



วิชาสัมมนา (1201-480)

ปัจจัยของการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพข้าว
Storage Factors Affecting Rice Quality

โดย

นางสาวสุพัตรา เนาวบุตร

รหัสนักศึกษา 61120041634

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์.ดร. สุธีพร เกตุงาม

ภาควิชาพืชไร่คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ภาคการศึกษาที่ 1/2564

วันที่ 15 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2564

วิชาสัมมนา (1201-480)

ปัจจัยของการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพข้าว
Storage Factors Affecting Rice Quality

โดย

นางสาวสุพัตรา เนาวบุตร

รหัสนักศึกษา 61120041634

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์.ดร. สุธีพร เกตุงาม

ภาควิชาพืชไร่คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ภาคการศึกษาที่ 1/2564

วันที่ 15 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564

เรื่อง : ปัจจัยของการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพข้าว
ผู้สัมมนา : นางสาวสุพัตรา เนาวบุตร รหัส 61120041634
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชา : พืชไร่
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. สุรียพร เกตุงาม

เค้าโครงร่างสัมมนา

1. บทนำ
2. องค์ประกอบของเมล็ดข้าว
3. คุณภาพข้าว
 - คุณภาพทางกายภาพ
 - คุณภาพทางเคมี
4. ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาข้าว
 - ระยะเวลาการเก็บรักษาข้าว
 - อุณหภูมิในการเก็บรักษาข้าว
 - ความชื้นของเมล็ดขณะเก็บรักษา
5. การเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพข้าว
6. สรุป

เรื่อง : ปัจจัยของการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพข้าว
 ผู้สัมมนา : นางสาวสุพัตรา เนาวบุตร รหัส 61120041634
 ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
 สาขาวิชา : พืชไร่
 ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพร เกตุงาม

บทคัดย่อ

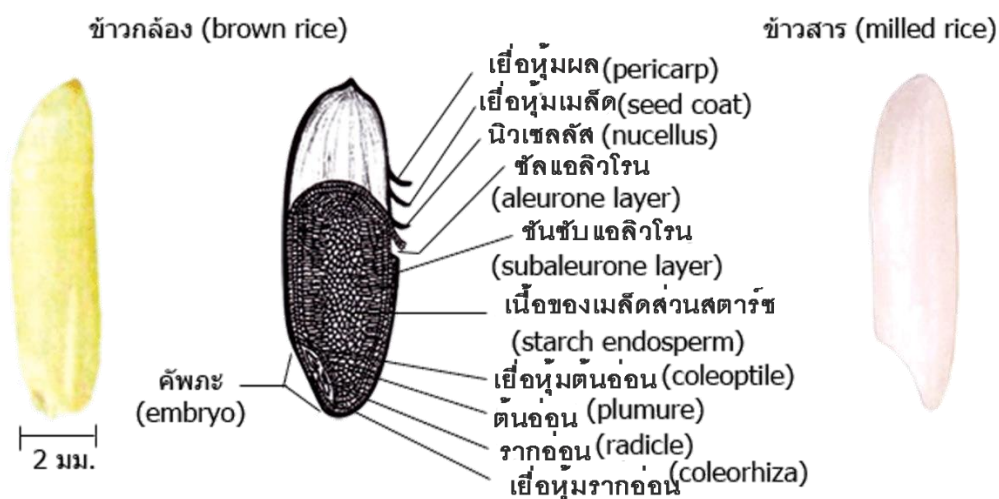
การเก็บรักษาคุณภาพข้าว เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เมล็ดข้าวยังคงคุณภาพของสารอาหารและไม่เสื่อมสภาพไปในเวลาที่รวดเร็ว ซึ่งเมล็ดข้าวที่เก็บรักษาจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอยู่ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของข้าวแต่ละพันธุ์และสภาพการเก็บรักษา ดังนั้นบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวในขณะเก็บรักษา ซึ่งคุณภาพข้าวถูกจำแนกออกได้ 2 ประเภท คือ คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพจะเกี่ยวกับสีของเมล็ด รูปร่าง เมล็ด น้ำหนักเมล็ด ลักษณะท้องไข เป็นต้น คุณภาพทางเคมีของข้าวจะเกี่ยวข้องกับคุณภาพการหุงต้มและรับประทานของข้าว ได้แก่ ปริมาณอะไมโลส อุณหภูมิของแป้งสุก และความคงตัวของแป้งสุก เมื่อระยะเวลาผ่านไปหรือสภาพการเก็บรักษาไม่เหมาะสมก็อาจทำให้คุณภาพของเมล็ดข้าวในด้านต่างๆเสื่อมได้ ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษา ประกอบด้วยหลายปัจจัย เช่น ระยะเวลาการเก็บรักษา อุณหภูมิในการเก็บรักษา และความชื้นในการเก็บรักษาข้าว ปัจจัยทั้งสามนี้มีผลต่อการเสื่อมสภาพของเมล็ดข้าว ถ้าหากเก็บรักษาไว้ระยะเวลามากกว่า 3 เดือนขึ้นไป เมล็ดข้าวจะเริ่มเสื่อมสภาพจะปรับตัวกลายเป็นข้าวเก่า และจะเสื่อมสภาพลงเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น หากอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่เหมาะสมหรือสูงขึ้นจะยิ่งทำให้เมล็ดข้าวเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น เมล็ดข้าวจะเหลือง และระยะเวลาการหุงต้มจะนานขึ้นจากเดิม และถ้าหากมีความชื้นเข้ามาร่วมด้วยยิ่งทำให้เมล็ดเสื่อมสภาพได้เร็วยิ่งขึ้น ซึ่งความชื้นปกติที่เก็บรักษา ไม่ควรเกิน 14 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำข้าวไปสีจะมีเมล็ดข้าวแตกหักน้อย แต่ถ้าความชื้นสูง เชื่อว่า แבקที่เรียจะสามารถเจริญเติบโตได้ดี และมีแมลงเข้าทำลายทำให้เมล็ดข้าวเสื่อมคุณภาพทั้งทางกายภาพและทางเคมี ถ้าหากเก็บรักษาข้าวในสภาพที่เหมาะสม จะทำให้ข้าวสามารถคงคุณภาพที่ดีได้

คำสำคัญ : ข้าว, คุณภาพข้าว, คุณภาพทางกายภาพ, คุณภาพทางเคมี, การเก็บรักษาข้าว

บทนำ

คุณภาพข้าวกำหนดขึ้นเป็นเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อประโยชน์ในการส่งเสริมการปลูกและการซื้อขายข้าวโดยทั่วไป ซึ่งคุณภาพข้าวแบ่งออกตามคุณสมบัติได้เป็น คุณสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวเปลือก ได้แก่ ขนาดและรูปร่างของเมล็ด เช่น เมล็ดยาว เมล็ดยาวปานกลาง เมล็ดสั้น เมล็ดป้อม เมล็ดเรียวยาว หรืออ้วนป้อม ส่วนสมบัติทางเคมีที่นำมาเป็นเกณฑ์กำหนดคุณภาพข้าวเปลือกที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณอะไมโลส ความคงตัวของแป้งสุก และอุณหภูมิของแป้งสุก คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเมล็ดข้าวนับเป็นสิ่งสำคัญต่อการซื้อขายข้าวโดยทั่วไป พันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีทั้งทางกายภาพและเคมีก็จะมีราคาของเมล็ดพันธุ์และข้าวสารสูง เนื่องจากคุณภาพดังกล่าวจะส่งผลให้คุณภาพการสีข้าว, การหุงต้ม และการรับประทานดีตามไปด้วย ซึ่งผลผลิตข้าวเปลือกที่ได้หลังการเก็บเกี่ยวส่วนมากจะมีการจำหน่ายกันต่อไปเป็นทอดๆ จากชาวนา พ่อค้า ไปจนถึงผู้ประกอบการส่งออก เพื่อนำข้าวเปลือกไปแปรรูป แต่อย่างไรก็ตามในบางกรณีที่ชาวนาหรือพ่อค้าไม่สามารถจำหน่ายข้าวเปลือกได้ตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น ต้องการรอจนกว่าจะได้ราคาที่พึงพอใจ หรือรอการสั่งซื้อจากพ่อค้า จึงต้องนำข้าวเปลือกมาเก็บรักษาไว้ก่อนที่จะส่งขายต่อไปซึ่งในระหว่างการเก็บนั้นคุณภาพข้าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น (ภัทรพร, 2540) ดังนั้นเพื่อคงคุณค่าขณะเก็บรักษาให้เทียบเท่ากับข้าวใหม่และคงคุณค่าของคุณภาพข้าวไว้ จึงมีการศึกษาสถานะอุณหภูมิในการเก็บรักษา ระยะเวลาการเก็บรักษา ความชื้น หรือแม้แต่ภาชนะที่ใช้ใส่ขณะเก็บรักษา ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ย่อมมีผลทำให้ระหว่างการเก็บรักษาเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพ ดังนั้นบทความนี้จะอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาข้าว ที่มีผลต่อคุณภาพข้าวทั้งทางคุณภาพและเคมี ซึ่งจะประกอบไปด้วยระยะเวลาการเก็บรักษา อุณหภูมิ การเก็บรักษา และความชื้นขณะเก็บรักษาข้าว เพื่อนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการผลิตและเก็บรักษาข้าวให้เหมาะสมและมีมาตรฐานต่อไป

1. องค์ประกอบของเมล็ดข้าว



ที่มา: <https://sites.google.com>

ภาพที่ 1 องค์ประกอบของเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าวเป็นผลชนิด caryopsis มีเยื่อหุ้มเมล็ด (testa) อยู่ติดกับผนังรังไข่ (ovary wall) เมล็ดข้าว หลักๆ จะประกอบด้วยกลีบและข้าวกล้อง

กลีบ (hull หรือ husk) ซึ่งเป็นส่วนห่อหุ้มเมล็ดข้าว ประกอบด้วย เปลือกใหญ่ (lemma) เปลือกเล็ก (palea) หาง (awn) ชั่วเมล็ด (rachilla) และกลีบรองเมล็ด (sterile lemmae) เปลือกใหญ่จะปกคลุมอยู่ 2 ใน 3 ของเนื้อที่เมล็ด เปลือกเล็กจะยึดแน่นอยู่ภายในส่วนของเปลือกใหญ่ด้วยโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายตะขอ (hooklike structure) ดังนั้นเปลือกข้าวจึงปิดแน่น

ข้าวกล้อง (brown rice) เป็นส่วนที่ใช้บริโภคประกอบด้วยคัพภะ (embryo) และส่วนที่เป็นแป้ง (starchy endosperm) ข้าวกล้อง ประกอบด้วย เยื่อหุ้มข้าวกล้อง (caryopsis coat) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ได้แก่ เยื่อชั้นนอก (pericarp) เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) และเยื่อคั่น (nucellus) ส่วนเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด (aleurone layer) อยู่ด้านในต่อจากเยื่อคั่น (nucellus) เป็นเนื้อเยื่อชนิดเดียวกับเนื้อเมล็ด (endosperm) เซลล์ของเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดประกอบด้วย โปรตีน และไขมัน ส่วนที่เป็นแป้ง (starchy endosperm) หรือส่วนที่เป็นข้าวสารจะอยู่ชั้นในสุดของเมล็ด ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่ และมีโปรตีนอยู่บ้าง และส่วนของคัพภะ (embryo) เป็นส่วนที่อยู่ติดกับส่วนที่เป็นแป้งทางด้านท้องของเมล็ด (ventral side) คัพภะเป็นส่วนของเจริญเป็นต้นอ่อนต่อไป ดังนั้นจึงประกอบด้วย ต้นอ่อน (plumule) รากอ่อน (radicle) เยื่อหุ้มต้นอ่อน (coleoptile) และเยื่อหุ้มรากอ่อน (coleorhiza) เป็นต้น

2. คุณภาพข้าว

คุณภาพของเมล็ดข้าว แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเมล็ดข้าวนับเป็นสิ่งสำคัญต่อการซื้อขายข้าวโดยทั่วไป พันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีทั้งทางกายภาพและเคมีก็จะมีราคาของเมล็ดพันธุ์และข้าวสารสูง เนื่องจากคุณภาพดังกล่าวจะส่งผลให้ คุณภาพการสีข้าว การหุงต้ม และการรับประทานดีตามไปด้วย

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

คุณสมบัติภายนอกของเมล็ดที่เห็นได้ง่าย สามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้ และซึ่ง ตวงวัดได้ เช่น น้ำหนักเมล็ด, สีเปลือกของข้าวเปลือก, สีข้าวกล้อง, ขนาดและรูปร่างเมล็ด, ลักษณะท้องไข, ความใสหรือความขุ่นของข้าวสาร, ความขาวของข้าวสาร และคุณภาพการสี เป็นต้น (อรอนงค์, 2539) การกำหนดมาตรฐานข้าวเพื่อการส่งออกของประเทศค้าข้าว มักใช้คุณสมบัติเมล็ดทางกายภาพในการจำแนกเกรดของข้าวทุกชนิด เนื่องจากมีความชัดเจนและสามารถตรวจสอบได้รวดเร็ว ทั้งการตรวจสอบดูพื้นข้าวว่ามีเมล็ดยาวหรือสั้น สีแล้วหักมากหรือน้อย มีเมล็ดข้าวแดงปนหรือไม่ ซึ่งมาตรฐานทางกายภาพของเมล็ดข้าวจะมีเกณฑ์การจำแนกเพื่อตรวจสอบว่าเมล็ดข้าวนั้น ได้คุณภาพตรงตามเกณฑ์หรือไม่ โดยจะมีการจำแนกตามขนาดรูปร่างเมล็ด ได้ดังนี้

ขนาดรูปร่างเมล็ด (grain dimension) ประกอบไปด้วย ความยาว (length) ความกว้าง (width) ความหนา (thickness) และรูปร่าง (shape) ของเมล็ด ขนาดรูปร่างเมล็ดของพันธุ์ข้าวเป็นลักษณะประจำพันธุ์ มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ และสภาพพื้นที่ปลูก เช่น ข้าวพวก indica จะมีเมล็ดยาวรูปร่างเรียวยาว พวก japonica มีเมล็ดสั้น รูปร่างป้อม

ขนาดของเมล็ด สามารถจัดเมล็ดข้าวตามความยาวเมล็ดได้เป็น 4 ชั้น ซึ่งแบ่งได้ตามความยาวของข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหัก ได้แก่ ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 (เมล็ดยาวมาก), ข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 (เมล็ดยาว), ข้าวเมล็ดยาวชั้น 3 (เมล็ดยาวปานกลาง), และข้าวเมล็ดสั้น โดยมีความยาวเมล็ด ดังนี้ ยาวกว่า 7.00 มิลลิเมตร, 6.6-7.00 มิลลิเมตร, 6.2-6.6 มิลลิเมตร และสั้นกว่า 6.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ (องค์ความรู้เรื่องข้าว, 2559)

รูปร่างเมล็ด ประเมินจากอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้าง แบ่งเป็น 3 รูปร่าง ได้แก่ เมล็ดเรียวยาว เมล็ดยาวปานกลาง เมล็ดป้อม โดยมีสัดส่วนความยาวต่อความกว้าง ดังนี้ มากกว่า 3.0 มิลลิเมตร, 2.0-3.0 มิลลิเมตร และ น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ (องค์ความรู้เรื่องข้าว, 2559)

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวพันธุ์ใหม่ขึ้นมาอย่างมากมาย เพื่อให้ได้ข้าวพันธุ์ใหม่ที่มีศักยภาพ และคุณภาพในด้านๆ ที่ต้องการเพื่อต้องการให้ผู้คนยอมรับ และแข่งกับพันธุ์มาตรฐาน เพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงการค้าซึ่งพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นั้นจะต้องมีการนำไปปลูกทดสอบเพื่อดูศักยภาพในหลายพื้นที่ แล้วนำมาศึกษาคุณภาพในด้านคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี เพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐาน ที่นิยมปลูกกันอย่างทั่วหลายและบริโคมมาก ก็คือพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 พันธุ์ข้าวของไทยแม้มีขนาดรูปร่างใกล้เคียงกันคือเมล็ดยาวและรูปร่างเรียวยาว แต่ความนิยมนิยมของผู้คนที่ต่างกัน พันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกกันก็จะมีทั้งพันธุ์ที่ปลูกแบบนาปีและนาปรัง แต่ก็มีความยาวของเมล็ดที่ใกล้เคียงกัน แต่ในส่วนองข้าวต่างประเทศนั้น เช่น ข้าวญี่ปุ่น จะมีความแตกต่างกับข้าวไทย คือมีลักษณะรูปร่างเมล็ดอ้วนป้อมเมล็ดสั้น ดังแสดงใน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ตัวอย่างพันธุ์ข้าว ความยาวเมล็ดและรูปร่างของเมล็ดข้าวในแต่ละพันธุ์

พันธุ์ข้าว	ความยาวเมล็ด (มม.)	รูปร่าง
ข้าวไทย		
ขาวดอกมะลิ105	7.2-7.6	เรียวยาว
กข15	7.5	เรียวยาว
ชัยนาท1	7.4	เรียวยาว
ข้าวญี่ปุ่น		
กกก.1	5.18	อ้วนป้อม
กกก.2	5.13	อ้วนป้อม

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมวิชาการเกษตร (2547)

2.2 คุณภาพทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดข้าว คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำ ความชื้นมีผลต่อคุณภาพของข้าวทั้งในลักษณะข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร โดยคาร์โบไฮเดรตมีสตาARCHเป็นหลัก และสตาARCHนี้ประกอบด้วยอะไมโลส และอะไมโลเพกทิน ในสัดส่วนต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวทำให้ข้าวมีลักษณะในการหุงต้ม และคุณภาพในการกินต่างกันไป ตลอดจนมีผลต่อคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากเป็นแหล่งสะสมพลังงานสำหรับโปรตีนในข้าวยังนับว่าเป็นแหล่งอาหารโปรตีนหลัก ส่วนไขมันในข้าวจะอยู่เป็นกลุ่มไขมันที่มีรูปร่าง (lipid bodies) หรือหยดกลม (spherosomes) โดยอยู่ร่วมกับเม็ดสตาARCHและโปรตีน ในชั้นแอลิวโลน และคัพพะ จะมีผลในการเสื่อมเสียขณะเก็บรักษาเมล็ด รวมทั้งเมล็ดที่แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และน้ำหรือความชื้นมีผลต่อคุณภาพข้าวในด้านการเก็บรักษา (อรอนงค์, 2547) ผู้บริโภคไม่สามารถประเมินลักษณะของข้าวสุกจากลักษณะภายนอกของข้าวสารที่ปรากฏได้

เนื่องจากการหุงต้มมีความเกี่ยวข้อง กับสมบัติทางเคมีและเคมีกายภาพของข้าวมากกว่าทางกายภาพ จึงได้มีการศึกษาคุณภาพทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการหุงต้มของข้าว ดังนี้

คุณภาพทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการหุงต้มและรับประทานของข้าวเป็นคุณภาพที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อ เพราะความชอบของแต่ละคนแตกต่างกัน เช่น บางคนชอบข้าวนุ่มเหนียว บางคนชอบข้าวแข็งร่วนหุงขึ้นหม้อ คุณภาพการหุงต้มและรับประทานนี้สามารถคาดคะเนโดยคุณสมบัติเมล็ดทางเคมี ปัจจัยที่ทำให้ข้าวพันธุ์ต่างๆ มีคุณภาพของข้าวสุกแตกต่างกันขึ้นกับองค์ประกอบ ดังนี้

2.1.1. ปริมาณอะไมโลส (Apparent amylose content) แป้งในเมล็ดข้าวสารประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 2 ส่วน ได้แก่ อะไมโลส และอะไมโลเพกทิน อัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกทินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ข้าวที่มีอะไมโลสสูง มักร่วนและแข็งกว่าข้าวที่มีอะไมโลสปานกลางและต่ำ แต่ข้าวอะไมโลสสูงสามารถขยายตัวและดูดน้ำได้มากกว่าข้าวอะไมโลสต่ำ สามารถแบ่งข้าวได้ตามปริมาณอะไมโลสได้ 4 ประเภท ดังรายละเอียดใน (ตารางที่ 2) ตัวอย่างพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ ได้แก่ ขาวดอกมะลิ105 และกข15 พันธุ์ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสปานกลาง ได้แก่ กข23 และสุพรรณบุรี 60 และพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูง ได้แก่ ปทุมธานี60 และชัยนาท1 ตามลำดับ โดยมีปริมาณอะไมโลสของแต่ละพันธุ์แตกต่างกันดังแสดงใน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะไมโลส

ประเภทข้าว	ปริมาณอะไมโลส (%)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0-2	เหนียวมาก
ข้าวอะไมโลสต่ำ	10-19	เหนียวและนุ่ม
ข้าวอะไมโลสปานกลาง	20-25	ค่อนข้างร่วนไม่แข็ง
ข้าวอะไมโลสสูง	26-34	ร่วนและแข็ง

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2547)

ตารางที่ 3 ตัวอย่างพันธุ์ข้าวที่มีการจัดแบ่งคุณภาพข้าวพันธุ์ดีตามคุณภาพข้าวสุก

พันธุ์ข้าว	ปริมาณอะไมโลส	ความคงตัวแป้งสุก	อุณหภูมิแป้งสุก
ขาวดอกมะลิ 105	13-18	อ่อน	ต่ำ
กข 15	14-17	อ่อน	ต่ำ
กข21	17-19	อ่อน	ต่ำ
กข 23	22-26	อ่อน	ปานกลาง
สุพรรณบุรี 60	20-26	ปานกลาง	ต่ำ
กข7	24-28	อ่อน	ปานกลาง
ปทุมธานี 60	27-32	แข็ง	ต่ำ
ชัยนาท 1	27-30	แข็ง	ต่ำ-ปานกลาง
ปิ่นแก้ว56	29-31	แข็ง	ต่ำ-ปานกลาง

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมวิชาการเกษตร (2547)

2.2.2. ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) ปริมาณอะมิโลสเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพข้าวสุก ในข้าวบางพันธุ์อาจมีปริมาณอะไมโลสเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน แต่อาจมีความแข็งของข้าวสุกแตกต่างกัน ดังนั้นจึงศึกษาลักษณะของข้าวสุกด้วย เช่นการเกาะตัว ความนุ่ม ความเหนียวมัน จึงได้นำเอาวิธีการหาค่าความคงตัวของแป้งสุก ซึ่งเป็นการหา ระยะทางที่แป้งไหลในแนวราบ (เป็นมิลลิเมตร) มาใช้ในการคาดคะเนคุณภาพข้าวสุก ซึ่งสามารถแบ่งข้าวตามค่าความคงตัวของแป้งสุกได้เป็น 3 ประเภท ดังรายละเอียดใน (ตารางที่ 4) ตัวอย่างพันธุ์ข้าวที่มีค่าความคงตัวของแป้งสุกอ่อน ได้แก่ ขาวดอกมะลิ105, กข15 กข21 และ ปทุมธานี1 พันธุ์ข้าวที่มีค่าความคงตัวของแป้งสุกปานกลาง ได้แก่ กข23, สุพรรณบุรี60 และ กข23 และพันธุ์ข้าวที่มีค่าความคงตัวของแป้งสุกแข็ง ได้แก่ ปทุมธานี60, ชัยนาท1 และปิ่นแก้ว 56 โดยแต่ละพันธุ์จะมีค่าความคงตัวแป้งสุกต่างกันไป ดังแสดงใน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 4 การจำแนกข้าวตามค่าความคงตัวแป้งสุก

ประเภทแป้งสุก	ระยะทางที่แป้งไหล (มม.)
แป้งสุกแข็ง (hard gel consistency)	26-40
แป้งสุกปานกลาง (medium gel consistency)	41-60
แป้งสุกอ่อน (soft gel consistency)	61-100

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2547)

2.2.3. อุณหภูมิแป้งสุก (Gelatinization temperature) การต้มเมล็ดข้าวให้สุก อาจใช้เวลา 14-24 นาที หรือมากกว่านั้น เมล็ดข้าวสุกต้องไม่มีไตของแป้งดิบภายในเมล็ด ระยะเวลาที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของแป้งสุก แม้ว่าระยะเวลาหุงต้มจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแป้งสุก แต่ความหนาของเมล็ดข้าวทำให้ต้องยืดเวลาหุงต้มออกไปอีก เช่น ข้าวที่มีเมล็ดหนาจะต้องใช้เวลาหุงต้มนานกว่าข้าวเมล็ดบาง ในทำนองเดียวกันโปรตีนซึ่งมีมากตามบริเวณผิวนอกของ เมล็ดอาจเป็นอุปสรรคในการซึมผ่านของน้ำและทำให้เวลาหุงต้มนานออกไปอีก ซึ่งจะมีการแบ่ง ตามชนิดข้าวตามอุณหภูมิแป้งสุกและการประเมินด้วยค่าการสลายเมล็ดในด่าง (ตารางที่ 5) ซึ่ง การประเมินหาอุณหภูมิแป้งสุกสามารถทำได้โดยวิธีการสลายเมล็ดข้าวในด่าง (alkali spreading value, ASV) โดยแช่เมล็ดข้าวสารในสารละลายด่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 1.7 เปอร์เซ็นต์ นาน 23 ชั่วโมง ดังรายละเอียดใน (ตารางที่ 6) ตัวอย่างพันธุ์ข้าวที่มี อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ได้แก่ ขาวดอกมะลิ105, กข15 และกข21 และตัวอย่างพันธุ์ข้าวที่มีอุณหภูมิ แป้งสุกปานกลาง ได้แก่ กข23, กข7 และขาวปากหม้อ ในส่วนอุณหภูมิแป้งสุกสูงไม่ค่อยพบ พันธุ์ข้าวจำนวนมากจะมีพันธุ์ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ, ต่ำ-ปานกลาง และปานกลาง ซึ่งในแต่ละ พันธุ์จะมีอุณหภูมิของแป้งสุกต่างกัน ดังแสดงใน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 5 การแบ่งชนิดข้าวตามอุณหภูมิแป้งสุกและการประเมินด้วยค่าการสลายเมล็ดในด่าง ที่สัมพันธ์กับระยะเวลาหุงต้มของข้าวสุก

อุณหภูมิแป้งสุก ($^{\circ}\text{C}$)	ระดับ	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	ระยะเวลาหุงต้ม (นาที)
ต่ำกว่า 69	ต่ำ	6-7	12-17
70-74	ปานกลาง	4-5	17-24
มากกว่า 75	สูง	1-3	มากกว่า 24

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2547)

ตารางที่ 6 ระดับการสลายของเมล็ดข้าวในต่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 1.7 เปอร์เซ็นต์

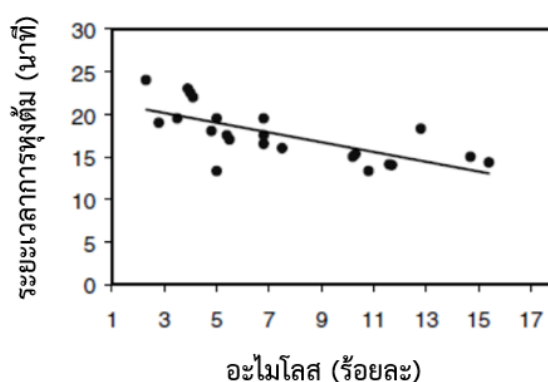
ระดับการสลายตัว ของเมล็ดข้าว	ลักษณะของเมล็ดข้าวที่สลายในต่าง
1	ลักษณะเมล็ดข้าวที่ไม่เปลี่ยนแปลง
2	เมล็ดข้าวพองตัว
3	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ดข้าว
4	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง
5	ผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางหรือทางยาวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดเป็นบริเวณกว้าง
6	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ดมีลักษณะเป็นเมือกขาวขุ่น
7	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ดมีลักษณะเป็นเมือกใส

ที่มา: งามชื่น (2546)

ข้าวมีคุณภาพการหุงต้มแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของข้าวที่แตกต่างกัน เนื่องจากพันธุ์ข้าว สภาพการปลูก การเก็บเกี่ยวและกระบวนการแปรรูปเป็นข้าวสารซึ่งมีผลต่อคุณภาพของข้าว โดยองค์ประกอบทางเคมีหลักที่มีในข้าว คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหารและเถ้า ซึ่งมีสตาร์ชเป็นองค์ประกอบหลัก โดยสตาร์ชประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิด คือ อะไมโลส และอะไมโลเพกติน โดยอะไมโลสเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพในการหุงต้ม

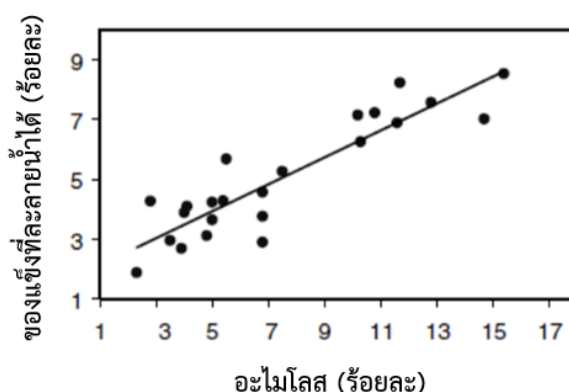
ละมุล วิเศษ (2555) ได้รายงานปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านการหุงต้มของข้าว โดยได้ทำการรวบรวมและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพด้านการหุงต้ม อาทิเช่น องค์ประกอบทางเคมี ระยะเวลาในการเก็บรักษา ซึ่งการประเมินคุณภาพทางด้านการหุงต้ม ได้แก่ ระยะเวลาในการหุงต้ม ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำข้าวสุก อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าว การอุ้มน้ำของข้าวสุก การขยายปริมาตรของข้าวสุก เป็นต้น ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสในช่วงร้อยละ 2-15 โดยอะไมโลสที่สูงขึ้นมีแนวโน้มการใช้เวลาในการหุงต้มสั้นลง และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่า เนื่องมาจากว่าในระหว่างการหุงต้มอะไมโลสจะแตกออกจากเม็ดแป้งทำให้น้ำหุงต้มมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูง นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสเท่ากันยังสามารถทำให้มีความแตกต่างทางด้านการหุงต้มได้ ดังแสดงใน (ภาพที่ 2 และ 3) ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของอะไมโลเพกติน ซึ่งเป็นส่วนที่มีปริมาณมากที่สุดของสตาร์ชมีความแตกต่างของความยาวของสายกิ่งที่ไม่เหมือนกัน โครงสร้างและลักษณะผนังเซลล์ของสตาร์ชแต่ละพันธุ์ สำหรับระยะเวลาในการหุงต้มนั้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแป้งสุกหากอุณหภูมิแป้งสุกมีค่าต่ำจะใช้ระยะเวลาในการหุงต้มเร็วกว่าข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะไมโลสกับค่าความคงตัวของแป้งสุก โดยแป้งข้าวที่มีความแข็งมากหลังหุงต้มจะมีค่าระยะทางการเคลื่อนที่ของแป้งสุกน้อย ซึ่งแป้งข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะมีค่าความคงตัวของแป้งสุกต่ำ (ตารางที่ 7) นอกจากปริมาณของอะไมโลสซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการหุงต้มแล้วโปรตีนยังเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก โดยส่วนของโปรตีนจะสร้างพันธะไดซัลไฟด์ ซึ่งเป็นพันธะที่มีความแข็งแรง ช่วยเพิ่มการยึดเกาะระหว่างโปรตีน และไปแทรกอยู่ระหว่างช่องว่างของเม็ดแป้ง ทำให้เพิ่มความแข็งแรง ให้กับเม็ดแป้งในเมล็ดข้าว โดยข้าวที่มีโปรตีนสูงมีผลทำให้ความ แข็งของข้าวหุงสุกสูงและความเหนียวของข้าวลดลง



ที่มา: Singh *et al.*, (2005) อ้างโดย ละมุล (2555)

ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการหุงต้มต่อปริมาณอะไมโลสในข้าว



ที่มา: Singh *et al.*, (2005) อ้างโดย ละมุล (2555)

ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในระหว่างการหุงต้มต่อปริมาณอะไมโลสในข้าว

ตารางที่ 7 สมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวพันธุ์ต่าง

พันธุ์	อะไมโลส (ร้อยละน้ำหนัก แห้ง)	ความคงตัวของ เจล (มิลลิเมตร)	ค่าการสลาย เมล็ดข้าวในต่าง	โปรตีน (ร้อยละน้ำหนัก แห้ง)
KDML 105	15.95	79.0	7.0	7.94
HKLG	17.34	89.5	7.0	7.46
HSPR	18.90	74.5	7.0	9.14
SPR 60	22.30	49.0	6.7	6.96
RD 7	23.13	48.0	4.8	7.95
RD 23	23.41	53.0	5.0	7.44
SPR 90	26.91	33.5	7.0	9.14
SPR 1	27.34	38.0	5.0	7.84
CNT 1	28.35	34.0	5.4	8.11
LPT 123	28.16	36.0	6.0	8.18

ที่มา: Yadav & Jindal, (2007) อ้างโดย ละมุล (2555)

ปริมาณอะไมโลสเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญซึ่งมีผลต่ออัตราการยืดตัวและการอุ้มน้ำของข้าวสุกเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณอะไมโลสสูงขึ้น และการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ระยะเวลาในการหุงต้มนานขึ้น

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาข้าว

เมล็ดข้าวหลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้ว ต้องมีการมีการเก็บรักษาเพื่อให้เมล็ดข้าวเก็บไว้ได้นานและสามารถยังคงคุณภาพทางด้านต่างๆไว้ เช่น คุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพทางเคมี เป็นต้น ดังนั้นการเก็บรักษาจึงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวเป็นอย่างมาก ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาข้าว ได้แก่ ระยะเวลาการเก็บรักษา อุณหภูมิในการเก็บรักษาและความชื้นของเมล็ดขณะเก็บรักษาข้าว ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลทำให้คุณสมบัติของสารในเมล็ดข้าวเปลี่ยนแปลงไป และส่งผลต่อคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ตลอดจนการยอมรับของผู้บริโภค

3.1 ระยะเวลาการเก็บรักษาข้าว

ระยะเวลาในระหว่างการเก็บรักษามีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เปลี่ยนจากข้าวใหม่เป็นข้าวเก่า ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของสารประกอบต่างๆในเมล็ดข้าว ระหว่างการเก็บรักษา (Zhou *et al.*, 2002) ซึ่งภายหลังจากการเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น โดยเฉพาะในระยะเวลา 3-4 เดือนหลังการเก็บเกี่ยว จากการรายงานของ สรวดี และจิรศักดิ์ (2552) พบว่า ข้าวที่เก็บใหม่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวที่เก็บรักษาแล้ว

หลายเดือน คุณภาพข้าวภายหลังการเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยคุณภาพการสีของข้าวเปลือก มีร้อยละข้าวตัน และร้อยละข้าวสารรวมเพิ่มขึ้น และเพิ่มสูงสุดหากเก็บข้าวเปลือกนาน 3.5 เดือน หลังจากนั้นกลับมีค่าลดลง แต่ก็ยังมีร้อยละต้นข้าว และร้อยละข้าวสารรวมสูงกว่าข้าวก่อนการเก็บรักษา ในส่วนของดัชนีความขาว พบว่า มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในด้านคุณสมบัติความหนืดของแป้งข้าว พบว่า อุณหภูมิแป้งสุก ความคงตัวของแป้งสุก และความหนืดสุดท้ายของแป้งสุกมีค่าเพิ่มขึ้น ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

3.2 อุณหภูมิในการเก็บรักษาข้าว

เมล็ดข้าวที่เก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของข้าวของแต่ละสายพันธุ์และสภาพการเก็บรักษา ซึ่งการรักษาคุณภาพของเมล็ดข้าวจะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาด้วย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเป็นข้าวเก่าจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับสภาพการเก็บรักษา หากเก็บในที่อุณหภูมิสูงข้าวจะกลายเป็นข้าวเก่าเร็วขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลกระทบต่อคุณภาพการหุงต้มของเมล็ดข้าวและคุณภาพของข้าวสุกด้วย จากการศึกษาของ อลิษา และคณะ (2556) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงความหนืดของข้าวพันธุ์ต่างๆ ของเมล็ดข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสแตกต่างกัน คือ ข้าวเจ้าอะไมโลสสูง (ชัยนาท 1) และข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ (ขาวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1) และข้าวเหนียว (สันป่าตอง 1 และ กข10) โดยเก็บรักษาข้าวไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาหกเดือน และวัดความหนืดทั้งสองเดือน พบว่า อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนืดของข้าวทั้งห้าพันธุ์แตกต่างกัน ซึ่งข้าวที่เก็บที่ 60 องศาเซลเซียสจะมีค่าลดลงมากกว่าข้าวที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส พันธุ์ข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะมีค่า peak viscosity ลดลงมากกว่าข้าวที่มีอะไมโลสต่ำ คุณภาพของเมล็ดข้าวมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงการเก็บรักษา โดยขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวและอุณหภูมิการเก็บรักษา ดังนั้น การรักษาคุณภาพของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษาจึงต้องคำนึงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับข้าวแต่ละพันธุ์ด้วย

นอกจากนี้ยังพบว่าในระหว่างการเก็บรักษาข้าวที่อุณหภูมิการเก็บรักษาสูงขึ้นมีผลต่อค่าการดูดซับน้ำและอัตราการยืดตัวของข้าวเพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการหุงต้มนานขึ้น พัสกรเจียรตระกูล และคณะ (2546) รายงานว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 6 เดือนที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 องศาเซลเซียส) เมื่อนำมาทดสอบระยะเวลาในการหุงต้ม พบว่า ข้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 6 เดือน ระยะเวลาในการหุงต้มจะนานกว่าการเก็บรักษาที่ 15 และ 10 องศาเซลเซียสตามลำดับ

3.3 ความชื้นของเมล็ดในการเก็บรักษา

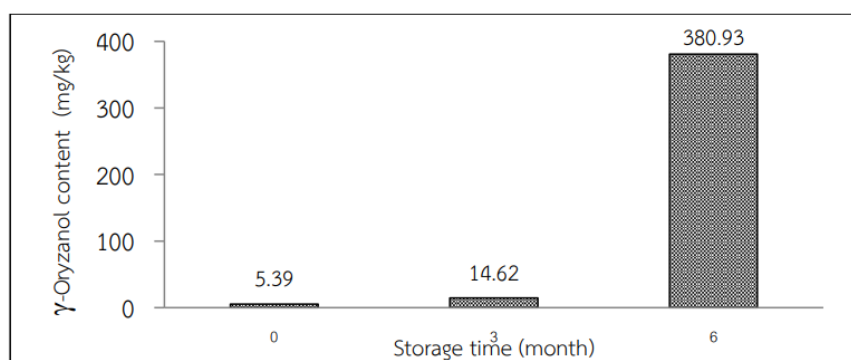
ปริมาณความชื้นของข้าวทั้งในข้าวเปลือกและข้าวสารใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานสำคัญเพื่อการซื้อขายข้าว เนื่องจากปริมาณความชื้นสามารถบ่งชี้ถึงน้ำหนักของเนื้อข้าวที่ผู้ซื้อและผู้ขายเกี่ยวข้องโดยตรงในการกำหนดราคาซื้อ-ขาย และในทางอ้อมนั้น ความชื้นสามารถบ่งชี้ถึงอายุการเก็บรักษาข้าวหรือบ่งบอกถึงความปลอดภัยในการเก็บรักษาให้ข้าวมีคุณภาพดี ข้าวที่มีความชื้นสูงจะเสื่อมเสียเร็วกว่าข้าวที่มีความชื้นต่ำ นอกจากนี้ความชื้นของข้าวยังมีผลต่อคุณภาพการสีของข้าวเปลือก โดยเป็นปัจจัยสำคัญตั้งแต่การเก็บเกี่ยวข้าวที่แก่ ความชื้นเหมาะสม (22-26 เปอร์เซ็นต์) การตากข้าวเปลือกเพื่อลดความชื้นลงให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา (ความชื้นไม่สูงกว่า 14 เปอร์เซ็นต์) จนถึงเวลาการสีข้าวเปลือกที่มีความชื้นเหมาะสมก็จะทำให้ได้ข้าวเต็มเมล็ดสูง และข้าวหักน้อย (Juliano, 1985) แต่ถ้าข้าวมีความชื้นสูง จะเป็นสภาพที่เหมาะสมแก่การเจริญของเชื้อรา แบคทีเรีย และแมลงต่าง ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของข้าว เช่น *Fusarium* sp. ทำให้เกิดเมล็ดเหลืองในข้าว *Curvularia* sp. ก่อให้เกิดเมล็ดสีดำ เป็นต้น

4. การเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพข้าว

การเปลี่ยนแปลงของข้าวเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนถึงผู้บริโภค โดยขึ้นอยู่กับสภาวะของการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ เวลา และความชื้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพข้าวจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี โดยพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าสภาพอื่น ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงเห็นได้ชัดถึงเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก ในข้าวที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ จะได้ข้าวหุงสุกที่นุ่มแฉะ เกาะติดกัน อุ่นน้ำได้น้อย ขยายปริมาตรไม่มาก ตรงกันข้ามกับลักษณะข้าวหุงสุกจากข้าวเก่า ซึ่งร่วนแข็งไม่เกาะติดกัน อุ่นน้ำมาก ขยายปริมาตรมาก (หุงขึ้นหม้อ) นอกจากนี้ข้าวเก่าที่เก็บไว้นานในอุณหภูมิสูงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่จะไม่เปลี่ยนแปลงมากถ้าเก็บที่อุณหภูมิต่ำ สำหรับกลิ่นและรส ตลอดจนรสชาติของข้าวเก่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบของข้าวโดยเฉพาะในกลุ่มสารระเหยที่ให้กลิ่นผิดปกติจาก ไขมัน กรดอะมิโน และวิตามิน

ปริตา และคณะ (2564) ได้รายงานผลของสภาวะการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพข้าวหอมมะลิแดง โดยศึกษาผลของสภาวะการเก็บรักษาข้าวหอมมะลิแดงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของสารที่ฤทธิ์ทางโภชนาการและคุณค่าทางโภชนาการ และองค์ประกอบทางเคมี เก็บรักษาในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 6 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบที่ 0, 3, 6 เดือน พบว่า เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 เดือน จะมีปริมาณแอมมา-โอรีซานอล และปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 4) และ (ตารางที่ 8) แต่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และ

ปริมาณวิตามินอี (อัลฟา-โทโคฟีรอล) มีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 5) โดยทั่วไปปริมาณแกมมา-โอไรซานอล อยู่ในส่วนของรำข้าว เมื่อเก็บรักษาที่ 0, 3 และ 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นจาก 5.39, 14.62, และ 380.93 mg/kg ตามลำดับ สูงถึง 71 เท่า และค่าปริมาณความชื้น 6.77% ในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นเป็น 9.01% และ 9.14% ตามลำดับในเดือนที่ 3 และเดือนที่ 6 (ตารางที่ 8) มีปริมาณความชื้นเป็นไปตามค่ามาตรฐาน และมีความปลอดภัยต่อการบริโภคและปลอดภัยจากการเสื่อมคุณภาพจากเชื้อจุลินทรีย์ ข้าวที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานที่อุณหภูมิสูงจะเปลี่ยนเป็นสีคล้ำ และหากเมล็ดข้าวมีความชื้นสูงส่งผลให้แบคทีเรียและเชื้อราเจริญเติบโตได้ดีและทำให้เมล็ดข้าวมีสีคล้ำยิ่งขึ้น การเก็บตัวอย่างในรูปข้าวเปลือกจะช่วย ป้องกันการเปลี่ยนแปลงของค่าสีและความชื้น เนื่องจากช่วยลดอัตราการหายใจของข้าว และป้องกันการ เจริญเติบโตของเชื้อรา ช่วยป้องกันการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดข้าวได้



ที่มา: ปรีตา และคณะ (2021)

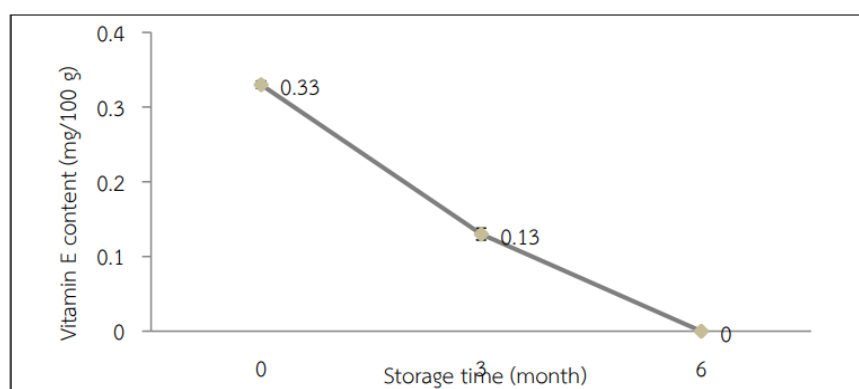
ภาพที่ 4 ปริมาณแกมมาโอไรซานอลของข้าวมะลิแดง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 8 ความชื้นของข้าวหอมมะลิแดง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ความชื้น (%)
0	6.77 ± 0.12^b
3	9.01 ± 0.29^a
6	9.14 ± 0.82^a

ที่มา: ดัดแปลงจาก ปรีตา และคณะ (2021)

ปริมาณวิตามินอี (อัลฟา-โทโคฟีรอล) ในข้าวหอมมะลิแดงมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 5) ซึ่งส่งผลต่อการลดลงของกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระที่ลดลงตามไปด้วย โดยลดลงจาก 0.33, 0.13 และ 0.00 mg/100 g ตามลำดับ เมื่อเก็บในระยะเวลา 0, 3 และ 6 เดือน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามปริมาณวิตามินอีที่พบในข้าวกล้องหอมมะลิแดงมีปริมาณ 0.33 mg/100 g สูงกว่าข้าวกล้องทั่วไปถึง 11.2 เท่า โดยทั่วไปในระหว่างการเก็บรักษาข้าวเปลือก นอกจากปัจจัยด้านระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นแล้วนั้น ความแตกต่างของสายพันธุ์ข้าว ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ การดูแลรักษาแปลงข้าว วิธีการเก็บเกี่ยว ตลอดจนกระบวนการสีข้าว ล้วนแต่ส่งผลต่อปริมาณวิตามินอี (อัลฟา-โทโคฟีรอล) ด้วย



ที่มา: ปรีตา และคณะ (2021)

ภาพที่ 5 ปริมาณวิตามินอีของข้าวมะลิแดง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

คุณภาพของข้าวเปลือกพันธุ์หอมมะลิแดงที่ทำการเก็บรักษาในกระสอบป่านจำนวน 30 กิโลกรัมต่อกระสอบ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 เดือน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 เดือน 3 เดือน และ 6 เดือน โดยข้าวกล้องหอมมะลิแดงยังคงมีคุณภาพดี คงคุณค่าทางโภชนาการ มีฤทธิ์ทางโภชนเภสัช และ ปริมาณแกมมา-โอริซานอล ในปริมาณสูง ตลอดจนไม่มีกลิ่นเหม็นหืน ดังนั้น จึงสามารถเก็บข้าวเปลือก หอมมะลิแดงในกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องนาน 6 เดือนได้โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีเพียงเล็กน้อย ไม่ส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ ฤทธิ์ทางโภชนเภสัช และกลิ่นของข้าว

สรุป

การเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดข้าวเป็นอย่างมาก ซึ่งคุณภาพของข้าวมีความสำคัญซึ่งใช้กำหนดเป็นเกณฑ์มาตรฐานการซื้อขายข้าว โดยจะแบ่งคุณภาพของข้าวออกเป็นคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพสามารถประเมินได้จากการมองเห็น ผู้บริโภคจะเลือกซื้อข้าวสารเต็มเมล็ดมากกว่าข้าวแตกหัก คุณภาพทางเคมีและเคมีกายภาพของข้าวเป็นสมบัติที่มีความเกี่ยวข้องกับการหุงต้มและลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก ซึ่งการประเมินคุณภาพทางด้านการหุงต้ม ได้แก่ ระยะเวลาการหุงต้ม ปริมาณอะไมโลส ความคงตัวของแป้งสุก อุณหภูมิแป้งสุก ซึ่งมีปัจจัยที่ทำให้คุณภาพของเมล็ดข้าวเสื่อมสภาพไป เช่น ระยะเวลาในการเก็บรักษา อุณหภูมิในการเก็บรักษา และความชื้นในการเก็บรักษา ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อคุณภาพข้าวทั้งสิ้น เมื่อเก็บรักษาข้าวในระยะเวลาที่นาน อุณหภูมิไม่เหมาะสมหรือแม้แต่ความชื้นในเมล็ดสูงเกินไปก็ส่งผลให้คุณภาพของเมล็ดข้าวเสื่อมสภาพได้เร็ว ทั้งทางด้านเคมีและทางด้านกายภาพของเมล็ดข้าว ทำให้ไม่สามารถเก็บเมล็ดข้าวไว้ได้นาน เนื่องจากเมล็ดเกิดการเสื่อมสภาพ และไม่น่ารับประทาน แต่ถ้าหากเก็บรักษาเมล็ดไว้ได้อย่างเหมาะสม เช่น ก่อนเก็บลดความชื้นให้อยู่ที่ 12-14 เปอร์เซ็นต์ เก็บที่อุณหภูมิต่ำ และไม่เก็บรักษาในระยะเวลาที่นานเกินไป เพราะเมล็ดข้าวจะเริ่มเสื่อมคุณภาพตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป แค่นี้ก็สามารถเก็บรักษาคุณภาพของเมล็ดข้าวไว้ได้นาน และยังคงคุณค่าอยู่ได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. 2559. องค์ความรู้เรื่องข้าว. <http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=6-2.htm>. ค้นหามาเมื่อ 29 สิงหาคม 2564.
- เครือวัลย์ อุตตะวิริยะสุข, 2531, คุณภาพเมล็ดข้าว ทางกายภาพและมาตรฐานข้าว. ในการปรับปรุงคุณภาพข้าวสำหรับผู้ดำเนินธุรกิจโรงสี. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 60-76.
- งามชื่น คงเสรี. 2536. คุณภาพเมล็ดทางเคมี. ในเอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว. ณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ฝ่ายฝึกอบรม สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 54-70.
- งามชื่น คงเสรี. 2546. ผลิตภัณฑ์จากข้าว. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 20 หน้า.
- จิรศักดิ์ คงเกียรติขจร, เพลงพิน ศิวรักษ์และทรง ศิลป์ พจน์ชนะชัย. 2547. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีกายภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 27: 285-297.
- ปารिता ธนสุกาญจน์, พิษฐานิน เพชรล้อมทอง, นลัทพร รัตนตรัยวงศ์, อรอินทร์ ประไชโย และ ปุณทริกา รัตนตรัยวงศ์. 2564. ผลของสภาวะการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพข้าวหอมมะลิแดง. วารสารเกษตรนเรศวร. 18(1): 1-12.
- พัสกร เจียรตระกูล, เมธิณี เทวซึ่งเจริญ และศุภศักดิ์ ลิ้มปติ. 2546. ผลของอุณหภูมิและความชื้นต่อคุณภาพการสีข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 34(4): 145-148.
- ละมุล วิเศษ. 2541. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของข้าวกล้องพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ละมุน วิเศษ. 2555. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านการหุงต้มของข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 17(1): 172-180.
- สราวดี วงศ์เดชเสรีกุล และจิรศักดิ์ คงเกียรติขจร. 2552. ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาและโปรตีนสะสมต่อคุณสมบัติความเหนียวของแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร วันที่ 17-20 มี.ค. 2552. กรุงเทพฯ. หน้า 169-176.
- อลิษา ชุมภูพล้อย, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, ศันสนีย์ จำจด และชนากานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย. 2556. ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงความเหนียวของข้าวพันธุ์ต่างๆ. วารสารแก่นเกษตร. 41(4): 411-418.

- อภิวัฒน์ อินทร์นก, พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์, และอรประภา เทพศิลป์วิสุทธิ์. 2559. ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี. *Thai Journal of Science and Technology*. 5(3): 233-245.
- อุไรวรรณ และคณะ. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาข้าวเปลือกสังข์หยดพัทลุง ต่อคุณภาพทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ.การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Juliano, B.O. 1985. Criteria and test for rice grain qualities, In Juliano, B.O. (Ed.), *Rice: Chemistry and Technology*, 2nd Ed., The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota. pp. 443-524
- Norkaew, O., Boontakham, P., Dumri, K., Noenplab, A.N.L., Sookwong, P. and Mahatheeranont, S. (2017). Effect of post-harvest treatment on bioactive phytochemicals of thai black rice. *Food Chemistry*. 217: 98-105.
- Singh, N., Kaur, L., Sodhi, S.S. and Sekhon, K.S. 2005. Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivars. *Food Chemistry*. 89: 253-259.
- Yadav, B.K. and Jindal, V.K. 2007. Water uptake and solid loss during cooking of milled rice (*Oryza sativa* L.) in relation to its physicochemical properties. *Journal of Food Engineering*. 80: 46-54.
- Zhou, Z., K. Robards, S. Helliwell, and C. Blanchard. 2002. Ageing of Stored Rice: Changes in chemical and physical attributes. *Journal of Cereal Science*. 35: 65-78.