The 5th UBU Conference Proceeding

การยูรณาการงานวิจัยสู่ประชาคมอาเซียน

RESEARCH INTEGRATION for ASEAN COMMUNITY

ประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 5

เอกสารสืบเนื่องจากการประชุม

สาขา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4 - 5 สิงหาคม 2554

ณ โรงแรมสุนีย์ แกรนด์ แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จังหวัดอุบลราชธานี

ประชุมวิชาการ มอบ. วิจัย ครั้งที่ 5

4-5 สิงหาคม 2554

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สารบัญ

หน้า

- การผลิตเจลล้างมือชนิดไม่ล้างน้ำด้วยน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ 542
  พัตรเพ็ญ เพ็ญจำรัส มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
- ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องเพาะงอกผสม 550
  ประเทือง โชคประเสริฐ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
- การเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักจากผักบุ้งและผักตบชวา จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ 558
  เกริก ปิ่นตระกูล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- การสังเคราะห์สารออกฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งที่มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นเอซาแอนทราไอโซซาโซโลน 564
  จิรพร สมตา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องเพาะงอกผสม

Study of Storage Condition on Quality of Mixed Germinate-Brown Rice

ประเทือง โชคประเสริฐ* และ พัตรเพ็ญ เพ็ญจำรัส
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
*E-mail : Pratheung @phrae.mju.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของภาชนะบรรจุและอุณหภูมิที่มีต่อคุณภาพข้าวกล้องเพาะงอกผสมในระหว่างการเก็บรักษาเปรียบเทียบกับข้าวกล้องผสมที่ไม่ผ่านการเพาะงอก โดยบรรจุในถุงผ้าดิบเนื้อละเอียด และถุง Nylon/LLDPE (ภายใต้สภาวะสุญญากาศ) เก็บที่ 25 และ 35 °C เวลา 0, 45, 90, 135 และ 180 วัน พบว่าข้าวกล้องที่บรรจุในถุงผ้าดิบเก็บที่ 35 °C มีการเจริญของมอดและแมลง ตั้งแต่ก่อนระยะเวลา 45 วัน ขยายพันธุ์และเข้าทำลายข้าวกล้องที่เก็บในถุงผ้าดิบทั้งหมด ส่วนข้าวกล้องที่เก็บในสภาวะสุญญากาศยังมีสภาพปกติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา กรดไขมันอิสระเริ่มต้นของข้าวกล้องเพาะงอกผสมมีเพียงร้อยละ 0.028 และเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ตามระยะเวลาการเก็บถึง 135 วัน มีปริมาณร้อยละ 0.056 ขณะที่ข้าวกล้องผสมที่ไม่ผ่านกระบวนการเพาะงอกมีสูงถึงร้อยละ 0.150 ในวันเริ่มต้น และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามระยะเวลาการเก็บถึง 135 วัน โดยมีปริมาณร้อยละ 0.648-1.344 แสดงว่ากระบวนการเพาะงอกช่วยลดไข่แมลงและลดกิจกรรมของเอนไซม์ไลเพสได้ และหากเก็บไว้ในภาชนะบรรจุปิดสนิทภายใต้สภาวะสุญญากาศก็สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 6 เดือน

คำสำคัญ : ข้าวกล้องเพาะงอกผสม การเสื่อมเสีย สภาวะการเก็บรักรักษา

Abstract

The aim of this research was to study of shelf-life condition for the mixed germinated brown rice product comparing with a non-germinated brown rice in cloth bag and Nylon/LLDPE bag (vacuum condition) at temperature of 25 and 35 °C during day 0, 45, 90, 135 and 180. Weevils and insects were observed in brown rice contained in the cloth bag under the temperature of 35°C before 45 days. For brown rice kept in a vacuum condition, weevils and insects were not observed. In the early period, the mixed germinate-brown rice had 0.028% of free fatty acid and gradually increased until day 135 (0.056% FFA). It could be concluded that the germinating process could decreased insect egg and lipase activity. The germinated brown rice could kept more than 6 month in complete sealed container under vacuum condition.

Keywords : mixed germinated brown rice, deterioration, storage condition

บทนำ

ข้าวกล้องมีสารอาหารที่มีคุณค่าสูงกว่าข้าวขัดขาว มีไทอะมีนและไขมันสูงกว่าข้าวขัดขาวประมาณ 5 เท่า นอกจากนั้นยังมีเยื่อไย ไนอะซีน ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม เหล็ก โซเดียม และไรโบฟลาวิน สูงกว่าข้าวขัดขาวประมาณ 2-3 เท่า [1] แต่อย่างไรก็ตามการบริโภคข้าวกล้องยังได้รับความนิยมน้อย เนื่องจากข้าวกล้องมีอายุการเก็บรักษาสั้นประมาณ 3-6 เดือน เท่านั้น เพราะข้าวกล้องมีไขมันสูง จึงเกิดการหืนได้ง่าย มีกลิ่นและรสชาติเปลี่ยนไป [2] โดย

เอนไซม์ไลเพสที่มีอยู่ในข้าวกล้องเอง และ ไลเพสที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้น จะเป็นตัวก่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับไขมันในข้าวกล้อง [3] การเสียดสีที่เกิดขึ้นขณะเอาเปลือกออกทำให้ไขมันเกิดการเคลื่อนที่ไปสัมผัสกับไลเพส จึงทำให้เกิดไฮโดรซิสของไตรกลีเซอไรด์ไปเป็นกรดไขมันอิสระซึ่งเป็นสาเหตุของการหืน [4] การพัฒนาการผลิตเพื่อให้ข้าวกล้องมีความคงตัวต่อการหืน สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้เอทานอลเพื่อทำลายและยับยั้งกิจกรรมของไลเพส รวมทั้งทำลายจุลินทรีย์ที่ผลิตไลเพส และขัดขวางการเกิดออกซิเดชัน เนื่องจากเอทานอลทำหน้าที่จับโลหะซึ่งเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยา [5]

นอกจากนั้นสาเหตุที่ข้าวกล้องยังได้รับความนิยมได้ไม่มากนัก คือ ข้าวกล้องมีลักษณะเนื้อสัมผัสไม่ดี และหุงยาก ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาการผลิตข้าวกล้องเพาะงอกซึ่งช่วยให้ข้าวมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น และในระหว่างการเพาะงอกนั้นสารอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในข้าวกล้องได้เกิดการเปลี่ยนแปลง [6] สารสำคัญที่พบในข้าวกล้องเพาะงอก ได้แก่ GABA ซึ่งเป็นสารที่ช่วยป้องกันการเกิดโรคความจำเสื่อมได้อีกด้วย [7] ในกระบวนการผลิตข้าวกล้องเพาะงอกนั้น หลังจากขั้นตอนการเพาะงอก จะต้องนำข้าวไปให้ความร้อนเพื่อยับยั้งการงอก ซึ่งความร้อนจากขั้นตอนดังกล่าวนี้ น่าจะช่วยยับยั้งการทำงานของไลเพสได้ [8] รวมถึงการเจริญของจุลินทรีย์ ส่งผลให้ข้าวกล้องเพาะงอกเก็บได้นานขึ้น อย่างไรก็ตามขั้นตอนดังกล่าวเป็นเพียงการชะลอการเกิดปฏิกิริยาเท่านั้น หากสภาวะการเก็บไม่เหมาะสมข้าวกล้องก็จะเสื่อมเสียในระหว่างการเก็บรักษาได้ เนื่องจากข้าวกล้องมีไขมันเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเสื่อมเสียได้ง่ายจากการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างไขมันในอาหารและออกซิเจนในอากาศ ความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น โดยปริมาณน้ำที่มากเพียงพอจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของคะตะลิสต์และออกซิเจน [9] ดังนั้น การบรรจุที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาข้าวกล้องได้ โดยภาชนะบรรจุที่ใช้ต้องสามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการเสื่อมเสีย รวมทั้งเกิดปัญหามอดแมลงเข้าทำลายรวดเร็ว ผู้ทดลองจึงสนใจที่จะศึกษาผลของภาชนะบรรจุที่มีต่อคุณภาพข้าวกล้องเพาะงอกผสมระหว่างการเก็บรักษา โดยใช้ภาชนะบรรจุ 2 ชนิด ได้แก่ ถุงผ้าดิบเนื้อละเอียด และ ถุง Nylon/LLDPE (ภายใต้สภาวะสุญญากาศ) เนื่องด้วยถุงผ้าดิบมีลักษณะเนื้อผ้าที่ละเอียด น่าจะช่วยป้องกันการเสื่อมเสียจากปัจจัยภายนอก เช่น อากาศ และความชื้นได้ และยังเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ขณะที่ถุง Nylon/LLDPE มีคุณสมบัติที่ดีด้านการป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและอากาศ รวมถึงการสูญเสียกลิ่น [10] นอกจากนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันก็จะเพิ่มขึ้น [3] ผู้ทดลองจึงพิจารณาว่าอุณหภูมิการเก็บรักษาก็เป็นอีกปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญ จึงได้เก็บรักษาข้าวกล้องในภาชนะบรรจุต่างๆ ที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 25 และ 35 $^{\circ}$ C

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของภาชนะบรรจุและอุณหภูมิ ที่มีต่อคุณภาพของข้าวกล้องเพาะงอกผสมในระหว่างการเก็บรักษา โดยเปรียบเทียบกับข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการเพาะงอก

วิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design: CRD) โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

1) นำข้าวกล้องเพาะที่ผ่านการเพาะงอก ผสมกันด้วยอัตราส่วน ดังนี้ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 น้ำหนัก 200 กรัม ข้าวหอมมะลิแดง 250 กรัม ข้าวเหนียวดำ 150 กรัม ข้าวเหนียว กข 6 น้ำหนัก 250 กรัม และข้าวดอย 150 กรัม มาทำการศึกษาสภาวะการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบกับข้าวกล้องผสมที่ไม่ผ่านกระบวนการเพาะงอก

2) นำข้าวกล้องเพาะงอกเก็บในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด ดังนี้ คือ ถุงผ้าดิบเนื้อละเอียด และถุง Nylon/LLDPE ความหนา 100 ไมครอน บรรจุในสภาวะสุญญากาศ

3) นำข้าวกล้องในแต่ละภาชนะบรรจุเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 และ 35 °C

4) ทำการตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ ที่ระยะเวลา 0, 45, 90, 135 และ 180 วัน

4.1) ด้านกายภาพ ตรวจสอบการเสื่อมเสีย แมลงทำลาย โดยการสังเกตด้วยตาเปล่า

4.2) ตรวจสอบคุณภาพด้านเคมี วัดความชื้น ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid, FFA) และค่าความเป็นกรด (acid value) [11]

4.3) ตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยนำข้าวมาหุงด้วยหม้อหุงข้าว ในอัตราส่วน ข้าว ต่อน้ำ เท่ากับ 1 ต่อ 2.25 และให้ผู้ทดสอบ จำนวน 50 คน ช่วงอายุ 20– 55 ปี ที่รับประทานข้าวกล้อง ทดสอบการยอมรับ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนน 9 ระดับ โดย 1= ไม่ยอมรับมากที่สุด, 2= ไม่ยอมรับมาก, 3= ไม่ยอมรับปานกลาง, 4=ไม่ยอมรับเล็กน้อย, 5=เฉยๆ, 6= ยอมรับเล็กน้อย, 7=ยอมรับปานกลาง, 8=ยอมรับมาก, 9=ยอมรับมากที่สุด [12]

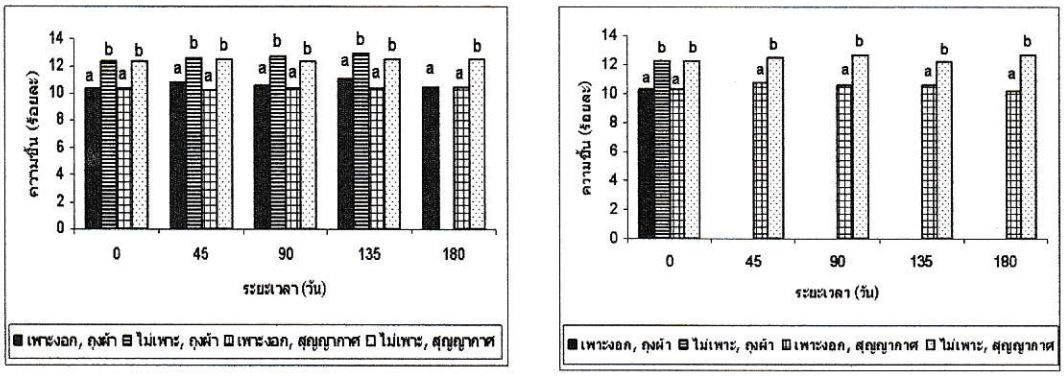
5) นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ F-test แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

จากการนำข้าวกล้องเพาะงอกผสมเก็บรักษาในสภาวะต่างๆ พบว่า ข้าวกล้องที่บรรจุในถุงผ้าที่ 35 °C เริ่มพบการเจริญของมอดและแมลง ตั้งแต่ก่อนระยะเวลา 45 วัน ดังภาพที่ 1 ทั้งนี้น่าจะเป็นผลจากถุงผ้าดิบยังมีเนื้อผ้าที่ละเอียดไม่เพียงพอต่อการป้องกันการซึมผ่านความชื้นและออกซิเจน โดยเฉพาะที่ 35 °C อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะช่วยเร่งการเคลื่อนที่ของความชื้นในบรรยากาศเข้าสู่ภายในถุงผ้าได้ดี ส่งผลให้ไข่มอดและไข่แมลงที่ติดอยู่บริเวณผิวของเมล็ดข้าวกล้องเกิดการเจริญเติบโต และทำลายข้าวกล้องที่เก็บในถุงผ้าดิบทั้งหมด จึงไม่สามารถนำมาตรวจสอบได้ ขณะที่ข้าวกล้องที่บรรจุในถุงสุญญากาศ ที่เก็บไว้ที่ 25 และ 35°C ไม่พบมอดและแมลงตลอดระยะ 180 วัน เนื่องจากสภาพสุญญากาศไม่เหมาะสมต่อการอยู่รอดและเจริญเติบโตของแมลง จึงสามารถเก็บรักษาได้นาน

ภาพที่ 1 ลักษณะของข้าวกล้องที่ถูกทำลายด้วยมอดและแมลง

จากการตรวจสอบคุณภาพด้านเคมีโดยการวัดความชื้น ปริมาณกรดไขมันอิสระ และค่าความเป็นกรด ผลการตรวจสอบแสดงดังภาพที่ 2-4



ก) อุณหภูมิเก็บรักษา 25 °C

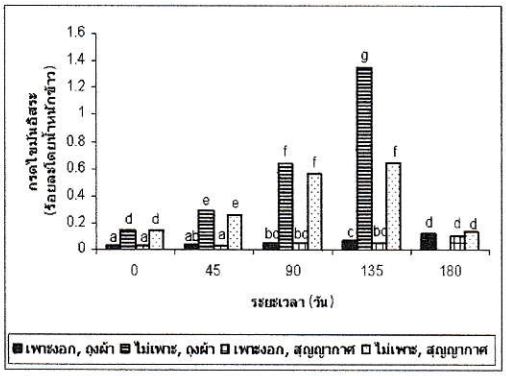
ข) อุณหภูมิเก็บรักษา 35 °C

ภาพที่ 2 ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อความชื้นของข้าวกล้องเพาะงอกผสม

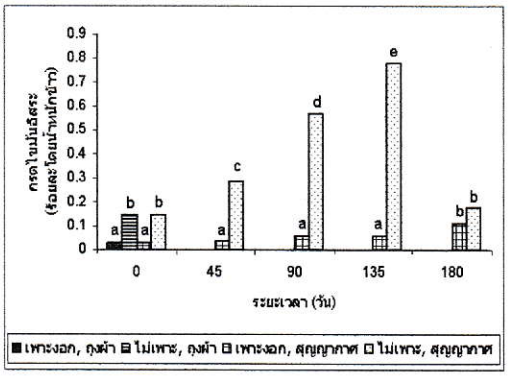
หมายเหตุ : ค่าที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ (เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT)

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ข้าวกล้อง ที่ผ่านการเพาะงอกจะมีความชื้นต่ำกว่าข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการเพาะงอก โดยเริ่มต้นข้าวกล้องที่ผ่านการเพาะงอกมีความชื้นร้อยละ 10.33 ข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการเพาะงอกมีความชื้นร้อยละ 12.32 ซึ่งสูงกว่าประมาณร้อยละ 2 ทั้งนี้เนื่องมาจากกระบวนการเพาะหลังจากการเพาะงอกแล้วต้องนำข้าวกล้องไปทำแห้งจึงส่งผลให้ข้าวกล้องที่ได้มีความชื้นต่ำกว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ข้าวกล้องแต่ละสภาวะมีความชื้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยข้าวกล้องที่บรรจุในถุงผ้าดิบทั้งที่เพาะงอกและไม่เพาะงอกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะการเก็บรักษา ทั้งนี้น่าจะเป็นผลเนื่องมาจากถุงผ้าดิบมีความสามารถในการป้องกันการซึมผ่านความชื้นต่ำ ซึ่งปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพของข้าวระหว่างการเก็บรักษา เพราะความชื้นมีผลกระทบโดยตรงต่อปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ในอาหาร ข้าวที่เก็บในที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงมีแนวโน้มว่าจะเกิดกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น [13] ดังนั้นภาชนะบรรจุที่ใช้ควรป้องกันการซึมผ่านความชื้นได้ดี

เนื่องจากข้าวกล้องเป็นข้าวที่ไม่ผ่านการขัดขาวและขัดมันจึงยังคงมีสารอาหารต่างๆ รวมถึงไขมัน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการหืน เมื่อนำตรวจสอบการหืนโดยการวัดปริมาณกรดไขมันอิสระ และค่าความเป็นกรด ผลการตรวจสอบแสดงดังภาพที่ 3 และ 4



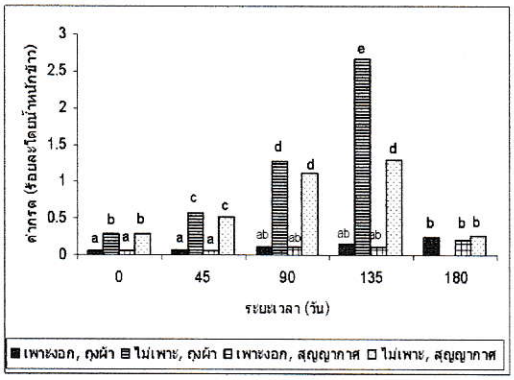
ก) อุณหภูมิเก็บรักษา 25 °C



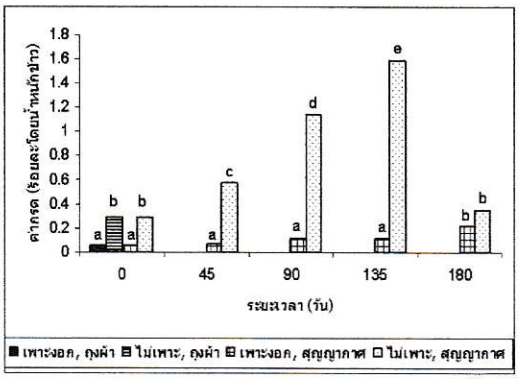
ข) อุณหภูมิเก็บรักษา 35 °C

ภาพที่ 3 : ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อกรดไขมันอิสระ (ร้อยละโดยน้ำหนักข้าว) ของข้าวกล้องเพาะงอกผสม

หมายเหตุ : ค่าที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ (เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT)



ก) อุณหภูมิเก็บรักษา 25 °C



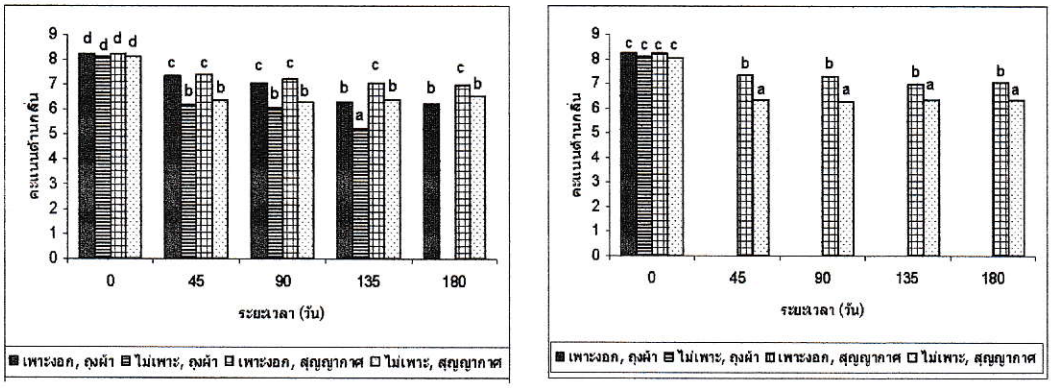
ข) อุณหภูมิเก็บรักษา 35 °C

ภาพที่ 4 : ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อความเป็นกรด (ร้อยละโดยน้ำหนักข้าว) ของข้าวกล้องเพาะงอกผสม

หมายเหตุ : ค่าที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ (เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT)

จากภาพที่ 3 และ 4 ซึ่งแสดงการหืนที่เกิดในข้าวกล้อง พบว่า วันที่เริ่มต้นข้าวกล้องที่ผ่านการเพาะงอกมีกรดไขมันอิสระและค่าความเป็นกรด (ร้อยละโดยน้ำหนักข้าว) เท่ากับ 0.028 และ 0.056 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการเพาะงอก โดยข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการเพาะงอก มีกรดไขมันอิสระและค่าความเป็นกรด (ร้อยละโดยน้ำหนักข้าว) เท่ากับ 0.150 และ 0.299 ตามลำดับ เนื่องจากการเพาะงอกต้องผ่านการให้ความร้อนในการบ่มและการทำแห้ง ซึ่งช่วยชะลอการทำงานของไลเพส [3]

เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นข้าวกล้องมีค่าความเป็นกรดและกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น โดยแต่ละสภาวะมีแนวโน้มที่แตกต่างกัน ข้าวกล้องเพาะงอกจะมีค่าเพิ่มขึ้นช้ากว่าข้าวกล้องที่ไม่ได้เพาะงอก โดยข้าวกล้องในถุงผ้าดิบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าการบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ ดังภาพที่ 2 ซึ่งความชื้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยเร่งให้เกิดไฮโดรไลซิส [9] จึงส่งผลให้กรดไขมันอิสระและค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 45 วัน พบว่าข้าวในถุงสุญญากาศ ที่ 35°C มีกรดไขมันอิสระและค่าความเป็นกรดสูงกว่าที่ 25 °C แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่เร่งการหืน ดังนั้นการชะลอการหืนนอกจากจะพิจารณาภาชนะบรรจุแล้ว จะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิเก็บรักษาด้วย คุณภาพทางเคมีที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเก็บรักษานอกจากจะส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการแล้วยังส่งผลต่อลักษณะทางประสาท ดังภาพที่ 5 และ 6

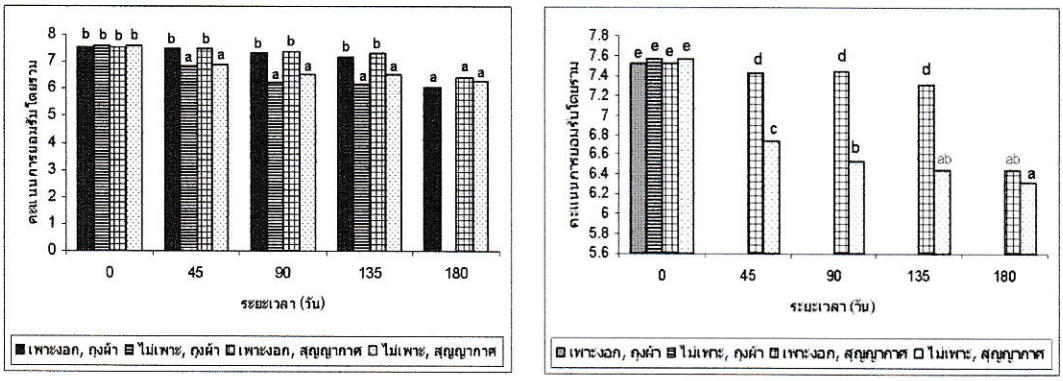


ก) อุณหภูมิเก็บรักษา 25 °C ข) อุณหภูมิเก็บรักษา 35 °C

ภาพที่ 5 ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของข้าวกล้องเพาะงอกผสม

หมายเหตุ : ค่าที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ (เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT)

จากการตรวจสอบคุณภาพด้านกลิ่นพบว่า ที่เริ่มต้นข้าวกล้องที่ผ่านการเพาะงอกได้รับคะแนนด้านกลิ่น 8.26 ซึ่งสูงกว่าข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการเพาะงอกซึ่งได้รับคะแนนด้านกลิ่น เท่ากับ 8.09 นั่นแสดงว่า อาจเกิดการพัฒนากลิ่นของข้าวในระหว่างการเพาะงอก แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ข้าวกล้องทั้งเพาะและไม่เพาะงอกในทุกภาชนะบรรจุคะแนนด้านกลิ่นมีแนวโน้มลดลง แต่ข้าวกล้องที่บรรจุในถุงสุญญากาศมีแนวโน้มลดลงน้อยที่สุด เพราะเกิดการหืนน้อย ดังภาพที่ 3 และ 4 และการสูญเสียกลิ่นรสเฉพาะตัวของข้าวน้อยเพราะถุงที่ใช้ในการบรรจุมีความหนาถึง 100 ไมครอนและเป็นวัสดุที่ประกบระหว่าง nylon และ LLDPE ประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียกลิ่นจึงสูงกว่าวัสดุอื่น [10], [14] โดยเฉพาะถุงผ้า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 135 วัน ข้าวกล้องที่บรรจุในถุงผ้าคะแนนลดลงเท่ากับ 5.25 แสดงว่าผู้ทดสอบรู้สึกเฉยๆ ต่อกลิ่น ซึ่งเป็นการแสดงว่ากลิ่นของข้าวด้อยลงอย่างชัดเจน ซึ่งลักษณะด้านกลิ่นที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบดังภาพที่ 6



ก) อุณหภูมิเก็บรักษา 25 °C ข) อุณหภูมิเก็บรักษา 35 °C

ภาพที่ 6 ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อการยอมรับโดยรวมของข้าวกล้องเพาะงอกผสม

หมายเหตุ : ค่าที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ (เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT)

จากลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส (ไม่ได้แสดงข้อมูลด้านสี รสชาติ และเนื้อสัมผัส) ส่งผลต่อความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องเพาะงอกผสม จากภาพที่ 6 พบว่า ข้าวกล้องเพาะงอกที่บรรจุในถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิทั้ง 2 ระดับ ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามจากการพิจารณาคุณลักษณะด้านอื่น พบว่า ที่อุณหภูมิ 35 °C แสดงแนวโน้มของการเสื่อมเสียมากกว่า ดังนั้นสภาวะบรรจุที่เหมาะสมสำหรับข้าวกล้องเพาะงอกผสม คือ บรรจุในถุง Nylon/LLDPE สุญญากาศที่อุณหภูมิ 25 °C ซึ่งน่าจะสามารถเก็บไว้ได้นานกว่า 6 เดือน

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาสภาวะการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องเพาะงอกผสม เปรียบเทียบกับข้าวกล้องผสมที่ไม่ผ่านกระบวนการเพาะงอก โดยใช้ภาชนะบรรจุ 2 ลักษณะ ได้แก่ ถุงผ้าดิบเนื้อละเอียด และถุง Nylon/LLDPE (ภายใต้สภาวะสุญญากาศ) ที่อุณหภูมิ 25 และ 35 °C ตรวจสอบคุณภาพที่เวลา 0, 45, 90, 135 และ 180 วันพบว่า ข้าวกล้องที่บรรจุในถุงผ้าแล้วเก็บรักษาที่ 35 °C พบการเจริญของมอดแมลง ตั้งแต่ก่อนระยะเวลา 45 วัน ขยายพันธุ์และเข้าทำลายข้าวกล้องที่เก็บในถุงผ้าดิบทั้งหมด ส่วนที่เก็บในถุงสุญญากาศยังมีสภาพปกติตลอดการเก็บรักษา กรดไขมันอิสระเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวกล้องเกิดการเหม็นหืนเมื่อเก็บไว้นาน จากการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระเริ่มต้นของข้าวกล้องเพาะงอกผสมมีเพียงร้อยละ 0.028 และเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตามระยะเวลาการเก็บถึง 135 วันมีปริมาณร้อยละ 0.056 ขณะที่ปริมาณกรดไขมันอิสระของข้าวกล้องผสมที่ไม่ผ่านกระบวนการเพาะงอกมีสูงถึงร้อยละ 0.150 ในวันเริ่มต้น และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามระยะเวลาการเก็บถึง 135 วันมีปริมาณร้อยละ 0.648-1.344 แสดงว่าข้าวกล้องที่ผ่านกระบวนการเพาะงอกแล้วจะลดไข่มอดแมลงและชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ไลเพส การเก็บไว้ในภาชนะที่ผนึกสนิทภายใต้สภาวะสุญญากาศก็จะสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 6 เดือน ซึ่งอาจต้องขยายระยะเวลาในการศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Kennedy, B. M. 1980. **Rice: Production & Utilization**. Westport : AVI Publishing Co.

[2] Champgne, E.T. 1993. **Rice Science and Technology**. Ney York : CRC Press.

[3] Shastry, B.S., and Raghavendra, R.M.R. 1971. "Studies on Rice Bran Lipase". **Ind. J. Biochem. Biophys**. 8 : 327.

[4] Delucca, A.J., Plating, S.J., and Ory, R. L. 1978. "Isolation and Identification of Lipolytic Microorganisms Found on Rough Rice from Two Growing Areas". **J. Food Prot**.. 41 : 28.

[5] Champagne, E.T., Hron, R.J., and Abraham, G. 1992. "Utilization Ethanol to Produce Brown Rice Products". **JAOCS**. 69 (3) : 205-208.

[6] จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **การทดสอบและการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์** . กรุงเทพฯ : กลุ่มหนังสือเกษตร.

[7] Ito, S., and Ishikawa, Y. 2004. "Marketing of Value – Added Rice Product in Japan GerminatedBrown Rice And Rice Bread". **FAO International Rice Year : Rome, Italy.** 12.

[8] ดลฤดี ใจสุทธิ์ และคณะ**. 2550. การเร่งความเก่าของข้าวกล้องหอมมะลิด้วยเทคนิคฟูอิดไดเซชันร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ.** รายงานการประชุมวิชาการ ด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ ครั้งที่ 1 ณ โรงแรมเดอะทวิน ทาวเวอร์ กรุงเทพฯ 31 สิงหาคม 2550 หน้า 1-9.

[9] นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. กรุงเทพฯ **:** โอเดียนสโตร์.

[10] เจริญ นาคะสรรค์. 2546. **เทคโนโลยีเบื้องต้นทางพลาสติก**. กรุงเทพฯ: โฟร์เพซ.

[11] AOAC. 1995. **Official Method of Analysis of AOAC International.** Virginia : AOAC International.

[12] ปราณี อ่านเปรื่อง. 2551. **หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ **:** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[13] Parker, A., Proctor, A., and Eason, R.L. 2005. "The Effect of Harvesting Conditons on Milled Rice Surface Free Fatty Acid Levels" **Rice Quality and Processing.** AAES Research Series 540 : 379-386.

[14] ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร**. กรุงเทพฯ : บริษัท แพคเมทส์ จำกัด .