือก วัดค่าความหนืดสุดท้าย ตลอดจนวัดความคงตัวของเจล เพื่อนำดัชนีการติดตามคุณภาพมาวิเคราะห์หาสภาวะการเก็บที่เหมาะสมที่สุดในข้าวแต่ละประเภท

การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ในข้าว

ในระหว่างการเก็บข้าวจะมีปัญหาในเรื่องเชื้อราเจริญ โดยเชื้อราจะเข้าทำลายเมล็ดพืช แบ่งได้ 2 พวกคือ เชื้อราจากแปลง (field fungi) กับเชื้อราในโรงเก็บ(storage fungi) เชื้อราจากแปลง เป็นเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ เช่น *Alternaria*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Phomopsis*, *Macrophomina* และ *Rhizopus* spp. เป็นต้น เชื้อราที่ติดมาจากในแปลงเหล่านี้ เสน่ห์จะฝังตัวและฝังตัวอยู่ในเมล็ดและอยู่บนเมล็ดจะเจริญงอกและเจริญทำลายเมล็ดพันธุ์ได้ก็ต่อเมื่อเมล็ดได้รับความชื้นสูงตั้งแต่ 14 % ขึ้นไป

เชื้อราในโรงเก็บ(storage fungi)นับได้ว่ามีบทบาทสำคัญมากต่อการเก็บรักษาข้าว เนื่องจากทำให้ความสามารถในการงอกของข้าวลดต่ำลงและสูญเสียทางกายภาพ ในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ เชื้อราในโรงเก็บ ไม่ได้เข้าทำลายเมล็ดตั้งแต่เก็บเกี่ยว แต่เข้าทำลายเมล็ดภายหลังการเก็บเกี่ยวขณะอยู่ในโรงงานปรับปรุงสภาพหรืออยู่ในโรงเก็บระหว่างการเก็บรักษา เชื้อราในโรงเก็บมีความสามารถแตกต่างจากเชื้อราจากแปลงคือสามารถเจริญบนเมล็ดได้แม้เมล็ดมีความชื้นต่ำ เช่นข้าวที่มีความชื้นอยู่ในช่วง 13.8 - 14.1 %

เชื้อราในโรงเก็บสามารถเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์พืชได้เกือบทุกชนิดภายใต้สภาวะการเก็บรักษาปกติและสามารถเจริญขึ้นได้แม้บนวัสดุที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น กระเป๋าน้ำ และเสื้อผ้า เป็นต้นผลของการเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ของเชื้อราในโรงเก็บมีหลายประการ เช่น ทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความสามารถในการงอก เมล็ดมีกรดไขมัน

มันอิสระเพิ่มขึ้น มีการหายใจสูงขึ้น มีปริมาณน้ำตาลลดลง มีกลิ่นเหม็น และมีสีคล้ำหรือสีเปลี่ยนไป หากเก็บเมล็ดพันธุ์ในสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น ในที่ความชื้นและอุณหภูมิสูง ความเสียหายเหล่านี้จะเกิดขึ้นในเวลาเพียงไม่กี่วันเท่านั้น

เชื้อราในโรงเก็บที่มีผลต่อข้าวที่สำคัญได้แก่ *Aspergillus* และ *penicillium spp.* ซึ่งเป็นเชื้อราในโรงเก็บที่ก่อปัญหาไปทั่วโลก เป็นเชื้อราที่มีอยู่ทั่วไปในอากาศ และบนพื้นผิวของวัตถุต่าง ๆ สามารถเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ได้ระดับอุณหภูมิตั้งแต่ 4 – 45 องศาเซลเซียส (ยกเว้น *Aspergillus glaucus* สามารถเจริญได้ที่ - 8 องศาเซลเซียส และ *A. fumigatus* อยู่ได้ที่ 57 องศาเซลเซียส) และความชื้นสัมพัทธ์ห้องเก็บตั้งแต่ 65 - 100 % หรือความชื้นเมล็ดตั้งแต่ 12.4 % เป็นต้น อัตราการเจริญของเชื้อราเหล่านี้จะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพและความชื้นของเมล็ด ตลอดจนอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเก็บด้วยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเชื้อราในโรงเก็บด้วยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเชื้อราในโรงเก็บจะอยู่ที่ 25 – 32 องศาเซลเซียสเชื้อราในโรงเก็บจะมีความสามารถในการทำลายเมล็ดได้ที่ระดับความชื้นต่าง ๆ กัน

เชื้อราในโรงเก็บข้าวประกอบด้วยเชื้อราหลายชนิดจำพวก *Aspergillus sp.* และ *Penicillium sp.* ซึ่งสามารถเจริญเติบโตตั้งแต่ความชื้นสมดุลหรือความบรรยากาศเท่ากับ 70 % การเข้าทำลายของเชื้อราในโรงเก็บนี้ฆ่าต้นอ่อนเปลี่ยนสีของเมล็ดและสีของเมล็ดและบางชนิดสามารถสร้างสารพิษได้

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสมดุล ชนิดของเชื้อราและความเสียหายของเมล็ดพืช

ชนิดของราในโรงเก็บ	ความชื้นสมดุล	ความเสียหาย
<i>Aspergillus glaucus</i>	14% (75 % RH)	ฆ่าต้นอ่อนและเพิ่มความชื้นเมล็ด
<i>Aspergillus restrictus</i>	14.5 % (75% RH)	ฆ่าต้นอ่อน เปลี่ยนสีเมล็ดและเพิ่มความชื้นเมล็ด
** <i>Aspergillus canidus</i>	15 – 20% (85-90 %RH)	ฆ่าต้นอ่อน เปลี่ยนสีเมล็ด เพิ่มความชื้นและอุณหภูมิภายในโรงเก็บ
** <i>Aspergillus flavus</i>	15 – 20 % (85- 98 %)	สร้างสารพิษ ฆ่าต้นอ่อนเปลี่ยนสีเมล็ด เพิ่มอุณหภูมิและความชื้นของเมล็ด
** <i>Aspergillus parasiticus</i>	15 – 20 % (85-98 %)	เหมือน <i>A. flavus</i>
* <i>penicillium sp.</i>	15 – 20 % (80 – 98%)	ฆ่าต้นอ่อน เปลี่ยนสีเมล็ดเพิ่มอุณหภูมิและความชื้นเมล็ด

**เจริญเติบโตและทำความเสียหายแก่เมล็ดได้รวดเร็วมากที่อุณหภูมิ 24 – 31 องศาเซลเซียส (77 – 86 °ฟ) *A. flavus* และ *A. parasiticus* สร้างสารพิษ Aflatoxin ที่อุณหภูมิประมาณ 30 °ซ (86°ฟ)

* เจริญเติบโตเร็วพอประมาณที่อุณหภูมิต่ำ 20 °ซ

ที่มา Hall et al, 1978

นอกจากนี้ยังพบว่าผลเสียที่เกิดจากจุลินทรีย์ยังทำให้เกิดความสูญเสียกับเอนโดสเปิร์ม(endosperm) จะเป็นส่วนที่ถูก จุลินทรีย์เข้าทำลายมากที่สุด เมื่อ endosperm ซึ่งเป็นส่วนที่มีความสมบูรณ์ของสารอาหารมากที่สุดถูกทำลายจะทำให้เมล็ดสูญเสียความสามารถในการงอก

สารพิษที่เชื้อราสร้างขึ้น (Mycotoxin) ซึ่งเป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ถ้าบริโภคเข้าไปสารพิษที่สำคัญ ได้แก่ Aflatoxins ซึ่งสร้างโดยเชื้อราดังที่ได้กล่าวแล้วในตารางข้างต้น ได้มีการศึกษาพบว่าแม้ข้าวที่เก็บเกี่ยวใหม่ ๆ มีความชื้นสูงประมาณ 24 % และไม่สามารถลดความชื้นได้ทันทีหรือในช่วง 1-2 อาทิตย์หลังเก็บเกี่ยวพบว่า ข้าวจะถูกเชื้อราชนิดต่าง ๆ เข้าทำลายจำนวนมาก แต่เมื่อนำตัวอย่างข้าวไปวิเคราะห์หาสาร Aflatoxin ปรากฏว่าไม่พบสาร Aflatoxin ดังนั้นแสดงว่าโอกาสที่จะเกิดสารพิษ Aflatoxin กับข้าวมีน้อยกว่าข้าวโพดมาก

คุณภาพของข้าวเสียไป อาทิเช่น ความร้อนที่เกิดขึ้นจากขบวนการหายใจของเมล็ดและความร้อนที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแป้งในเมล็ดข้าวขึ้น ทำให้เกิดลักษณะข้าวเหลือง (Yellow Kernel) หรือสีอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อราที่เข้าทำลายซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการของตลาด ข้าวที่มีเมล็ดเหลืองปนนับเป็นข้าวที่มีคุณภาพต่ำ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

1. ความชื้นของข้าว ถ้าระดับความชื้นสูงกว่า 18 % จะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่าง ๆ
2. อุณหภูมิ อุณหภูมิของอากาศระหว่าง 20 – 40 องศาเซลเซียส จัดเป็นระดับอุณหภูมิที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ มีบางชนิดที่สามารถเจริญเติบโตในที่ ๆ มีอุณหภูมิต่ำกว่า 90 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส โดยปกติทั่วไปถ้าอุณหภูมิของอากาศต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส จะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เกือบทุกชนิด

Aflatoxin

Aflatoxin ผลิตจากหลายสายพันธุ์ของรา *Aspergillus flavus* และ *A. Parasiticus* เมื่อราเหล่านี้เจริญบนอาหารที่เหมาะสมจะผลิตสารประกอบซึ่งเป็นสารพิษอย่างน้อย 4 ชนิดที่แตกต่างกันและให้ชื่อสารประกอบดังกล่าวว่า Aflatoxin B₁, B₂, G₁ และ G₂ ที่เด่นจะเป็น Aflatoxin B₁ และ G₁ สารพิษ aflatoxin นี้มีคุณสมบัติเรืองแสงภายใต้แสงอุลตราไวโอเลตสารพิษ B₁ และ B₂ ให้แสงเรืองสีน้ำเงิน ส่วน G₂ และ G₁ ให้แสงเรืองสีเขียว ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของสายพันธุ์ *Aspergillus flavus* สร้าง aflatoxin ที่ส่วนใหญ่เป็น B₁, B₂ *Aspergillus parasiticus* ผลิตทั้งสารพิษ B และ G พบเชื้อทั้งสอง species ได้ทั่วไปในดิน Aflatoxin B₁ สามารถเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีเป็นลักษณะ hydroxylated form เรียกว่า aflatoxin M₁(milk toxin) ได้ ซึ่งแยกได้ครั้งแรกจากน้ำนม จึงใช้ aflatoxin M₁ ให้แสงเรืองสีน้ำเงินม่วงใต้แสงอุลตราไวโอเลต

Aflatoxin ทนความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (Marth, 1990) พบว่าการใช้แสงอุลตราไวโอเลตสามารถทำลาย Aflatoxin M₁ ในน้ำนมได้

อาหารที่พบว่าสารพิษ Aflatoxin ปนเปื้อนมากได้แก่ ถั่วลิสง ข้าว ข้าวโพด ข้าวโอต ข้าวสาลี มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง ปลาหมึก พริกแห้ง หอม และกระเทียม พบ Aflatoxin ปริมาณสูงขึ้นในช่วงฝน

Aflatoxin มีคุณสมบัติเป็นสารก่อมะเร็ง (Carcinogen) ในตัวของคนและสัตว์ ถ้ามีการบริโภค Aflatoxin โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Aflatoxin B₁ เป็นเวลาหลายวันจนถึงสัปดาห์ จะมีผลในการทำลายตับลักษณะการทำลายเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ ที่พบได้มากที่สุดเป็นที่มีการเจริญมากกว่าปกติของเซลล์ในท่อน้ำดีของตับ ซึ่ง

จัดได้ว่าเป็นมะเร็งชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นโดย Aflatoxin การเปลี่ยนแปลงของตับในอีกลักษณะหนึ่งที่เกิดจากการบริโภคอาหารที่มี aflatoxin B₁ คือการสะสมไขมันซึ่งมีปริมาณเพียงพอที่จะเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของตับจากสีม่วงแดง (purple - red) เป็นสีเหลืองแดง (yellow - red)

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงของ คาร์โบไฮเดรตในระหว่างการเก็บ

ในระหว่างการเก็บ reducing sugar (maltose) จะเพิ่มสูงขึ้นและ nonreducing sugar ในข้าวนี้ปริมาณที่ลดต่ำลง ทั้งนี้เพราะว่า คาร์โบไฮเดรต จะเปลี่ยนไปเป็นไปเป็น Carbondioxide จากกระบวนการเมทาโบลิซึมของเมล็ด แต่พบว่าปัจจัยนี้มีผลค่อนข้างน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ คาร์โบไฮเดรตในเมล็ด แต่สาเหตุหลักของการลดต่ำลงของ คาร์โบไฮเดรต มาจากปฏิกิริยา maillard browning ซึ่งเกิดจาก คาร์โบไฮเดรต ทำปฏิกิริยากับ amino acid ซึ่งมีอยู่ที่ชั้น aluerone layer ผลจากการเกิดปฏิกิริยา maillard browning ทำให้ได้ pigment สีน้ำตาล เกิดขึ้นซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดเมล็ดเหลืองในข้าว

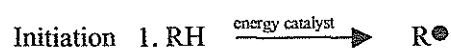
การเปลี่ยนแปลงของ protein

protein จะมีมากใน outer layer (aluerone layer and bran) ของเมล็ดปริมาณที่มีผลมากพบที่ endosperm ปกติปริมาณ protein จะไม่ลดต่ำลงในระหว่างการเก็บในทางตรงกันข้าม คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วน albumin globulin: protein :glutelin(oryzenin) การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บที่ อุณหภูมิสูง ๆ จะทำให้กรดอะมิโนลดต่ำลง และ คาร์โบไฮเดรต ที่สัมพันธ์กับ Maillard's nonenzyme browning ซึ่งจะทำให้สีของข้าวเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บ

Molecular weight ของ S-S briges ใน Oryzenin จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเก็บที่อุณหภูมิสูง ๆ (40 องศาเซลเซียส 1 ปี) ในขณะที่เดียวกันการจับตัวกันของ oryzenin กับ starch หรือ Oryzenin กับ Oryzenin จะเพิ่มขึ้นทำให้มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเมล็ดโดยทำให้เมล็ดมีเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของไขมันในระหว่างการเก็บ

ในระหว่างการเก็บไขมันจะเกิดการแตกตัวได้จาก 2 กลไกคือ Hydrolytic rancidity ซึ่งเป็นการเกิดการแตกตัวของไขมันโดยมี enzyme lipase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และ Oxidative rancidity ซึ่งเป็นการแตกตัวของไขมันที่เกิดขึ้นได้เองหรือ Autooxidation ซึ่งสามารถกลไกการเกิดได้ดังนี้



ขั้นตอน Initiation เป็นขั้นแรกของการแตกตัวของกรดไขมันให้กลายเป็น peroxy radical (R[•]) ซึ่งมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาสูง โดยอาจจะเกิดจากการเร่งปฏิกิริยาของแสง โลหะ เช่น copper

Propagation 2. $R^\bullet + O_2 \longrightarrow ROO^\bullet$
 3. $ROO^\bullet + RH \longrightarrow ROOH + R^\bullet$

ขั้นตอน Propagation เป็นขั้นตอนที่ $R^\bullet$ เข้าทำปฏิกิริยากับกรดไขมันทำให้เกิดการแตกตัวเป็น $R^\bullet$ จำนวนมากในขั้นตอนนี้ O_2 จะสามารถทำปฏิกิริยากับ $R^\bullet$ เกิดเป็น hydroperoxyl radical ซึ่งมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาสูงสามารถดึงเอา proton แล้วเกิดเป็น hydrogen peroxide ได้

4. $R^\bullet + R^\bullet$
 Termination 5. $R^\bullet + ROO^\bullet$
 6. $ROO^\bullet + ROO^\bullet$

เป็นขั้นที่สิ้นสุดของปฏิกิริยาเป็นการเข้าทำปฏิกิริยากันเองของ free radical ทำให้เกิดเป็น peroxide ปฏิกิริยาไม่เกิดขึ้นต่อไปอีก ผลจากการเกิดปฏิกิริยา peroxide ทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและทำให้คุณค่าทางโภชนาการลดต่ำลง

ปัญหาการเกิดสีเหลืองในเมล็ดข้าว

จากการศึกษาของ (Marshall et al, 1998) พบว่าปัญหาการเกิดสีเหลืองในเมล็ดข้าวน่าจะเกิดจากปฏิกิริยา maillard browning ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้
 ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction)

Maillard reaction เป็นปฏิกิริยาที่สำคัญในอาหารที่สำคัญที่เกิดขึ้นอาหาร ผลจากปฏิกิริยามีผลต่อสีและกลิ่นของอาหารที่ไม่เป็นที่ต้องการทำให้คุณค่าทางโภชนาการของอาหารลดต่ำลง และอาจมีสารพิษ (Toxic และ mutagenic compounds) เกิดจากปฏิกิริยานี้ด้วย ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยสามารถจำแนกออกได้ดังนี้

1. การเกิดสารไกลโคซิลอะมีน เกิดโดยผ่านปฏิกิริยา Schiff base formation ระหว่าง carbonyl group ของ reducing sugar กับ amino group ของ amine (หรือ amino group) โดย lone - pair electron ของ amine group เข้ายึดกับ reducing sugar ในรูป open chain ทำให้สูญเสียน้ำ ได้เป็น glycosylamine ดังนั้นถ้า reducing sugar มากอาจได้ diglycosylamine ปฏิกิริยานี้ผันกลับได้และเกิดในสภาวะกรดและเกิดได้ดีที่สภาวะที่มีความชื้นต่ำ

2. การเรียงตัวอะมาดอริ (Amadori rearrangement) สารประกอบ glycosyl - amine ที่เกิดขึ้น จะมีการจัดเรียงตัวกันเรียกว่า Amadori rearrangement ได้ 1-amino-2-Keto sugar น้ำตาล ketose ผลิตโดย Freeze drying ถ้าน้ำตาลเริ่มต้นเป็นน้ำตาล ketose สารประกอบ glycosylamine จะเกิดขึ้นทำนองเดียวกัน แต่เกิด reverse - Amadori rearrangement เรียกว่า Heyns rearrangement ได้ 2- amino aldose

3. การเกิดเมลานอยดิน (Formation of melanoidins) สารประกอบ Amadori เกิดขึ้นมีการแตกตัวได้อย่างน้อยได้ 2 ทาง ทางแรก แตกเป็น 3-deoxyhexose intermediate และ อีกทางแตกตัวเป็น methyl alpha-dicarbonyl compound ผลิตภัณฑ์จากทั้ง 2 ทาง เกิด polymerization ได้รงควัตถุเมลานอยดิน สีน้ำตาล ที่ประกอบด้วย hydroxymethyl furfural(HMF) และ สารประเภท reductones รงควัตถุ melanoidin อาจประกอบด้วย pyrazine และสารประเภทประเภท imidazole ring นอกเหนือจาก HMF เมื่อ amino acid เป็นส่วนหนึ่ง

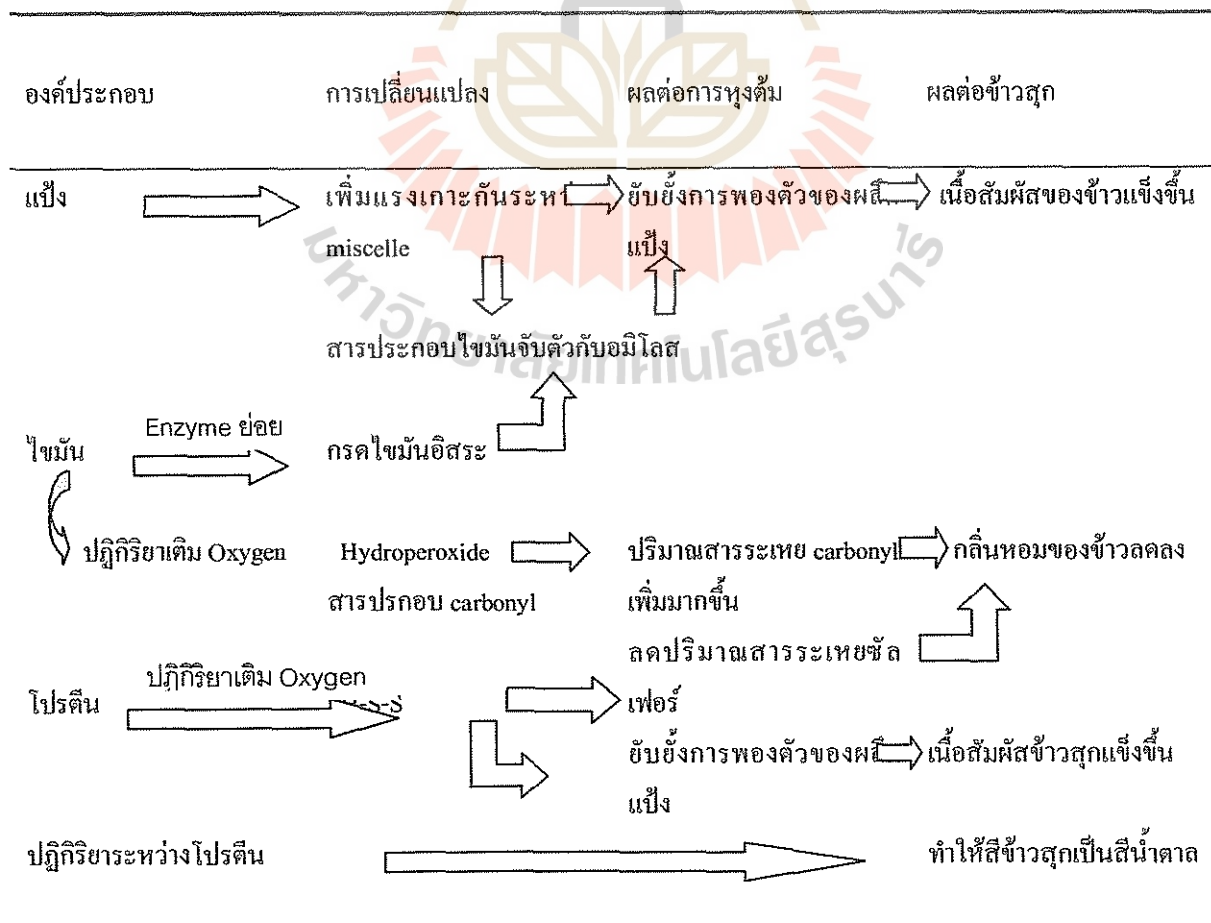
ใน Maillard reaction ด้วย ดังนั้น amino acid ย่อมสูญเสียคุณค่าทางอาหารไปบ้าง โดยเฉพาะชนิด ที่จำเป็น lysine ซึ่งเป็น basic amino acid ที่เกิด Maillard reaction ได้ดีกว่า acidic reaction acid

4.สเตรคเกอร์ดีเกรเดชัน ขั้นตอนนี้ประกอบด้วยปฏิกิริยาต่อเนื่องจาก Maillard reaction หรือเป็นปฏิกิริยาชุดที่สอง (secondary reaction) ที่สำคัญคือ stecker degradation โดย dicarbonyl compound ที่เกิดจาก Maillard reaction จะทำปฏิกิริยากับ 2-amino group ให้ schiff base และเกิดการรวมตัวกันเองได้ polymer สีน้ำตาล หรือเกิด hydrolysis ได้ amine และ aldehyde และสารอื่น ๆ

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

ในขณะการเก็บรักษานี้จะมีการเปลี่ยนแปลงภายในองค์ประกอบของเมล็ดข้าว ซึ่งมีผลสำคัญต่อคุณภาพในการจัดสี คุณภาพของข้าวกล้องและข้าวสารในการหุงต้มและการบริโภค เนื่องจากลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวดิบและข้าวสุกเปลี่ยนแปลงขณะเก็บรักษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี - กายภาพของเมล็ดในขณะการเก็บรักษาอาจมีผลมาจากการปรับสภาพการละลายและการเกิดเจลของสตาρχและโปรตีนในเมล็ดที่สุกเต็มที่ให้กลายเป็นสารที่คงตัวขึ้น และไม่ละลายน้ำมากขึ้น มีผลให้เมล็ดข้าวแข็งขึ้นเมื่อนำข้าวสารที่เก็บรักษาไว้ระยะหนึ่งมาหุงต้มจะพบว่าเมล็ดข้าวจะดูดน้ำได้มากกว่าข้าวใหม่ลักษณะความคงตัวของเจลจะมีมากขึ้นและความหนืดขึ้นจากการวัดด้วยเครื่องอะไมโลกราฟจะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในระหว่างการเก็บจะมีการสูญเสียน้ำหนักของข้าวเนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักของเมล็ดข้าว

สรุปการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าว ในระหว่างเก็บรักษา



การศึกษาสถานะการเก็บที่เหมาะสมของข้าวหอมมะลิ

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปัจจัยและสถานะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาข้าวเปลือกใน silo
2. ศึกษาปัจจัยและสถานะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาข้าวกล้องและข้าวสารในระหว่างการเก็บรักษา

วิธีการทดลอง

1. การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างข้าวเปลือก, ข้าวกล้อง, ข้าวสาร เก็บรักษาในสถานะการเก็บต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงสถานะที่ใช้ในการศึกษาการเก็บแลปริมาณข้าวตัวอย่างที่ต้องใช้ในการทดลอง

สถานะการเก็บที่ใช้ในการทดลอง		ปริมาณข้าวตัวอย่าง		
อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	ข้าวเปลือก(กรัม)	ข้าวกล้อง(กรัม)	ข้าวขาว(กรัม)
20°C	65%	800	400	320
	75%	800	400	320
	85%	800	400	320
35°C	65%	800	400	320
	75%	800	400	320
	85%	800	400	320
Room temperature	65%	800	400	320
	75%	800	400	320
	85%	800	400	3620
	atm	800	400	320
รวม		8,000	4,000	3,200

หมายเหตุ: สถานที่เก็บเก็บตัวอย่างเพื่อควบคุมสถานะการเก็บ ณ ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 (F3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.1 วิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อการทดลอง

การสุ่มตัวอย่างข้าวกล้องและข้าวสาร การเก็บตัวอย่างข้าวแบ่ง ออกเป็น 2 บริเวณ คือ

1. เก็บตัวอย่างบริเวณตรงกลางโกดัง
2. เก็บตัวอย่างบริเวณตรงขอบโกดัง

การเก็บตัวอย่างจะเก็บ ประมาณ 10 lock โดยจะเก็บจากบริเวณตรงกลาง จำนวน 5 lock และบริเวณขอบโกดัง จำนวน 5 lock (ทั้งถ้าเก็บตามหลักสถิติจะเก็บทุก 1000 kg :1kg sample)

การเก็บตัวอย่างข้าวเปลือก

การเก็บตัวอย่างในข้าวเปลือกซึ่งเก็บใน Silo Cooling ซึ่งจะเก็บข้าวที่อุณหภูมิที่ 25 °C โดยจะเก็บตัวอย่าง 19 จุด ต่อ 1 Silo

วิธีการปรับความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ

เตรียมสารละลายเพื่อปรับความชื้นในช่วงการเก็บข้าว โดยเตรียมสารละลายได้ดังนี้

%RH	เกลือ	ปริมาณที่ใช้(กรัม / น้ำ 100กรัม)
65	NaNO ₂	82
75	NaCl	36
85	KCl	35
control	-	เก็บในสภาวะปกติไม่เติมสารใดๆ

2.การตรวจวัดคุณภาพ

ตรวจวัดคุณภาพข้าวที่ทำการตรวจวัดในสภาวะการเก็บต่าง ๆ ของข้าวที่ทำการทดลอง

การตรวจวัดคุณภาพ	ข้าววัตถุคืบ			สถานที่ทดลอง
	ข้าวเปลือก	ข้าวกล้อง	ข้าวขาว	
คุณภาพทางเคมี				
Peroxide value	-	√	-	F3 มทส.
คุณภาพทางกายภาพ				
- Rapid visco amylograph (RVA)	√	√	√	ห้องตรวจสอบ บริษัท เจียเม้ง จำกัด
- Texture analyzer (TA)	√	√	√	
- ความชื้น	√	√	√	
- %ต้นข้าว	√	√	√	
- ความขาว	√	√	√	
- Gel consistency	√	√	√	F3 มทส.

หมายเหตุ √ทำการตรวจวัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ โดยที่ทำการตรวจวัดตัวอย่างละ 2 ซ้ำ

วิธีการวัดความขาวของเมล็ด

1. Calibrate เครื่องวัดความขาว โดยปุ่ม calibrate แล้วใส่ calibration plate สีขาวลงไปในห้องใส่ บรรจุตัวอย่างตัว
อย่าง จากนั้นใส่ plate สีดำเข้าในกล่องบรรจุตัวอย่าง
2. นำตัวอย่างข้าวที่ต้องการจะวัดความขาวมาประมาณ 40 กรัม ใส่ในกล่องบรรจุตัวอย่าง
3. ใส่ตัวอย่างในห้องบรรจุตัวอย่าง 3 ครั้ง แล้วกดปุ่ม avg เพื่อเฉลี่ยค่าทั้ง 3 ค่า

การวัด percent ข้าวเต็มเมล็ด

1. นำข้าวเปลือกที่จะทำการกะเทาะเปลือกมาประมาณ 100 กรัม
2. ใส่ตัวอย่างลงในเครื่องกะเทาะเปลือก 2 – 3 รอบจนข้าวเปลือกกลายเป็นข้าวกล้อง
3. นำตัวอย่างเข้ากล้องที่ได้จากการกะเทาะเปลือกใส่ในเครื่องชั่งข้าวจับเวลา 1.30 นาที

วิธีการหาค่า peroxide value

1. ชั่งตัวอย่างข้าวกล้องที่ต้องการศึกษามา 5 กรัม ปั่นให้ละเอียด
2. ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml เติมอะซิดิกคลอโรฟอร์ม 30 ml + KI 1 ml เขย่า 1 นาทีแล้วเก็บในที่มืด 15 นาที
3. เติมน้ำกลั่น 30 ml
4. ไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต จนสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแข็ง แล้วทำการไทเทรตต่อจนสารละลายหายไปหมด

$$\text{การวิเคราะห์ peroxide value} = \frac{(a - b) \times N \times 100}{w}$$

a = blank

b = sodium thiosulphate (ml)

N = Normality of sodium thiosulphate

W = sample weigh

การทดสอบเนื้อสัมผัสของข้าวหลังการหุง

1. หุงข้าวโดยใช้ข้าว 30 กรัม และน้ำ 45 มล. หรือน้ำ 1.5 เท่าของน้ำหนักข้าว
2. นำตัวอย่างข้าวที่ได้จากการหุง สภาวะความชื้นที่แตกต่างกัน ไปต้มให้สุกเก็บในภาชนะปิด ไม่ให้โดนลม
3. สุ่มตัวอย่างมาประมาณ 7 – 10 เม็ดวัดลักษณะเนื้อสัมผัสในเครื่อง texture analyzer โดยตั้งค่าการวัดจะใช้หัววัด 25 mm cylinder probe (P/25) กำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

Mode	:	Measure Force in Compression
Option	:	Return to Start
Pre – Test Speed	:	1.0 mm/s
Post – Test speed	:	10.0m/s
Distance	:	8 mm
Trigger Type	:	Bottom
Data Acquisition Rate	:	400pps
Calibrate Probe	:	10mm

วัดค่า Hardness ทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพแป้งโดยใช้ Rapid visco amylograph (RVA)

1. ชั่งแป้งมา 3.00 ± 0.01 กรัม (dry basis)
2. เติมน้ำกลั่น 25 มล. (± 0.01 มล) ลงใน test cannister อีกอัน
3. เทตัวอย่างแป้งลงใน test cannister ที่มีน้ำกลั่นบรรจุ ใช้แท่งแก้วคนหรือ paddle คนผสมในแนวตั้งอย่างน้อย 10 ครั้ง จนกระทั่งแป้งผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ
4. วาง paddle ให้อยู่ตรงกลางของ cannister แล้ววาง cannister ในชุดเครื่อง RVA ทำการวัดค่าความหนืดที่เปลี่ยนแปลงโดยกด motor lower ของเครื่อง
5. รายงานผลค่า pasting time , peak temperature , peak viscosity ,breakdown ,setback

Boot Idle Temperature : 50°C

Idle Tolerance : 1°C

Time	Type	Value
00:00:00	Temp	50
00:00:00	Speed	960
00:00:00	speed	160
00:01:00	Temp	50
00:04:45	Temp	95
00:07:15	Temp	95
00:11:00	Temp	50

End of Test 0:13:00

การทดสอบความคงตัวของเจลในแป้งข้าว

1. ชั่งน้ำหนักแป้งข้าว ที่เก็บจาก สถานะการเก็บที่มีความชื้นและอุณหภูมิที่แตกต่างกันใส่ในหลอดทดลอง
2. เติมน้ำละลาย Thymol blue 0.2 ml. และ 0.2 N KOH 2 ml.
3. ผสมให้เข้ากันโดยใช้ Vortex mixer 5 วินาที แล้ว water bath ที่อุณหภูมิ 100°C ปิดปากหลอดแก้วด้วยลูกแก้วโดยทำทีละตัวอย่าง ให้ระยะเวลาแต่ละตัวอย่างห่างกันประมาณ 10 นาที แต่ละหลอด water bath 8 นาที
4. ทำ water bath ครบ 8 นาที นำหลอดทดสอบไปปั่นด้วย vortex mixer อีกครั้ง ประมาณ 5 วินาที แล้วแช่ในน้ำที่มีน้ำแข็งอยู่เป็นเวลา 20 นาที ทำจนครบทุกหลอดโดยเวลาในแต่ละหลอดควรห่างกันประมาณ 10 วินาที
5. นำไปวางบนกระดาษกราฟตามแนวนอนเป็นเวลา 30 นาที
6. อ่านค่าระยะทางที่แป้งไหลได้

แสดงผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงเนื้อสัมผัสของข้าวที่เก็บที่สภาวะที่แตกต่างกันในช่วงเวลาต่าง ๆ

สัปดาห์	ชนิดของข้าว	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	ความแข็ง(hardness)(kg)			ความเหนียว(stickiness)(kg)		
				1	2	avg	1	2	avg
0	ข้าวเปลือก	RT	Room condition	11.246	11.451	11.350	2.614	2.115	2.370
	ข้าวกล้อง	RT	Room condition	13.844	13.690	13.770	2.571	2.460	2.520
	ข้าวสาร	RT	Room condition	13.964	14.419	14.190	0.893	0.687	0.790
1	ข้าวเปลือก	RT	Room condition	10.752	11.011	10.882	2.614	2.542	2.578
			65 %	12.239	10.193	11.216	2.511	2.245	2.378
			75%	11.656	12.115	11.886	2.789	2.798	2.793
			85%	11.040	12.098	11.569	2.577	2.694	2.402
		20°C	65%	13.046	12.371	12.709	2.480	2.552	2.516
			75%	14.450	14.204	14.327	1.757	1.964	1.860
			85%	13.645	13.895	13.770	2.803	2.656	2.729
		35°C	65%	-	-	-	-	-	-
			75%	10.752	11.011	10.882	2.314	2.542	2.578
			85%	11.006	11.536	11.271	2.560	2.570	2.565
	ข้าวสาร	RT	Room condition	13.344	13.790	13.571	2.471	2.400	2.436
			65 %	12.065	12.695	12.380	2.184	2.388	2.286
			75%	13.842	12.604	13.223	2.095	2.277	2.186
			85%	13.213	13.652	13.432	2.283	2.545	2.414
		20°C	65%	14.264	13.826	14.045	2.425	2.384	2.405
			75%	-	-	-	-	-	-
			85%	14.264	14.203	14.234	2.354	2.296	2.325
		35°C	65%	13.926	12.250	13.092	2.300	2.221	2.260
			75%	14.441	13.535	13.998	2.867	2.506	2.687
			85%	-	-	-	-	-	-
	ข้าวกล้อง	RT	Room condition	14.954	14.419	14.516	0.893	0.687	0.790
			65 %	13.650	14.594	14.122	0.960	0.717	0.842
			75%	14.127	14.530	14.328	0.340	0.436	0.388
			85%	15.215	15.110	15.162	0.469	0.374	0.421

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงเนื้อสัมผัสของข้าวที่เก็บที่สภาวะที่แตกต่างกันในช่วงเวลาต่าง ๆ

สัปดาห์	ชนิดของข้าว	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	ความแข็ง(hardness)(kg)			ความเหนียว(stickiness)(kg)		
				1	2	Avg.	1	2	Avg.
1	ข้าวกล้อง	20°C	65%	13.455	13.137	13.146	0.693	0.688	0.691
			75%	15.023	15.456	15.240	0.952	1.093	1.022
			85%	14.223	13.509	13.866	0.909	0.666	0.7875
		35°C	65%	13.810	14.954	14.382	0.849	0.694	0.771
			75%	14.543	13.685	14.114	1.545	1.328	1.436
			85%	13.931	14.249	14.09	0.390	0.529	0.4595
2	ข้าวเปลือก	RT	Room condition	10.357	9.929	10.143	1.997	2.284	2.141
			65 %	10.539	11.288	10.913	2.475	1.657	2.066
			75%	9.063	8.554	8.808	2.332	1.948	2.140
			85%	10.183	11.682	10.933	2.131	2.216	2.174
		20°C	65%	9.745	10.282	10.013	2.121	2.475	2.150
			75%	9.480	9.557	9.518	1.639	1.924	1.781
			85%	10.566	10.679	10.623	2.207	2.085	2.146
		35°C	65%	10.401	9.526	9.963	2.094	1.857	1.976
			75%	10.642	10.725	10.683	2.031	2.129	2.080
			85%	8.683	9.227	8.955	1.857	2.168	2.097
	ข้าวสาร	RT	Room condition	13.876	14.446	14.161	1.438	2.308	1.873
			65 %	13.170	13.869	13.250	1.827	2.623	2.225
			75%	13.260	12.635	12.947	2.597	2.666	2.632
			85%	14.13	13.652	13.891	2.430	2.375	2.793
		20°C	65%	13.075	13.503	13.289	1.788	2.160	1.974
			75%	13.476	13.022	13.249	2.415	2.597	2.555
			85%	13.575	13.331	13.544	2.249	2.091	2.170
		35°C	65%	13.986	13.250	13.618	2.541	2.142	2.341
			75%	12.319	12.346	12.333	2.137	1.731	1.934
			85%	13.642	13.596	13.619	2.227	2.182	2.205

ตารางที่1 (ต่อ) แสดงเนื้อสัมผัสของข้าวที่เก็บที่สภาวะที่แตกต่างกันในช่วงเวลาต่าง ๆ

ลำดับ	ชนิดของข้าว	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	ความแข็ง(hardness)(kg)			ความเหนียว(stickiness)(kg)		
				1	2	avg	1	2	avg
2	ข้าวกล้อง	RT	Room condition	15.704	15.588	15.646	0.432	0.382	0.407
			65 %	13.977	14.622	14.300	0.409	0.381	0.395
			75%	13.293	12.773	13.033	1.212	1.023	1.117
			85%	14.337	14.302	14.319	0.806	0.247	0.526
		20°C	65 %	13.075	13.503	13.289	1.788	2.160	1.974
			75%	14.235	13.096	13.666	0.634	0.904	0.769
			85%	13.757	13.331	13.544	2.249	2.091	2.179
		35°C	65 %	15.312	12.318	13.851	0.360	0.492	0.426
			75%	13.876	14.446	13.451	1.438	2.308	0.515
			85%	14.140	13.575	13.858	0.897	1.045	0.971
3	ข้าวเปลือก	RT	Room condition	11.210	10.703	10.956	2.189	2.033	2.111
			65 %	10.964	9.772	10.368	2.323	2.325	2.324
			75%	11.518	10.957	11.237	2.196	2.033	2.114
			85%	8.906	8.126	8.516	2.240	1.523	1.881
		20°C	65%	10.251	9.803	10.027	2.223	1.976	2.099
			75%	8.690	8.834	8.762	1.779	2.141	1.960
			85%	9.246	10.198	9.722	1.897	1.957	1.926
		35°C	65%	9.360	-	9.360	1.917	-	1.917
			75%	10.327	10.731	10.529	2.238	2.274	2.256
			85%	9.899	11.552	10.725	2.122	2.063	2.092
	ข้าวสาร	RT	Room condition	-	-	-	-	-	-
			65 %	10.068	10.639	10.354	1.625	1.858	1.742
			75%	10.716	10.925	10.820	1.910	1.668	1.789
			85%	11.385	11.156	11.271	1.464	1.880	1.672
		20°C	65%	10.792	10.618	10.705	2.094	1.720	1.907
			75%	11.110	10.884	10.997	1.831	1.940	1.885
			85%	11.482	11.508	11.495	1.627	2.057	1.842

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงเนื้อสัมผัสของข้าวที่เก็บที่สภาวะที่แตกต่างกันในช่วงเวลาต่าง ๆ

ลำดับ	ชนิดของข้าว	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	ความแข็ง(hardness)(kg)			ความเหนียว(stickiness)(kg)		
				1	2	avg	1	2	avg
3	ข้าวกล้อง	35°C	65%	13.158	14.128	13.643	1.527	1.488	1.508
			75%	10.051	10.868	10.460	0.936	1.182	1.059
			85%	10.959	9.576	10.268	1.813	1.640	1.727
		RT	Room condition	15.968	16.553	16.261	0.975	0.630	0.803
			65 %	16.895	16.632	14.101	0.803	0.616	0.658
			75%	15.576	14.246	14.911	0.472	0.899	0.686
			85%	13.144	14.577	13.604	1.024	1.377	1.200
		20°C	65%	14.577	13.585	14.081	1.218	1.267	1.243
			75%	-	-	-	-	-	-
			85%	14.794	14.621	14.707	0.731	0.526	0.629
4	ข้าวเปลือก	RT	Room condition	13.621	12.655	13.143	2.992	2.413	2.171
			65 %	13.687	13.545	13.62	2.413	2.556	2.49
			75%	13.581	11.655	12.618	2.560	2.371	2.466
			85%	13.231	13.116	13.180	2.641	2.423	2.53
		20°C	65%	13.519	11.934	12.727	2.992	2.638	2.815
			75%	12.286	13.572	12.929	2.840	2.829	2.835
			85%	13.362	12.685	13.024	3.069	2.858	2.964
		35°C	65%	12.497	13.171	12.834	2.809	2.814	2.812
			75%	11.895	11.873	11.884	2.764	2.699	2.732
			85%	13.695	13.418	13.557	2.726	2.738	2.732
	ข้าวสาร	RT	Room condition	14.354	15.831	15.093	1.686	1.928	1.807
			65 %	15.328	14.432	14.880	2.274	2.322	2.298
			75%	14.743	15.256	15.00	2.764	2.209	2.486
			85%	15.266	13.610	14.438	1.742	2.194	1.968

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงเนื้อสัมผัสของข้าวที่เก็บที่สภาวะที่แตกต่างกันในช่วงเวลาต่าง ๆ

สัปดาห์	ชนิดของข้าว	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	ความแข็ง(hardness)(kg)			ความเหนียว(stickiness)(kg)		
				1	2	Avg.	1	2	Avg.
4	ข้าวสาร	20°C	65%	14.550	13.896	14.223	1.849	2.358	2.104
			75%	14.413	12.866	13.640	1.607	2.560	2.084
			85%	14.059	14.250	14.155	1.909	1.885	1.897
		35°C	65%	15.093	15.392	15.531	1.894	1.965	1.930
			75%	14.494	13.057	13.775	2.016	2.686	2.351
			85%	14.358	14.179	14.268	1.959	2.206	2.082
4	ข้าวกล้อง	RT	Room condition	14.747	14.447	14.597	0.642	0.337	0.490
			65 %	14.236	16.019	15.128	0.317	0.383	0.350
			75%	14.674	15.141	14.907	0.390	0.244	0.317
			85%	13.094	15.366	14.230	0.568	0.139	0.353
		20°C	65%	13.594	12.919	13.257	0.656	0.954	0.805
			75%	15.797	13.603	14.700	0.291	0.678	0.485
			85%	14.540	15.094	14.817	0.239	0.231	0.235
		35°C	65%	15.941	15.710	15.825	0.446	0.274	0.363
			75%	14.565	15.484	15.070	0.819	0.378	0.598
			85%	13.809	14.203	14.006	0.318	0.227	0.273
5	ข้าวเปลือก	RT	Room condition	-	-	-	-	-	-
			65 %	11.928	2.6686	11.548	2.686	2.606	2.646
			75%	11.629	12.968	12.308	2.657	2.812	2.735
			85%	13.112	12.134	12.623	2.807	2.906	2.857
		20°C	65%	11.365	12.767	12.066	2.494	2.427	2.460
			75%	12.584	12.854	12.648	2.978	2.753	2.865
			85%	12.190	12.655	12.423	2.926	2.720	2.823
		35°C	65%	14.255	12.548	13.419	2.803	2.548	2.675
			75%	-	-	-	-	-	-
			85%	12.502	11.692	12.097	2.703	2.318	2.510

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงเนื้อสัมผัสของข้าวที่เก็บที่สภาวะที่แตกต่างกันในช่วงเวลาต่าง ๆ

สัปดาห์	ชนิดของข้าว	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	ความแข็ง(hardness)(kg)			ความเหนียว(stickiness)(kg)		
				1	2	Avg.	1	2	Avg.
5	ข้าวสาร	RT	Room condition	14.636	14.517	14.577	1.872	2.490	2.181
			65 %	13.602	14.200	13.901	2.009	1.836	1.922
			75%	13.741	12.889	13.315	1.889	2.088	2.174
			85%	12.777	12.391	12.584	1.919	2.097	2.008
		20°C	65%	14.095	13.071	13.583	2.016	1.889	1.952
			75%	15.880	15.473	15.677	2.314	2.629	2.472
			85%	12.406	11.945	12.176	2.214	2.259	2.236
		35°C	65%	15.432	14.983	15.207	2.7723	2.511	2.617
			75%	13.645	13.238	13.441	1.776	2.023	1.899
			85%	-	-	-	-	-	-
5	ข้าวกล้อง	RT	Room condition	15.113	14.548	14.854	1.354	0.710	1.032
			65 %	14.422	15.305	14.864	0.360	0.335	0.347
			75%	16.280	16.627	16.454	1.447	1.633	1.540
			85%	14.789	14.474	14.632	0.806	1.139	0.972
		20°C	65%	14.974	14.748	14.861	1.373	0.712	1.042
			75%	15.880	15.473	15.677	2.314	2.629	2.472
			85%	15.159	14.877	15.018	0.846	0.574	0.710
		35°C	65%	15.066	16.236	15.651	0.859	0.916	0.887
			75%	16.382	17.426	16.904	0.744	0.909	0.826
			85%	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าวโดยใช้เครื่อง RVA(Rapid Visco amylograph)

สัปดาห์	ชนิดข้าว	Temp	%RH	PeakI	Though	Break down	Final visc	Setback	Peak Time	Pasting Temp
0	ข้าวเปลือก	RT	Atm	284.08	192.83	91.25	297.00	104.17	5.87	78.30
	ข้าวสาร	RT	Atm	273.75	208.08	65.67	321.67	113.58	6.03	81.75
	ข้าวกล้อง	RT	Atm	198.00	152.50	45.50	277.00	124.50	5.96	83.60
1	ข้าวเปลือก	RT	Atm	286.50	180.42	106.08	269.67	89.25	5.96	74.30
			65%	316.17	177.67	138.50	275.50	97.83	5.61	75.05
			75%	308.25	189.75	134.17	273.83	99.33	5.77	76.40
			85%	314.42	192.08	122.33	283.58	91.50	5.73	76.30
		20°C	65%	313.83	191.75	122.08	284.25	92.50	5.80	75.85
			75%	308.17	184.83	123.33	278.83	94.00	5.64	75.90
			85%	320.50	192.50	128.25	283.58	91.08	5.70	75.05
		35°C	65%	-	-	-	-	-	-	-
			75%	314.67	184.92	129.75	280.58	95.97	5.80	76.40
			85%	310.75	201.67	109.08	294.92	93.25	5.93	77.55
1	ข้าวสาร	RT	Atm	274.17	213.92	60.25	322.67	108.75	6.16	81.80
			65%	288.75	205.17	83.58	303.92	98.75	5.96	80.50
			75%	267.08	197.50	69.58	295.25	97.75	5.96	82.10
			85%	265.17	199.50	65.67	292.83	93.33	6.06	82.65
		20°C	65%	-	-	-	-	-	-	-
			75%	285.92	209.08	76.83	317.92	108.83	6.22	82.95
			85%	272.25	188.67	83.58	297.17	108.50	5.87	80.20
		35°C	65%	264.25	182.50	81.75	297.00	114.50	5.93	82.85
			75%	266.25	192.17	74.08	298.58	106.42	5.96	81.80
			85%	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงที่ ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าว โดยใช้เครื่อง RVA(Rapid Visco amylograph)

ลำดับ	ชนิดข้าว	Temp	%RH	Peak1	Though	Break down	Final visc	Setback	Peak Time	Pasting Temp
1	ข้าวกล้อง	RT	Atm	199.25	156.50	42.75	274.33	117.83	6.19	84.15
			65%	199.83	155.67	44.17	262.75	107.08	6.03	84.95
			75%	203.50	156.83	46.67	264.92	108.08	6.13	85.75
			85%	191.75	145.67	46.08	252.50	106.83	6.00	82.15
		20°C	65%	201.75	155.08	46.67	265.50	110.42	6.09	85.70
			75%	198.58	149.92	48.67	260.92	111.00	6.03	84.15
			85%	192.83	146.33	46.50	254.67	108.33	6.09	85.00
		35°C	65%	203.75	163.75	40.00	273.92	110.17	6.22	85.75
			75%	196.42	150.92	45.50	262.67	111.75	6.16	84.85
			85%	191.50	146.42	45.08	253.92	107.50	6.00	84.90
2	ข้าวเปลือก	RT	Atm	290.67	171.17	119.50	266.75	95.58	5.60	76.25
			65%	312.00	195.58	116.42	294.50	98.92	5.83	77.55
			75%	282.25	171.58	110.67	274.58	103.00	5.74	76.40
			85%	301.92	190.33	111.58	291.33	101.00	5.74	76.25
		20°C	65%	294.33	178.83	115.50	283.67	104.83	5.77	75.55
			75%	306.42	182.42	124.00	286.42	104.00	5.67	76.25
			85%	283.08	182.92	100.17	278.67	95.75	5.96	77.90
		35°C	65%	301.58	200.00	101.58	303.58	103.58	5.87	76.65
			75%	302.58	191.33	111.25	298.42	104.00	5.67	76.35
			85%	303.75	185.42	118.33	286.25	100.83	5.80	77.40

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าวโดยใช้เครื่อง RVA(Rapid Visco amylograph)

สัปดาห์	ชนิดข้าว	Temp	%RH	Peak1	Though	Break down	Final visc	Setback	Peak Time	Pasting Temp
2	ข้าวสาร	RT	Atm	279.50	201.58	77.92	310.33	108.75	6.00	82.85
			65%	283.67	201.42	82.25	316.17	114.75	6.00	79.80
			75%	268.58	187.67	80.92	293.75	106.08	5.93	80.50
			85%	269.83	192.67	77.17	293.67	101.00	6.06	82.50
		20°C	65%	274.92	193.50	81.42	294.83	101.33	5.96	82.65
			75%	269.17	196.67	72.50	300.50	103.67	6.13	83.80
			85%	264.08	189.58	74.50	291.33	101.75	6.00	80.25
		35°C	65%	276.00	215.92	60.08	322.00	106.08	6.16	83.00
			75%	267.58	199.33	68.25	302.50	103.17	6.16	83.45
			85%	259.25	189.17	70.08	287.75	98.58	6.09	84.55
2	ข้าวกล้อง	RT	Atm	193.25	153.42	39.83	271.17	117.75	6.13	84.55
			65%	213.83	170.92	42.92	283.25	112.33	6.35	86.50
			75%	187.25	141.75	45.50	254.50	112.75	6.06	85.35
			85%	197.75	153.83	43.92	267.50	113.67	6.16	85.70
		20°C	65%	195.17	155.25	39.92	267.42	112.17	6.32	86.75
			75%	186.33	142.92	43.42	254.92	112.00	6.13	85.75
			85%	189.92	139.42	50.50	249.83	110.42	5.96	82.95
		35°C	65%	195.83	159.50	36.33	274.42	114.92	6.29	88.10
			75%	184.67	149.33	35.33	264.00	114.67	6.16	86.90
			85%	191.58	151.08	40.50	263.50	112.42	6.26	86.85

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าวโดยใช้เครื่อง RVA (Rapid Visco amylograph)

สัปดาห์	ชนิดข้าว	Temp	%RH	Peak1	Though	Break down	Final visc	Setback	Peak Time	Pasting Temp
3	ข้าวเปลือก	RT	Atm	356.25	177.83	178.42	290.92	113.08	5.67	75.15
			65%	439.50	237.42	202.08	352.00	114.58	5.64	75.15
			75%	401.08	201.58	199.50	318.17	116.58	5.54	74.25
			85%	283.25	154.92	128.33	242.17	87.25	5.74	76.25
		20°C	65%	367.92	203.33	164.58	322.83	119.50	5.90	75.40
			75%	395.83	203.83	192.00	287.17	83.33	5.61	74.70
			85%	367.58	182.25	185.33	298.42	116.17	5.57	76.35
		35°C	65%	363.17	197.42	165.75	340.67	143.25	5.83	75.90
			75%	406.67	176.75	229.92	177.42	0.67	5.57	75.55
			85%	376.33	208.83	167.50	332.50	123.67	5.67	76.00
3	ข้าวสาร	RT	Atm	279.50	201.58	77.92	310.33	108.75	6.00	82.85
			65%	265.25	187.25	78.00	296.42	109.17	6.13	80.70
			75%	267.50	190.00	77.50	284.67	94.67	6.06	84.70
			85%	251.75	173.67	78.08	267.33	93.67	5.96	84.10
		20°C	65%	255.58	194.92	60.67	245.17	50.25	6.03	83.85
			75%	240.33	193.25	47.08	293.25	100.00	6.16	85.75
			85%	268.33	188.08	80.25	288.42	100.33	6.00	84.15
		35°C	65%	220.08	163.17	56.92	265.25	102.08	5.90	85.35
			75%	276.00	199.83	76.17	308.00	108.17	6.03	83.70
			85%	269.33	197.83	71.50	305.25	107.42	6.03	84.15

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าวโดยใช้เครื่อง RVA(Rapid Visco amylograph)

สัปดาห์	ชนิดข้าว	Temp	%RH	Peak1	Though	Break down	Final visc	Setback	Peak Time	Pasting Temp
3	ข้าวกล้อง	RT	Atm	175.17	136.92	38.25	242.17	105.25	6.09	84.20
			65%	197.75	153.83	43.92	267.50	113.67	6.16	85.70
			75%	179.33	142.00	37.33	243.58	101.58	6.16	82.90
			85%	179.58	154.33	25.25	260.17	105.83	6.45	88.80
		20°C	65%	185.42	150.50	34.92	261.17	110.67	6.13	84.15
			75%	185.42	150.50	34.92	264.17	110.67	6.13	84.15
			85%	-	-	-	-	-	-	-
		35°C	65%	195.17	155.25	39.92	267.42	112.17	6.32	86.75
			75%	190.92	151.08	39.83	263.50	112.42	6.32	86.90
			85%	174.50	138.92	35.58	240.75	101.83	6.29	87.25
4	ข้าวเปลือก	RT	Atm	311.25	197.58	113.67	277.17	79.58	5.77	76.80
			65%	290.83	193.33	97.50	280.33	87.00	5.90	76.40
			75%	295.17	193.17	102.00	285.67	92.50	5.77	75.50
			85%	295.58	188.08	107.50	278.75	90.67	5.60	76.65
		20°C	65%	315.92	188.00	127.92	290.42	102.42	5.67	76.40
			75%	303.08	192.33	110.75	282.50	90.17	5.80	78.30
			85%	294.00	180.25	113.67	272.58	92.33	5.77	77.00
		35°C	65%	322.67	204.33	118.33	298.83	94.50	5.80	78.20
			75%	282.92	194.58	88.33	288.33	93.75	5.87	77.20
			85%	319.33	217.58	101.75	308.67	91.08	5.87	78.70

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าว โดยใช้เครื่อง RVA(Rapid Visco amylograph)

สัปดาห์	ชนิดข้าว	Temp	%RH	Peak1	Though	Break down	Final visc	Setback	Peak Time	Pasting Temp
4	ข้าวสาร	RT	Atm	378.33	253.08	125.25	390.75	137.67	5.90	78.35
			65%	355.50	245.50	110.00	370.58	125.08	5.83	77.05
			75%	402.00	241.58	160.42	377.08	135.50	5.70	75.80
			85%	399.50	233.67	165.92	353.33	119.67	5.70	75.10
		20°C	65%	355.50	245.50	110.00	370.58	125.08	5.83	77.05
			75%	400.25	236.33	163.92	381.67	145.33	5.67	75.65
			85%	397.33	231.50	165.83	375.25	143.75	5.64	75.10
		35°C	65%	398.17	253.08	145.08	391.42	138.33	5.77	77.45
			75%	367.08	219.42	147.67	260.08	40.67	5.60	75.65
			85%	415.50	248.50	167.00	397.25	148.75	5.64	76.30
4	ข้าวกล้อง	RT	Atm	218.33	161.67	56.67	289.75	128.08	6.00	65.45
			65%	195.67	150.17	45.50	270.08	119.92	6.09	85.95
			75%	187.58	146.00	41.58	260.08	114.08	6.09	85.95
			85%	293.00	187.92	105.08	321.58	133.67	5.77	77.55
		20°C	65%	197.83	154.33	43.50	274.17	119.83	6.09	86.50
			75%	195.25	155.50	39.75	268.25	112.75	6.19	86.00
			85%	397.33	321.50	165.83	375.25	143.75	5.64	75.10
		35°C	65%	214.83	175.58	39.25	300.83	125.25	6.32	84.95
			75%	202.00	160.33	41.67	282.83	122.50	6.19	86.00
			85%	195.33	156.83	38.50	264.83	108.00	6.22	84.95

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าวโดยใช้เครื่อง RVA(Rapid Visco amylograph)

สัปดาห์	ชนิดข้าว	Temp	%RH	Peak1	Though	Break down	Final visc	Setback	Peak Time	Pasting Temp
5	ข้าวเปลือก	RT	Atm	311.25	197.58	113.67	277.17	79.58	5.77	76.80
			65%	328.67	189.75	139.00	287.83	98.08	5.48	75.50
			75%	306.50	202.42	104.08	294.83	92.42	5.93	77.45
			85%	320.92	208.08	112.83	294.17	86.08	5.70	74.25
		20°C	65%	291.08	178.42	112.67	267.33	88.92	5.67	75.15
			75%	321.08	211.33	109.75	304.42	93.08	5.80	76.65
			85%	320.67	201.67	119.00	296.67	95.00	5.77	75.60
		35°C	65%	304.75	209.08	95.67	299.33	90.25	5.80	77.45
			75%	-	-	-	-	-	-	-
			85%	296.42	174.00	122.42	274.08	100.08	5.61	77.15
5	ข้าวสาร	RT	Atm	252.92	184.75	68.17	303.25	118.50	6.06	82.65
			65%	252.08	199.58	52.50	305.42	105.83	6.13	85.70
			75%	226.00	170.08	55.92	274.17	104.08	5.96	79.85
			85%	225.00	165.83	59.17	269.33	103.50	6.09	88.35
		20°C	65%	252.42	191.25	61.17	292.25	101.00	6.09	85.70
			75%	221.92	180.00	41.92	268.00	88.00	6.22	87.95
			85%	184.83	138.92	45.92	238.92	100.00	5.96	88.05
		35°C	65%	225.25	175.25	50.00	262.75	87.50	6.16	87.25
			75%	228.17	171.33	56.83	276.50	105.17	6.00	85.75
			85%	244.42	190.17	54.25	299.92	109.75	6.06	85.40

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าว โดยใช้เครื่อง RVA(Rapid Visco amylograph)

สัปดาห์	ชนิดข้าว	Temp	%RH	Peak1	Though	Break down	Final visc	Setback	Peak Time	Pasting Temp
5	ข้าวกล้อง	RT	Atm	194.83	154.58	40.25	283.17	128.58	6.16	84.90
			65%	152.00	123.83	28.17	226.50	102.67	5.96	87.75
			75%	177.92	146.00	31.92	256.50	110.50	6.19	86.90
			85%	166.58	129.50	37.08	228.83	99.33	6.13	88.05
		20°C	65%	171.33	141.75	29.58	255.33	113.58	6.22	88.40
			75%	197.00	156.42	40.58	276.50	120.08	6.26	87.70
			85%	176.00	141.50	34.50	247.50	106.00	6.22	86.95
		35°C	65%	180.17	159.17	21.00	277.08	117.92	6.71	89.95
			75%	187.33	154.17	33.17	277.17	123.00	6.29	88.85
			85%	182.42	151.58	30.83	256.00	104.42	6.29	89.15



ตารางที่ 3 แสดง ความชื้น ความขาว และ%ข้าวเต็มเมล็ดของข้าวเปลือก ของข้าวที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไป 1 อาทิตย์

ลำดับ	ข้าว	อุณหภูมิ	%RH	ความชื้น	ความขาว	%เต็มเมล็ด
0	ข้าวเปลือก	Room Temp	Atm	8.50	43.6	81.64
	ข้าวสาร	Room Temp	Atm	13.63	41.6	-
	ข้าวกล้อง	Room Temp	Atm	13.15	21.3	-
1	ข้าวเปลือก	Room Temp	Atm	8.50	44.0	81.04
			65%	12.15	44.3	83.45
			75%	10.27	44.5	79.70
			85%	13.16	40.5	60.90
		20 °C	65%	12.30	44.1	83.90
			75%	12.92	45.1	78.32
			85%	13.79	44	79.09
		35 °C	65%	11.01	41.3	81.91
			75%	11.38	43.5	78.82
			85%	12.16	45.3	72.76
1	ข้าวสาร	Room Temp	Atm	13.28	40.0	-
			65%	13.30	42.0	-
			75%	13.56	41.6	-
			85%	14.71	41.0	-
		20 °C	65%	13.52	41.5	-
			75%	-	41.5	-
			85%	14.56	43.2	-
		35 °C	65%	12.77	40.7	-
			75%	13.77	42.9	-
			85%	14.56	41.8	-

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดง ความชื้น ความขาว และ%ข้าวเต็มเมล็ดของข้าวเปลือก ของข้าวที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไปทุก 1 อาทิตย์

สัปดาห์	ข้าว	อุณหภูมิ	%RH	ความชื้น	ความขาว	%เต็มเมล็ด
1	ข้าวกล้อง	Room Temp	Atm	12.19	21.6	-
			65%	12.20	21.2	-
			75%	13.02	20.6	-
			85%	13.65	20.1	-
		20 °C	65%	12.08	20.5	-
			75%	13.32	21	-
			85%	14.00	20.5	-
		35 °C	65%	13.14	20.6	-
			75%	12.76	18.9	-
			85%	14.18	21.7	-
2	ข้าวเปลือก	Room Temp	Atm	8.45	42.3	79.03
			65%	11.15	44.3	83.69
			75%	9.27	41.1	76.50
			85%	14.16	42.3	75.65
		20 °C	65%	12.29	42.7	81.83
			75%	13.02	42.9	79.09
			85%	13.89	41.5	74.32
		35 °C	65%	11.09	41.5	81.79
			75%	11.58	41.4	80.25
			85%	12.66	42.7	78.02
2	ข้าวสาร	Room Temp	Atm	13.60	40.1	-
			65%	12.29	33.4	-
			75%	13.54	42.6	-
			85%	14.26	41.1	-
		20 °C	65%	12.65	40.1	-
			75%	13.56	41.4	-
			85%	14.36	42.0	-

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดง ความชื้น ความขาว และ%ข้าวเต็มเมล็ดของข้าวเปลือก ของข้าวที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไปทุก 1 อาทิตย์

ลำดับ	ข้าว	อุณหภูมิ	%RH	ความชื้น	ความขาว	%เต็มเมล็ด
2	ข้าวสาร	35 °C	65%	12.35	37.4	-
			75%	13.54	41.7	-
			85%	14.77	39.7	-
2	ข้าวกล้อง	Room Temp	Atm	12.18	21.6	-
			65%	12.75	19.8	-
			75%	13.64	21.1	-
			85%	15.20	20.6	-
		20 °C	65%	12.57	18.8	-
			75%	13.60	20.9	-
			85%	15.65	21.0	-
		35 °C	65%	12.25	20.6	-
			75%	13.42	21.1	-
			85%	14.44	21.3	-
3	ข้าวเปลือก	Room Temp	Atm	12.10	42.8	79.54
			65%	11.63	43.6	78.73
			75%	12.96	41.6	74.66
			85%	14.09	41.5	71.60
		20 °C	65%	11.521	41.4	75.96
			75%	12.93	42.1	77.14
			85%	13.83	42.1	65.66
		35 °C	65%	11.01	41.6	77.145
			75%	11.71	42.1	77.20
			85%	13.49	42.0	77.49
3	ข้าวสาร	Room Temp	Atm	12.20	40.0	-
			65%	12.88	38.2	-
			75%	13.84	41.50	-
			85%	15.31	40.8	-

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดง ความชื้น ความขาว และ%ข้าวเต็มเมล็ดของข้าวเปลือก ของข้าวที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไปทุก 1 อาทิตย์

ลำดับ	ข้าว	อุณหภูมิ	%RH	ความชื้น	ความขาว	%เต็มเมล็ด
		20 °C	65%	12.87	37.4	-
			75%	13.72	43.0	-
			85%	15.75	42.4	-
		35 °C	65%	12.40	36.0	-
			75%	13.52	42.8	-
			85%	14.56	37.4	-
3	ข้าวกล้อง	Room Temp	Atm	12.18	21.4	-
			65%	12.88	20.90	-
			75%	13.84	21.30	-
			85%	15.31	21.6	-
		20 °C	65%	12.87	21.7	-
			75%	13.72	21.6	-
			85%	15.75	21.8	-
		35 °C	65%	12.40	21.3	-
			75%	13.52	21.9	-
			85%	14.56	21.9	-
4	ข้าวเปลือก	Room Temp	Atm	12.10	41.10	75.36
			65%	10.46	39.4	77.06
			75%	12.48	43.0	74.08
			85%	15.02	40.6	78.41
		20 °C	65%	11.94	39.6	78.91
			75%	12.19	41.6	75.82
			85%	14.57	40.7	71.18
		35 °C	65%	12.36	40.2	79.91
			75%	12.93	42.3	76.57
			85%	13.27	41.6	75.36

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดง ความชื้น ความขาว และ%ข้าวเต็มเมล็ดของข้าวเปลือก ของข้าวที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไปทุก 1 อาทิตย์

สัปดาห์	ข้าว	อุณหภูมิ	%RH	ความชื้น	ความขาว	%เต็มเมล็ด
4	ข้าวสาร	Room Temp	Atm	13.54	40.3	-
			65%	13.68	28.2	-
			75%	14.75	41.3	-
			85%	16.39	38.5*	-
		20 °C	65%	13.13	30.8	-
			75%	14.70	41.3	-
			85%	15.56	40.7	-
		35 °C	65%	13.07	31.3	-
			75%	13.96	41.1	-
			85%	15.68	32.5*	-
4	ข้าวกล้อง	Room Temp	Atm	12.20	22.10	-
			65%	12.99	21.0	-
			75%	14.47	21.1	-
			85%	15.76	18.7*	-
		20 °C	65%	12.99	20.4	-
			75%	13.75	21.4	-
			85%	15.29	18.2*	-
		35 °C	65%	12.01	19.1	-
			75%	13.09	23.1	-
			85%	14.93	19.7*	-

* เป็นสภาวะที่มีการเจริญของเชื้อราจนทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของเมล็ดข้าว

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดง ความชื้น ความขาว และ%ข้าวเต็มเมล็ดของข้าวเปลือก ของข้าวที่เก็บในสถานะที่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไปทุก 1 อาทิตย์

สัปดาห์	ข้าว	อุณหภูมิ	%RH	ความชื้น	ความขาว	%เต็มเมล็ด
5	ข้าวเปลือก	Room Temp	Atm	12.10	40.10	75.36
			65%	10.56	38.1	79.06
			75%	12.78	42.0	73.08
			85%	15.32	40.6	72.41
		20 °C	65%	11.90	37.6	78.54
			75%	12.18	42.6	75.00
			85%	14.59	40.7	72.18
		35 °C	65%	12.26	38.2	79.62
			75%	12.99	42.3	74.57
			85%	13.50	40.6	73.36
5	ข้าวสาร	Room Temp	Atm	13.42	40.2	-
			65%	13.55	28.0	-
			75%	14.66	40.3	-
			85%	16.93	38.5*	-
		20 °C	65%	13.21	30.9	-
			75%	14.75	41.0	-
			85%	15.50	40.7	-
		35 °C	65%	13.14	30.3	-
			75%	13.87	40.1	-
			85%	15.69	30.5*	-

* เป็นสถานะที่มีการเจริญของเชื้อราจนทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของเมล็ดข้าว

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดง ความชื้น ความขาว และ%ข้าวเต็มเมล็ดของข้าวเปลือก ของข้าวที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไปทุก 1 อาทิตย์

สัปดาห์	ข้าว	อุณหภูมิ	%RH	ความชื้น	ความขาว	%เต็มเมล็ด
5	ข้าวกล้อง	Room Temp	Atm	12.15	22.10	-
			65%	12.78	19.0	-
			75%	14.57	20.5	-
			85%	15.61	15.7*	-
		20 °C	65%	12.36	18.1	-
			75%	13.71	20.3	-
			85%	15.61	16.3*	-
		35 °C	65%	12.41	18.4	-
			75%	13.16	20.1	-
			85%	14.98	18.3*	-

* เป็นสภาวะที่มีการเจริญของเชื้อราจนทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของเมล็ดข้าว



ตารางที่ 4 แสดง peroxide value ในข้าวกล้องเมื่อเก็บในสภาวะที่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไปทุก 1 สัปดาห์

สัปดาห์	ข้าว	อุณหภูมิ	%RH	Peroxide1	Peroxide2	ave
0	ข้าวกล้อง	Room temp	Atm	น้อยมาก	น้อยมาก	-
1	ข้าวกล้อง	Room Temp	Atm	น้อยมาก	น้อยมาก	-
			65%	น้อยมาก	น้อยมาก	-
			75%	น้อยมาก	น้อยมาก	-
			85%	น้อยมาก	น้อยมาก	-
		20 °C	65%	น้อยมาก	น้อยมาก	-
			75%	น้อยมาก	น้อยมาก	-
			85%	น้อยมาก	น้อยมาก	-
		35 °C	65%	น้อยมาก	น้อยมาก	-
			75%	น้อยมาก	น้อยมาก	-
			85%	น้อยมาก	น้อยมาก	-
2	ข้าวกล้อง	Room Temp	Atm	น้อยมาก	น้อยมาก	-
			65%	5.97	5.81	5.89
			75%	1.19	1.18	1.185
			85%	น้อยมาก	น้อยมาก	-
		20 °C	65%	1.58	1.59	1.585
			75%	น้อยมาก	น้อยมาก	-
			85%	4.37	-	4.37
		35 °C	65%	-	-	-
			75%	2.68	2.59	2.635
			85%	0.79	0.79	0.79

สปีดาร์	ข้าว	อุณหภูมิ	%RH	Peroxide1	Peroxide2	ave
3	ข้าวกล้อง	Room Temp	Atm	น้อยมาก	น้อยมาก	น้อยมาก
			65%	3.637	3.384	3.51
			75%	0.230	0.22	0.225
			85%	0.35	0.31	0.33
		20 °C	65%	1.78	1.85	1.82
			75%	1.40	1.37	1.39
			85%	0.398	0.317	0.358
		35 °C	65%	12.92	13.18	13.05
			75%	0.949	0.86	0.905
			85%	0.678	-	0.678
4	ข้าวกล้อง	Room Temp	Atm	0.36	0.35	0.355
			65%	7.67	7.93	7.80
			75%	0.620	0.558	0.590
			85%	2.32	-	2.32
		20 °C	65%	3.032	3.13	3.08
			75%	0.86	0.84	0.85
			85%	0.540	0.599	0.569
		35 °C	65%	9.92	9.90	9.10
			75%	1.33	-	1.33
			85%	0.617	0.578	0.5975
5	ข้าวกล้อง	Room Temp	Atm	1.19	-	1.19
			65%	9.39	9.29	9.34
			75%	2.81	2.93	2.87
			85%	0.82	-	0.82
		20 °C	65%	8.06	8.29	8.18
			75%	1.11	1.16	1.14
			85%	0.88	0.70	0.79
		35 °C	65%	9.48	9.63	9.56
			75%	2.33	2.81	2.57
			85%	0.68	0.87	0.78

ตารางที่ 5 แสดงค่าความคงตัวของเจลในข้าวที่เก็บในสถานะที่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไปทุก 1 สัปดาห์

สัปดาห์	Temp	%RH	ระยะทางการเคลื่อนที่ของเจลข้าว (ม.ม)		
			ข้าวเปลือก	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร
0	0	storage condition	>100	>100	>100
1	Room temp	Storage condition	>100	>100	>100
		65%	>100	>100	>100
		75%	>100	>100	>100
		85%	>100	>100	>100
	20°C	65%	>100	>100	>100
		75%	>100	>100	>100
		85%	>100	>100	>100
	35°C	65%	>100	>100	>100
		75%	>100	>100	>100
		85%	>100	>100	>100
2	Room temp	Storage condition	>100	>100	>100
		65%	>100	95	>100
		75%	>100	95	>100
		85%	>100	>100	>100
	20°C	65%	>100	>100	>100
		75%	>100	>100	>100
		85%	>100	>100	>100
	35°C	65%	>100	>100	>100
		75%	>100	>100	>100
		85%	>100	>100	>100

ตาราง 5 (ต่อ) แสดงค่าความคงตัวของเจลในข้าวที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไปทุก 1 สัปดาห์

สัปดาห์	Temp	%RH	ระยะทางการเคลื่อนที่ของเจลข้าว (ม.ม)		
			ข้าวเปลือก	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร
3	Room temp	Storage condition	81	87	80
		65%	75	72	99
		75%	75	71	100
		85%	86	95	>100
	20°C	65%	88	87	100
		75%	86	>100	84
		85%	91	72	95
	35°C	65%	95	60	>100
		75%	96	85	80
		85%	84	58	90
4	Room temp	Storage condition	87	58	78
		65%	93	35	84
		75%	77	49	57
		85%	89	63	92
	20°C	65%	75	55	90
		75%	95	80	73
		85%	86	52	88
	35°C	65%	67	45	72
		75%	72	35	75
		85%	77	32	64

รูป ๖ (ต่อ) แสดงค่าความคงตัวของเจลในข้าวที่เก็บในสถานะที่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไปทุก 1 สัปดาห์

สัปดาห์	Temp	%RH	ระยะทางการเคลื่อนที่ของเจลข้าว (ม.ม)		
			ข้าวเปลือก	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร
5	Room temp	Storage condition	50	-	52
		65%	45	47	65
		75%	82	40	55
		85%	58	46	64
	20°C	65%	23	47	-
		75%	43	53	81
		85%	58	52	80
	35°C	65%	43	60	94
		75%	55	45	65
		85%	47	40	62

โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

1. โปรแกรมแสดง final viscosity

1.1 ข้าวกล้อง

Brownrva.out

C.V.

7.675059

Dependent Variable: Final Viscosity

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MOISTURE	3	388.259284	129.419761	0.31	0.8191
TEMP*MOISTURE	6	3748.777901	624.796317	1.49	0.2196

Tests of Hypotheses using the Anova MS for TIME(TEMP) as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEMP	2	1412.658216	706.329108	0.90	0.4381

1.2 ข้าวเปลือก

Padrva.out

C.V.

8.601040

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MOISTURE	3	3680.135402	1226.711801	2.00	0.1384
TEMP*MOISTURE	6	4259.512772	709.918795	1.16	0.3580

Tests of Hypotheses using the Anova MS for TIME(TEMP) as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEMP	2	646.5166049	323.2583025	0.60	0.5652

1.3 ข้าวขาว

Whiterva.out

R-Square	C.V.	Root MSE	FV Mean
0.699030	9.417731	28.96101	307.515833

Dependent Variable: Final Viscosity

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MOISTURE	3	899.74905	299.91635	0.36	0.7841
TEMP*MOISTURE	6	2980.48905	496.74818	0.59	0.7335

Tests of Hypotheses using the Anova MS for TIME(TEMP) as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEMP	2	189.3938722	94.6969361	0.02	0.9799

2.โปรแกรมแสดง Gel consistency

2.1 ข้าวกล้อง

C.V.

10.46838

Dependent Variable: Gel consistency

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MOISTURE	3	206.82256	68.94085	1.10	0.3660
TEMP*MOISTURE	6	1447.25616	241.20936	3.85	0.0064

Tests of Hypotheses using the Anova MS for TIME(TEMP) as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEMP	2	679.2912719	339.6456360	0.14	0.8742

2.2 ข้าวเปลือก

Padcon1.out

C.V.

8.020782

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MOISTURE	3	544.18641	181.39547	4.04	0.0167
TEMP*MOISTURE	6	348.72887	58.12148	1.29	0.2925

Tests of Hypotheses using the Anova MS for TIME(TEMP) as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEMP	2	1264.964722	632.482361	0.39	0.6894

2.3 ข้าวขาว

Whitecon.out

C.V.

7.397682

Dependent Variable: Gel consistency

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEMP	2	168.566667	84.283333	1.98	0.1573
TIME(TEMP)	10	8868.683333	886.868333	20.86	0.0001
MOISTURE	3	163.576923	54.525641	1.28	0.3004
TEMP*MOISTURE	6	591.206410	98.534402	2.32	0.0620

Tests of Hypotheses using the Anova MS for TIME(TEMP) as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEMP	2	168.566667	84.283333	0.10	0.9102

3.ความแข็งของข้าว

3.1 ข้าวกล้อง

C.V.

5.073493

Dependent Variable: HARDNESS

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MOISTURE	3	0.25995329	0.08665110	0.16	0.9228
TEMP*MOISTURE	6	1.97418243	0.32903041	0.60	0.7242

Tests of Hypotheses using the Anova MS for TIME(TEMP) as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEMP	2	0.70463029	0.35231515	0.20	0.8218

3.2 ข้าวเปลือก

Program paddy

C.V.

7.741250

Dependent Variable: HARDNESS

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MOISTURE	3	1.42659719	0.47553240	0.61	0.6174
TEMP*MOISTURE	6	2.20833985	0.36805664	0.47	0.8247

Tests of Hypotheses using the Anova MS for TIME(TEMP) as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEMP	2	6.85807150	3.42903575	0.47	0.6376

3.3 ข้าวขาว

Program white rice

C.V.

9.152530

Dependent Variable: HARDNESS

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MOISTURE	3	1.28511683	0.42837228	0.29	0.8322
TEMP*MOISTURE	6	6.48989023	1.08164837	0.73	0.6285

Tests of Hypotheses using the Anova MS for TIME(TEMP) as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TEMP	2	0.43628539	0.21814269	0.05	0.9519

ข้อเสนอแนะ

1. การติดตามการแตกตัวของไขมันควรใช้การวัด secondary product ซึ่งทำโดยวิธี TBA ทั้งนี้เพราะว่า peroxide สามารถแตกตัวเปลี่ยนไปเป็น malonaldehyde ซึ่งทำให้ค่าการแตกตัวของไขมันที่ได้จากการติดตามด้วยวิธี peroxide value ไม่ได้ค่าการแตกตัวที่แท้จริงของกรดไขมัน
2. ในการปรับสภาวะความชื้นด้วยสารละลายควรปิดโหลให้สนิทเพื่อป้องกันการถ่ายเทเข้าออกของอากาศ
3. การวัดความคงตัวของเจลควรมีการบดแบ่งให้ละเอียดทุกครั้ง
4. ในการจัดข้าวข้าวเปลือกที่ผ่านการกะเทาะเปลือกแล้วนั้นควรชั่งน้ำหนักข้าวแต่ละครั้งให้เท่ากันทั้งนี้เพราะจะทำให้ได้ผลที่ไม่คลาดเคลื่อน
5. ในการวัดความขาวของข้าวควรทำการ calibrate เครื่องทุกครั้ง
6. การสุ่มตัวอย่างที่บับสภาวะออกมามีเคราะห์ควรทำอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการดูดความชื้นจากภายนอกเข้าไป และควรเก็บตัวอย่างที่ได้ไว้ในภาชนะปิดมิดชิดสามารถป้องกันการถ่ายเทของอากาศได้



เอกสารอ้างอิง

- กนกอร อินทราพิเชฐ(2538).เคมีอาหาร สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- งามชื่น คงเสรี (2542)คุณภาพข้าวสารและข้าวสุก. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี
- มนชัย ควงจินดา.(2537). การใช้โปรแกรม sas เพื่อการวิเคราะห์งานวิจัยสัตว์.ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ไพฑูรย์ อุไรรงค์ และ กิตติยา กิจควรดี (2541) เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรเทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี .กรมวิชาการเกษตรและส่งเสริมสหกรณ์
- โพธิ์ทอง โสมประโคน(2540) การศึกษาคุณสมบัติของข้าวที่เปลี่ยนแปลงไปตามอายุเก็บเกี่ยวของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ด้วยเครื่อง Rapid Visco Ananlyzer (RVA)
- อรอนงค์ นัยวิกุล (2538).เคมีทางธัญญาหาร.ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรม การเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- อรอนงค์ นัยกุล(2544) การตรวจคุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของข้าวด้วยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดอย่างรวดเร็ว ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Hall , Carl W. (1980). **Drying and Storage of Agricultural Crops**. The AVI Publishing Company, Inc. Westport,Connecticut

