

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ เพื่อรักษาคุณภาพข้าวสาร เพื่อการส่งออก ¹

Milled Rice Quality Preservation through Packaging Development

งามชื่น คงเสรี ² สุันทา วงศ์ปิยชน ² พุทศรี สว่างจิต ² ประนอม มงคลบรรจง ²
Ngamchuen Kongseree ² Sunanta Wongpiyachon ² Poonsri Swangjit ²
Pranorm Mongkolbanjong ²

ABSTRACT

A survey study from 14 rice exporters indicated that, present of insect and quality deterioration were the significant problems of the consumer packaged rice in foreign market. The high cost due to increase in labor wage and packaging material were also indicated. To preserve milled rice quality through packaging, two experiments were studied during 6 month period. Milled rice obtained from dry season crop was used in the first experiment. It contained 28% apparent amylose. The rice was stored in bags made of 4 different types of material, such as polypropylene (PP), polyethylene (PE), laminated nylon (NY15/PE17/PE70 : NY) and laminated aluminum foil (OPP20/PE20/AL/PE20/PE40 : AL). The rice in the NY and the AL bags might be sealed either under normal or vacuum pressure at -0.9 bar (NY-V or AL-V) or with a bag of oxygen absorber inside. The treatment of the rice in the AL with the oxygen absorber and stored at 15° C (AL-V15) was also tested for comparison . Milled grain derived from an aromatic rice through polishing and whitening were studied in the second experiment. The samples were stored in the bags made of PP, PE, NY or AL. The rice in the NY bag might be sealed under normal or vacuum pressure or with the oxygen absorber substance inside . The results from both trials verified that all types of packaging material could not provide an protective effect from insect infestation. Contamination of the store pests was found more abundant in the rice kept in the PP and the PE bags. The number of the insects increased in accordance with the storage period. The insect infestation brought into the present of bad smell in the cooked product. This rice also contained higher level of free fatty acid and peroxide value of its extracted fat. Sealing the NY and the AL bags under vacuum pressure or adding the oxygen absorber could provide a protective effect to the pest development. This gave a benefit in slow down the deterioration of the rice quality and the loss of aromatic flavor of its cooked product. Milled aromatic rice obtained from polishing process tended to have a superior aromatic flavor than that of whitened grain.

Key words : rice, quality, packaging

¹ งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

² ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

² Pathum Thani Rice Research Center, Thanyaburi, Pathum Thani 12110

บทคัดย่อ

จากการสำรวจผู้ส่งออกข้าวบรรจุถุง 14 ราย ปัญหาที่พบได้แก่ การเกิดแมลงและการเสื่อมคุณภาพของข้าว รวมทั้งค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน การขนส่งและค่าบรรจุภัณฑ์สูง เพื่อรักษาคุณภาพข้าวสารโดยการปรับปรุงภาชนะบรรจุ จึงทำการเก็บรักษาข้าวสารในภาชนะบรรจุต่างๆ นาน 6 เดือน โดยทำการทดลอง 2 ครั้ง ชุดแรกใช้ข้าวจากฤดูนาปี พ.ศ. 2538 ที่มีมีโลส 28% บรรจุในภาชนะ 9 ชนิด คือ ในกระสอบพลาสติกสาน (polypropylene : PP) ถุงพลาสติก (polyethylene : PE) ถุงไนลอนประกบ (NY15/PE17/PE70 : NY) ถุงไนลอนปิดผนึกภายใต้สุญญากาศที่ -0.9 bar (NY-V) ถุงไนลอนประกบพร้อมสารดูดออกซิเจน (NY-A) ถุงอลูมิเนียมพอยล์ประกบ (OPP20/PE20/AL/PE20 /PE40 : AL) ถุงอลูมิเนียมพอยล์ปิดผนึกสุญญากาศที่ -0.9 bar (AL - V) ถุงอลูมิเนียมพอยล์พร้อมสารดูดออกซิเจน (AL - A) และถุงอลูมิเนียมพอยล์ปิดผนึกสุญญากาศเก็บในห้อง 15°C (AL - V15) ซึ่งเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ ชุดที่ 2 นำข้าวหอมที่ผ่านการขัดขาวและขัดมันบรรจุในภาชนะกระสอบพลาสติกสาน ถุงพลาสติก ถุงอลูมิเนียมพอยล์ และถุงไนลอน สำหรับถุงไนลอน นอกจากการปิดผนึกปกติ ยังมีวิธีปิดผนึกปกติพร้อมบรรจุสารดูดออกซิเจนและการปิดผนึกแบบสุญญากาศ ผลการทดลองพบว่า การบรรจุข้าวในถุงต่างๆโดยปิดผนึกปกติไม่สามารถป้องกันการเกิดแมลงได้ โดยเฉพาะในถุง PP และ PE ปริมาณแมลงและหนอนในถุงเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อยี่ระยะเวลาเก็บการทำลายของแมลงมีผลให้ข้าวสุกมีกลิ่นเหม็น ข้าวสุกที่มีกลิ่นเหม็นจะมีการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระและค่าปริมาณเปอร์ออกไซด์ ในน้ำมันที่สกัดได้ด้วย การใช้ระบบการปิดผนึกแบบสุญญากาศ หรือการใส่สารดูดออกซิเจนในถุงไนลอนประกบและถุงอลูมิเนียมพอยล์ จะช่วยป้องกันการเกิดแมลง ชะลอการเพิ่มขึ้นของกลิ่นเหม็นและการลดลงของกลิ่นหอมในข้าวหอม แต่คุณภาพข้าวสุกจะมีความนุ่ม ความขาว ความเหนียว และความเลื่อมมันลดลงเล็กน้อย สำหรับข้าวที่เก็บในสภาพอุณหภูมิ 15°C นอกจากจะสามารถป้องกันการเกิดแมลงและกลิ่นเหม็นได้

ยังสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวสุกได้อีกด้วย นอกจากนี้ ยังพบว่าข้าวขัดมันมีกลิ่นหอมมากกว่าข้าวขัดขาวเล็กน้อย

คำหลัก : ข้าว คุณภาพ บรรจุภัณฑ์

คำนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่าในตลาดต่างประเทศ ข้าวไทยเป็นข้าวที่มีคุณภาพดี ทั้งด้านกายภาพและการบริโภค ที่สนองความต้องการผู้บริโภคทุกกลุ่ม ซึ่งผู้บริโภคในแต่ละท้องที่มีความต้องการข้าวที่มีคุณภาพการบริโภคแตกต่างกัน เช่น ชาวฮ่องกง นิยมข้าวเมล็ดยาวที่มีข้าวสุกนุ่ม ในขณะที่ชาวสิงคโปร์ชอบข้าวร่วน โดยธรรมชาติแล้วเมล็ดข้าวจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพตามระยะเวลาและสภาพการเก็บ เช่น การทำลายของแมลง การเกิดกลิ่นเหม็น การลดลงของกลิ่นหอม ความนุ่ม และความเหนียวของข้าวสุก การเปลี่ยนแปลงโดยไม่มี การควบคุม มักก่อผลเสียอย่างมากในการตลาด การปรับปรุงวิธีการบรรจุข้าวสารที่เหมาะสมจะสามารถป้องกันการพัฒนาของแมลงและชะลอความเสียหายได้ทั้งนี้ จะช่วยสร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพข้าวไทยต่อผู้ซื้อ ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 แนวทาง คือ

1. การสำรวจสถานการณ์ส่งออกข้าวบรรจุถุงในปัจจุบัน
2. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อรักษาคุณภาพข้าวสาร
3. การเก็บรักษาข้าวหอมขัดขาวและขัดมัน ในภาชนะบรรจุต่างๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจสถานการณ์ส่งออกข้าวบรรจุถุงในปัจจุบัน ดำเนินการส่งแบบสอบถามไปยังผู้ประกอบการที่ดำเนินการผลิตข้าวบรรจุถุงเพื่อการส่งออก จำนวน 14 ราย
2. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อรักษาคุณภาพข้าวสาร เมล็ดข้าวสารที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้าวที่เก็บเกี่ยวจากฤดูนาปี พ.ศ. 2538 ทำการเก็บ

ข้าวสารในสภาพห้องปกติ โดยบรรจุข้าวสาร 2,000 กรัม ในถุงชนิดต่างๆ ที่มีสภาพการปิดผนึกต่างกัน ดังนี้ ถุงกระสอบพลาสติกปิดผนึกปกติ (PP) ถุง Polyethylene ปิดผนึกปกติ (PE) สำหรับถุงในลอนประเภทหลายชั้น และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ประเภทหลายชั้น ซึ่งทำการปิดผนึกถุง 3 แบบ คือ ปิดผนึกปกติ (NY และ AL) ปิดผนึกระบบสุญญากาศที่ - 0.9 bar : (NY - V และ AL - V) หรือใส่สารดูดออกซิเจน (oxygen absorber or Ageless) และปิดผนึกปกติ : (NY - A และ AL - A) โดยมีข้าวบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์ปิดผนึกสุญญากาศ และเก็บในห้อง 15° ซ 65% RH (AL - V15) เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบเพื่อป้องกันแมลงภายนอก จึงเก็บถุงข้าวในกรงกันแมลงอีกชั้นหนึ่ง ทำการทดลองเก็บข้าวในช่วงเดือนสิงหาคม 2538 - กุมภาพันธ์ 2539 มี 2 ซ้ำ ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของเมล็ดทุกเดือน โดยตรวจหาจำนวนแมลงหนอน ปริมาณอมิโลส (Juliano 1971 และ Juliano *et al.*, 1981) ปริมาณโปรตีน (A.O.A.C., 1990) การสลายเมล็ดในต่าง (Little *et al.*, 1958) ความคงตัวของแป้งสุก (Cacampang *et al.*, 1973) ปริมาณกรดไขมันอิสระโดยวิธี A.A.C.C. (1976) ค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันโดยวิธี IUPAC (1996) และ คุณสมบัติการรับประทานของข้าวสุกโดยวิธีประสาทสัมผัสและให้คะแนนของคุณลักษณะ (Organoleptic)

3. การรักษาข้าวหอมที่ผ่านการขัดขาวและขัดมันในภาชนะบรรจุต่างๆ นำเมล็ดข้าวสารหอมมะลิจากฤดูนาปี 2539 ที่ผ่านการขัดขาวธรรมดาและขัดมันจากโรงสีผู้ส่งออกมารวมบรรจุในถุงชนิดต่างๆ ดังนี้ ถุงกระสอบพลาสติก(PP) ถุง polyethylene (PE) ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ประเภทหลายชั้นปิดผนึก (AL) ถุงในลอนประเภทหลายชั้น โดยทำการปิดผนึกปกติ (NY) ปิดผนึกระบบสุญญากาศที่ -0.9 bar (NY-V) หรือพร้อมสารดูดออกซิเจนแล้วปิดผนึก (NY-A) สำหรับข้าวในถุงในลอนปิดผนึกและเก็บในห้อง 15°ซ. ใช้ในการเปรียบเทียบ ทำการวิเคราะห์คุณภาพเช่นเดียวกับข้าวชุดแรก

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การสำรวจสถานการณ์การส่งออกข้าวบรรจุถุงในปัจจุบัน

จากการสำรวจผู้ประกอบการการผลิตข้าวบรรจุถุงเพื่อส่งออกในระหว่างเดือนธันวาคม 2538 จำนวน 14 ราย เป็นผู้ประกอบการค้าข้าวมาแล้ว 3-50 ปี พบว่า ตลาดข้าวบรรจุถุงส่งออกที่สำคัญของไทย ได้แก่ ตลาดในเอเชียและยุโรป โดยมีประเทศในทวีปอเมริกาเหนือ และออสเตรเลีย เป็นตลาดรองลงมา (Figure 1A) ตลาดเหล่านี้เป็นตลาดที่พิถีพิถันด้านคุณภาพและสุขอนามัย มุมมองของผู้ส่งออกเห็นว่า เอเชียยังคงเป็นตลาดที่ดีมาก (ตามความเห็นของผู้ส่งออก 12 ราย) ตลาดในยุโรปและอเมริกาเหนืออยู่ในระดับที่ค่อนข้างดี ตลาดออสเตรเลียอยู่ในระดับพอใช้ สำหรับในทวีปอเมริกาใต้และอัฟริกา นั้น แนวโน้มการขยายตัวตลาดยังไม่ค่อยดี (Figure 1 B) ชนิดข้าวที่ผู้ส่งออกนำมาบรรจุถุงส่วนใหญ่เป็นข้าวหอมมะลิ (13 ราย) และมี 10 และ 9 ราย ที่ส่งออกข้าวขาว 100% และข้าวเหนียว ข้าวชนิดอื่นที่นำมาบรรจุได้แก่ ข้าวเหนียว (5 ราย) ข้าวกล้อง (3 ราย) ข้าวบาสุมาตี (1 ราย) มีผู้นำข้าวหัก 35% และปลายข้าวบรรจุถุงส่งออก 2 ราย (Figure 2A) ขนาดการบรรจุข้าวถุง ส่วนใหญ่มีน้ำหนัก 1-2, 5, 10 และ 15-25 กก. มีเพียง 3 รายที่ส่งออกข้าวถุงขนาดเล็กกว่า 1 กก. วัสดุที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ คือ กระสอบพลาสติกสาน (polypropylene : PP) โดยมีผู้ผลิต 10-13 ราย ใช้บรรจุข้าว 5-25 กก. สำหรับถุงพลาสติก (polyethylene : PE) นิยมใช้บรรจุข้าว 1-5 กก. ถุงพลาสติกชนิดประเภทหลายชั้น (laminated) ใช้สำหรับบรรจุข้าวขนาด 1-5 กก. และมีผู้นำระบบปิดผนึกถุงด้วยระบบสุญญากาศ หรืออัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาบรรจุข้าว 1-5 กก. เพียง 3 ราย ทั้งนี้ ถุงอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อาจบรรจุข้าวได้ถึงขนาด 10-25 กก. มีผู้ส่งออกถึง 10 ราย ที่ส่งออกข้าวบรรจุถุงขนาด 5-10 กก. (Figure 2B)

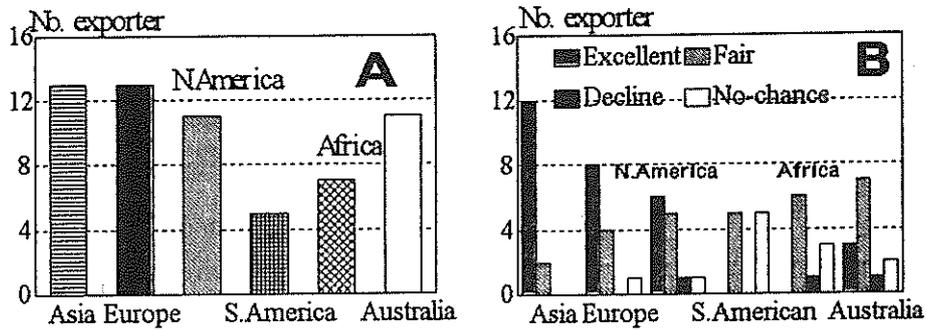


Figure 1 Number of consumer packaged rice exporters (A) and their opinion on the export trend in various continents (B) .

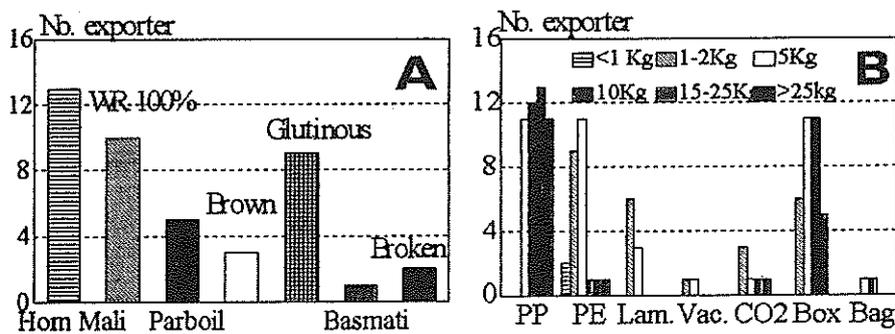


Figure 2 Type of rice (A) size and packaging material (B) used for consumer package export rice indicated by the exporters.

ปัญหาการส่งออกข้าวบรรจุถุงที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ 1. การเกิดแมลงและการเสื่อมของคุณภาพของข้าว 2. ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานและการขนส่งสูง 3. ค่าวัสดุทำถุงราคาสูง 4. การแตกปริของถุงระหว่างการขนส่ง อย่างไรก็ตาม การป้องกันการเกิดแมลงและชะลอการเสื่อมคุณภาพของข้าวเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยสร้างความเชื่อถือแก่ผู้บริโภคต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่เป็นตลาดข้าวบรรจุถุง ซึ่งมีความระมัดระวังด้านสุขอนามัยสูง ตั้งแต่มีการประกาศใช้กฎระเบียบขององค์การการค้าโลก (World Trading Organization : WTO) ทำให้บางประเทศคำนึงถึงความปลอดภัยจากการใช้สารเคมี ดังนั้น การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อรักษาคุณภาพข้าวครั้งนี้ จึงหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีก่อนการบรรจุ

2. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อรักษาคุณภาพข้าว

เมล็ดข้าวสารที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นข้าวที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในฤดูนาปี พ.ศ. 2538 แบ่งในเมล็ดมีปริมาณเอมิโลสสูง 28.06% (Table 1) ความคงตัวของแป้งสุกเป็นชนิดปานกลาง (ค่าการไหลของแป้งสุก 43.7 มม.) การสลายเมล็ดในต่างมีค่า 5.25% ซึ่งจัดเป็นแป้งที่มีอุณหภูมิแป้งสุกปานกลาง โปรตีน 6.84% และมีกรดไขมันอิสระ 16.0 มก. KOH/100 ก. เมื่อหุงต้มข้าวในหม้อหุงข้าวไฟฟ้าโดยใส่น้ำ 1.9 เท่า ของน้ำหนักข้าวสาร และประเมินคุณภาพข้าวสุกโดยวิธีประสาทสัมผัสจากผู้ชิม 8 คน ปรากฏว่า ข้าวสุกเป็นข้าวไม่มีกลิ่นหอม (คะแนน 1.0) ไม่นุ่มและไม่แข็ง (คะแนน 5.37) สีค่อนข้างขาว (คะแนน 6.19) ผิวเมล็ดมีความเลื่อมมันเล็กน้อย (คะแนน 5.19) และเมล็ดเกาะติดกันเล็กน้อย (คะแนน 5.81) แม้ว่าข้าวสารจะเป็นข้าวเอมิโลสสูง แต่เนื่องจากเป็นข้าวเก็บเกี่ยวใหม่ๆ ข้าวสุกจึงไม่แข็งกระด้าง แต่ก็ไม่นุ่ม และยังคงมีความเหนียวเกาะติดกันบ้าง

Table 1 Chemical and cooking quality of milled rice before storage.

Physical grain quality	Yellow grain (%)	0.02
	Damaged grain (%)	0.37
	Foreign matter (%)	0.04
Chemical quality of milled rice	Apparent amylose (%)	28.06
	Gel consistency (mm.)	43.7
	Alkali spreading value (%)	5.25
	Protein (%)	6.84
	Free fatty acid (mg. KOH/100 g)	16.0
Cooked rice characteristics	Aroma	1.0
	Bad smell	1.0
	Texture	5.37
	Whiteness	6.19
	Glossiness	5.19
	Stickiness	5.81

Cooked rice characteristics (score) :

Aroma	1 = non	5 = moderately	9 = strong
Bad smell	1 = non	5 = moderately	9 = strong
Color	1 = yellowish or dark	5 = slightly yellowish or dark	9 = white
Glossiness	1 = dull	5 = slightly glossy	9 = very glossy
Texture	1 = very hard	5 = not soft-not hard	9 = pastry
Stickiness	1 = separate/fluffy	5 = not sticky-not fluffy	9 = very sticky

กระสอบพลาสติก (PP) ไม่สามารถป้องกันออกซิเจนและไอน้ำได้ และจากการศึกษาวัสดุทำภาชนะบรรจุพบว่า ถุงพลาสติก (PE) มีการซึมผ่านของออกซิเจนได้ถึง 1895 มล. /ม²-วัน มีเพียงถุงไนลอน (NY) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL) ประกอบกันหลายชั้นเท่านั้น ที่สามารถชะลอการซึมผ่านของออกซิเจนและไอน้ำได้ ดัง

แสดงใน Table 2 ทั้งนี้ ถุง AL ยังสามารถป้องกันมิให้แสงผ่านได้ด้วย การปิดผนึกถุง NY และ AL ด้วยระบบสูญญากาศที่ - 0.9 bar หรือพร้อมถุงบรรจุสารดูดออกซิเจน (Oxygen absorber) จะช่วยลดปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในถุงได้

Table 2 Penetration rate of oxygen and water vapor through packaging material.

	Rate of penetration	
	O ₂ ¹ (ml/m ² -day)	Water vapor ² (g/m ² -day)
PE (75) ³	1895	3.6
NY (NY15/PE17/PE70) ³	36	3.8
AL (OPP20/PE20/AL7/PE53 ^b) ³	0.1	1.4

¹ Tested at 20-25 °C 60-80% RH

² Tested at 38 °C 90% RH

³ Figure indicate the thickness of film in micron (µm)

2.1 การเปลี่ยนแปลงเมล็ดข้าวสารระหว่างการเก็บรักษา

การเก็บรักษาข้าวสารเป็นเวลา 6 เดือน ระหว่างเดือนสิงหาคม 2538 - กุมภาพันธ์ 2539 ในห้อง ที่มีอุณหภูมิ 20.1-33.2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 51-95% RH ทำให้ข้าวสารเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

- การเกิดแมลง เมื่อเก็บไว้ครบ 1 เดือน ข้าว ที่บรรจุในถุง PP, PE และ NY จะมีแมลงและตัวหนอน ปรากฏ 4, 3 และ 8 ตัว ตามลำดับ (Table 3) ในขณะที่ ข้าวในถุง AL เริ่มมีแมลงปรากฏ 1 ตัว ในเดือนที่ 2 ทั้ง ถุง PP และ PE ปริมาณแมลงและหนอน เพิ่มขึ้นเป็น จำนวนมากเมื่อเก็บไว้ 5-6 เดือน ข้าวในถุง AL แม้จะ

Table. 3 Number of insects and larvae in different packages.

Storage month	Package			
	Polypropylene	Polyethylene	L. nylon	L. aluminum foil
0	0	0	0	0
1	4	3	8	0
2	196	82	48	1
3	21	137	0	3
4	4	15	0	26
5	141	241	35	9
6	569	495	35	188

Note : Rice in laminated nylon and aluminum foil bags sealed under vacuum pressure or with an oxygen absorber inside presented no insect or its larvae.

ปรากฏแมลงภายหลัง แต่ก็เพิ่มขึ้นเป็นปริมาณเกือบ 200 ตัวในเดือนที่ 6 เช่นกัน ถุงที่มีแมลงปรากฏจะมีรอยกัดของแมลงทำลายถุงเป็นรูอยู่มากมาย และทำให้มีเมล็ดเสียเพิ่มขึ้น (Figure 3) การบรรจุข้าวในถุง NY และ AL ปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศหรือบรรจุพร้อมสารดูดออกซิเจนสามารถยับยั้งการพัฒนาของแมลงได้ โดยไม่มีแมลงหรือตัวหนอนปรากฏในถุงข้าว ตลอดช่วงการเก็บ 6 เดือน สำหรับแมลงที่พบมีทั้งตัววงวง (*Sitophilus* spp.) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* Hbst.)

2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวสุกระหว่างการเก็บรักษา

- กลิ่นของข้าวสุก ค่ะแนกลิ่นเหม็นที่ผู้ชิมตรวจพบจะแตกต่างกันแล้วแต่ภาชนะและสภาพการปิดผนึก (Figure 4) ข้าวในถุง PP และ PE จะเริ่มพบกลิ่นเหม็นเล็กน้อยจากข้าวสุกเมื่อเก็บข้าวไว้ 4 เดือน และกลิ่นเหม็นนี้จะชัดเจนขึ้นเมื่อยึดอายุการเก็บออกไป

โดยเฉพาะข้าวในถุง PP เมื่อเก็บครบ 6 เดือน จะมีกลิ่นรุนแรงจนถึงระดับคะแนน 5.3 ในถุงนี้มีแมลงพัฒนาขึ้นเป็นจำนวนมาก ตั้งแต่เดือนที่ 2 ในขณะที่ข้าวในถุง PE ข้าวสุกมีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย (คะแนน 2.6) ข้าวในถุงนี้เมื่อเก็บครบ 6 เดือน มีแมลงจำนวนมากเช่นกัน ในการหุงข้าวจะทำการล้างข้าว 2 ครั้งก่อน ซึ่งจะช่วยลดกลิ่นเหม็นลงบางส่วน ภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดนี้จึงไม่เหมาะสมหากจะนำมาบรรจุข้าวส่งออกสู่ตลาดคุณภาพสูงในตลาดยุโรปที่ผู้บริโภคไม่นิยมล้างข้าวก่อนหุงต้มหรือมิฉะนั้นต้องทำการรมสารเคมีทำลายแมลงและไข่แมลงก่อนการขนส่ง ทั้งนี้ก๊าซของสารเคมีสามารถซึมผ่านถุงทั้ง 2 ชนิดนี้ได้ สำหรับข้าวที่บรรจุในถุง NY และ AL ในช่วง 5 เดือนแรก ผู้ประเมินส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุกลิ่นเหม็นดังกล่าวเฉลี่ยของคะแนนกลิ่นเหม็นต่ำมาก (1.0 - 1.06) แต่เมื่อเก็บครบ 6 เดือน คะแนนจะเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับเหม็นอ่อนมาก (1.75 และ 1.69 ตามลำดับ) ซึ่งในถุงข้าวสารมีแมลงปรากฏอยู่บ้าง (35 และ 9 ตัว ตาม

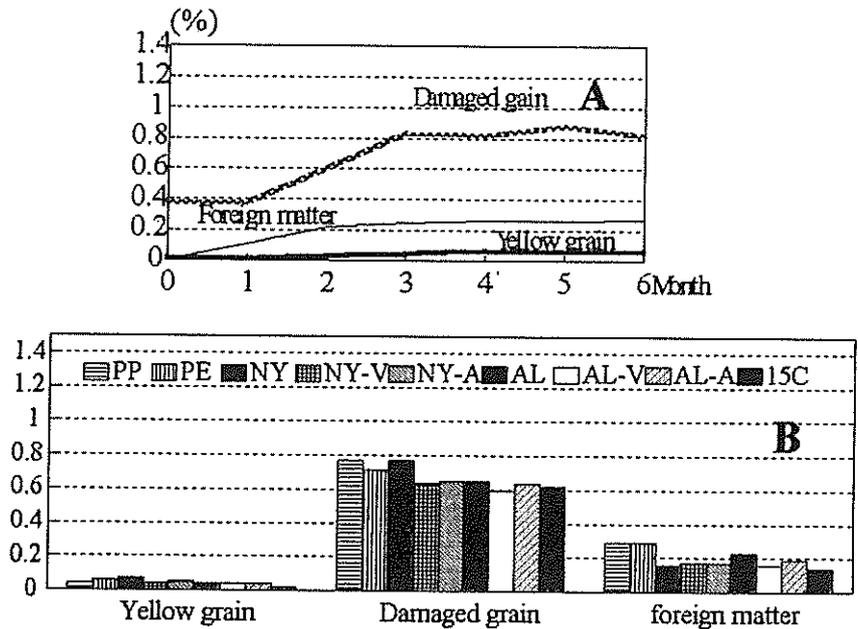


Figure 3 Averaged percentage of yellow grain, damaged grain and foreign matter of milled rice during storage (A) and in different packaging (B) .

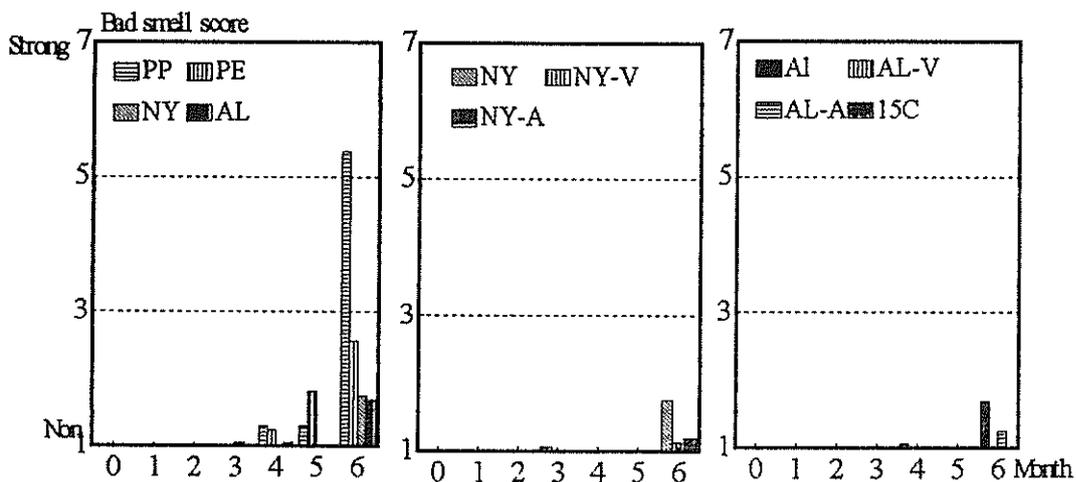


Figure 4 Changes in bad smell score of cooked milled rice in different packaging during 6 month storage evaluated by palatability test.

ลำดับ) การบรรจุข้าวในถุง NY และถุง AL ปิดผนึก ระบบสุญญากาศหรือใส่สารดูดออกซิเจน นอกจากช่วย ป้องกันการเกิดแมลง ข้าวสุกยังไม่ปรากฏกลิ่นเหม็น ตลอดช่วง 6 เดือน กลิ่นเหม็นในข้าวนี้เกิดจากการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระร่วมกับค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันที่ สกัดจากข้าวสาร ดังผลการวิเคราะห์ข้าวในทุกสภาพจะ

มีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาเก็บ อย่างไรก็ตามข้าวที่เก็บในห้องเย็นจะมีการพัฒนาช้ากว่า ที่เก็บในห้องปกติ (Figure 5) หากเปรียบเทียบระหว่าง ข้าวที่เก็บในห้องปกติในเดือนที่ 2 การเพิ่มของกรดไขมัน อิสระถึงจุดสูงสุดของข้าวในถุง PP เร็วกว่าภาชนะอื่น อย่างเด่นชัด สำหรับถุง PE, NY และ AL ไม่ว่าปิดผนึก

วิธีใด จะมีการเพิ่มปริมาณกรดไขมันในอัตราที่ช้ากว่า และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องคล้ายคลึงกัน เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) ของน้ำมันที่สกัดได้จากข้าวที่เก็บไว้ 6 เดือน ปรากฏว่า ข้าวสารในถุง PP ซึ่งข้าวสุกมีกลิ่นเหม็นมากที่สุด น้ำมันมีค่าเปอร์ออกไซด์สูงที่สุด (33.6 มก.สมมูลย์/น้ำมัน 1 กก.) Figure 6 ส่วนข้าวในถุง PE ซึ่งข้าวสุกมีกลิ่นเหม็นเล็กน้อยจะมีค่าเปอร์ออกไซด์ 24.2 มก.สมมูลย์/น้ำมัน 1 กก.

สำหรับข้าวในถุง NY และ AL ที่ปิดผนึกธรรมดา ซึ่งมีคะแนนกลิ่นเหม็นสาบอ่อนมาก จะมีค่าเปอร์ออกไซด์ 20.9 และ 16.8 มก.สมมูลย์/น้ำมัน 1 กก. ตามลำดับ การเก็บข้าวสารที่ 15°C นอกจากจะช่วยชะลอการพัฒนากรดไขมันอิสระ ยังมีผลชะลอการเพิ่มค่าเปอร์ออกไซด์ด้วย ทั้งนี้ข้าวที่บรรจุถุง AL ที่ปิดผนึกระบบสุญญากาศหรือพร้อมสารดูดออกซิเจน จะมีค่าเปอร์ออกไซด์ไม่ต่างจากข้าวที่เก็บในห้อง 15°C

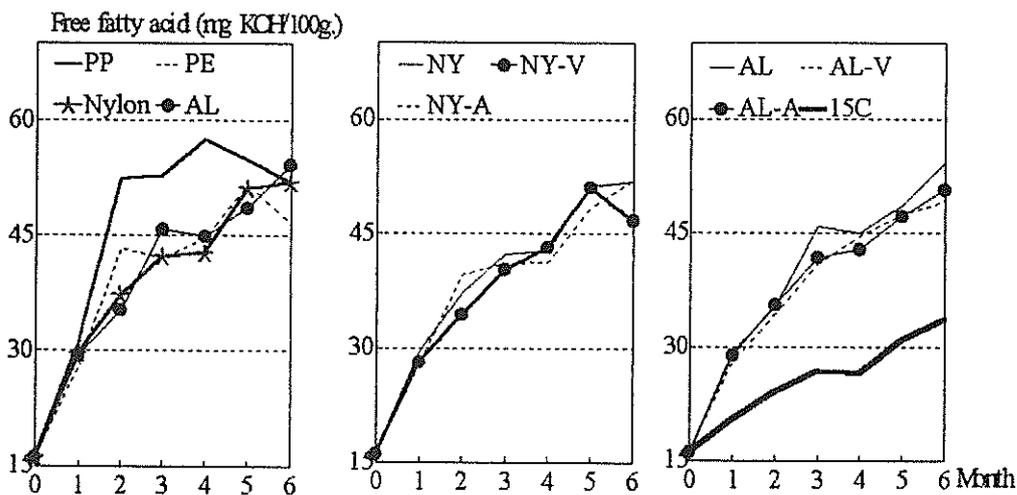


Figure 5 Changes of free fatty acid of milled rice in different packaging during 6 month storage.

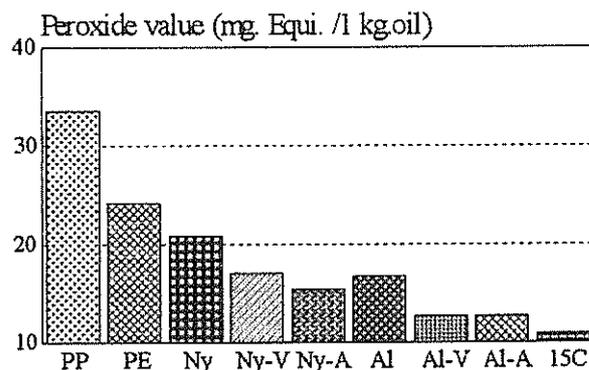


Figure 6 Peroxide value of fat extracted from milled rice in different packages after 6 month storage.

- ความนุ่ม ความเหนียว ความลื่นมัน และความขาวของข้าวสุก ก่อนการเก็บข้าวสุกมีคะแนนความนุ่ม 5.38 ซึ่งอยู่ในระดับไม่นุ่ม-ไม่แข็ง การลดลงของคะแนนความนุ่มในทุกภาชนะบรรจุในสภาพปกติคล้ายกัน คือ มีความนุ่มลดลง เมื่อเก็บไว้ครบ 1 เดือน หลังจากนั้นค่อนข้างคงที่ (Figure 7) ทั้งนี้ ความนุ่มของข้าวสุกจะน้อยกว่าข้าวที่เก็บในห้องเย็น ดังนั้นอาจกล่าว

ได้ว่า การชะลอมให้ข้าวสุกแข็งขึ้นไม่สามารถทำได้จากการปรับปรุงสภาพการบรรจุ แต่จะทำได้โดยเก็บในห้องอุณหภูมิต่ำเท่านั้น การเก็บรักษาทำให้ความเหนียวและความลื่นมันของข้าวสุกลดลง ในทำนองเดียวกันกับความนุ่ม สำหรับความขาวของข้าวสุกจะมีสีคล้ำลงเพียงเล็กน้อย

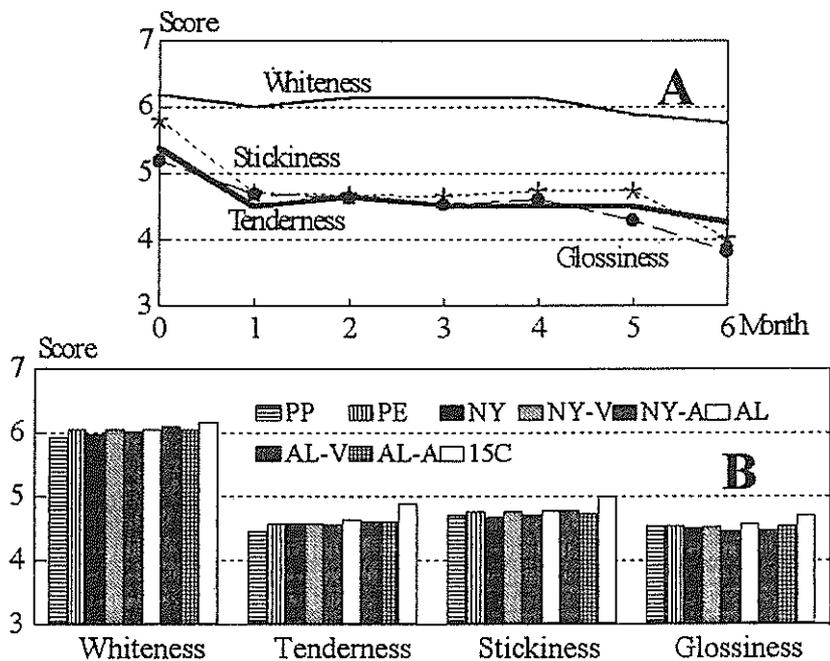


Figure 7 Changes in averaged score of some cooked rice characteristics during storage period (A) and in different packages (B) .

3. การเก็บรักษาข้าวหอมขัดขาวและขัดมัน ในภาชนะบรรจุต่างๆ

จากการวิเคราะห์เมล็ดข้าวหอมมะลิที่ผ่านการขัดขาวปกติและขัดมัน (Table 4) พบว่า ข้าวสารทั้งสองมีปริมาณเมล็ดเหลืองและเมล็ดเสีย น้อยมาก คือ 0.08 และ 0.09% ตามลำดับ ปริมาณสิ่งเจือปน 0.05 และ 0.20% เมล็ดข้าวสารขัดมันมีค่าความขาวสูงกว่าข้าวสารขัดขาวเล็กน้อย 43.8% และ 40.6% ตามลำดับ คุณสมบัติทางเคมีของเมล็ดใกล้เคียงกัน คือ เป็นข้าวอมิโลสต่ำ (17.0 และ 17.6% ตามลำดับ) แبن้สูงอ่อน มีค่าความคงตัวแبن้สูง 76 และ 77 มม. ค่าการสลายเมล็ดในด่าง 7.0 และ 6.9%

ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าเป็นข้าวที่มีอุณหภูมิแبن้สูงต่ำ อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก 1.74 และ 1.78 เท่าของความยาวเมล็ดข้าวสาร เมล็ดข้าวมีโปรตีน 6.44 และ 6.60% ตามลำดับ ข้าวสารขัดขาวมีกรดไขมันอิสระสูงกว่าข้าวสารขัดมัน คือ มีปริมาณ 13.4 และ 3.9 มก. KOH/100 ก. ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากระบบการขัดมันเป็นการนำข้าวสารที่ผ่านการขัดขาวมาปรับปรุงโดยการใช้น้ำพ่นฝอยในระหว่างการขัดมัน ทำให้ผิวเมล็ดลื่นมันขึ้น การที่เมล็ดข้าวสารถูกขัดผิวออกอีกครั้งย่อมช่วยลดปริมาณไขมันและกรดไขมันอิสระให้เหลือน้อยลง

Table 4 Grain quality of whitened and water polished milled rice before storage.

	Whiten milled rice	Water polished milled rice
Grain physical quality		
Yellow + damaged grain (%)	0.08	0.09
Foreign matter (%)	0.05	0.20
Whiteness (%)	40.6	43.8
Chemical quality of milled rice		
Apparent amylose (%)	17.0	17.6
Gel consistency (mm.)	76	77
Alkali spreading value (%)	7.0	6.9
Cooked rice elongation ratio	1.74	1.78
Protein (%)	6.44	6.60
Free fatty acid (mg. KOH/100 g)	13.4	3.9
Cooked rice quality		
Aroma	6.86	7.34
Bad smell	1.00	1.00
Whiteness	7.15	7.42
Glossiness	7.34	7.88
Stickiness	7.19	7.73
Texture	7.28	7.54

เมื่อหุงต้มข้าวสารในหม้อหุงข้าวไฟฟ้าโดยใส่น้ำ 1.7 เท่าของน้ำหนักข้าว และประเมินคุณภาพโดยวิธีประสาทสัมผัส พบว่า ข้าวสุกมีกลิ่นหอม มีคะแนนกลิ่นหอม 6.86 และ 7.34 สำหรับข้าวขัดขาวและขัดมัน ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับหอมค่อนข้างมาก และไม่ปรากฏกลิ่นเหม็น (คะแนน 1.00) สีของข้าวสุกอยู่ในระดับขาว (คะแนน 7.15 และ 7.42 ตามลำดับ) ผิวเมล็ดค่อนข้างมัน (คะแนน 7.34 และ 7.88) ข้าวสุกค่อนข้างเหนียว (คะแนน 7.19 และ 7.73) และนุ่ม (คะแนนเนื้อสัมผัส 7.28 และ 7.54) เป็นที่น่าสังเกตว่า ข้าวที่หุงจากข้าวขัดมันมีกลิ่นหอม ความขาว ความลื่นมัน ความเหนียวและความนุ่มมากกว่าข้าวสุกที่ได้จากการขัดขาวเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3.1 การเปลี่ยนแปลงจำนวนแมลงในระหว่างการเก็บรักษาข้าวสารขัดขาวและข้าวสารขัดมัน

เก็บรักษาข้าวสารระหว่างเดือนมีนาคม - กันยายน 2539 เป็นเวลา 6 เดือน สภาพห้องเก็บข้าวมี

อุณหภูมิ 25- 42 °ซ และความชื้นสัมพัทธ์ 34.0-89.5% RH ทั้งข้าวขัดขาวและขัดมันที่เก็บในถุง จะมีแมลงและตัวหนอนปรากฏอยู่มากมายตั้งแต่เดือนแรก ดังแสดงใน Table 5 ข้าวขัดขาวในถุง PE มีแมลงปรากฏในอัตราที่น้อยกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อเก็บข้าวนาน 6 เดือน ก็จะปรากฏแมลงมากมายเช่นกัน การขัดมันมีแนวโน้มช่วยลดการเกิดแมลงลง แต่ก็มีแมลงปรากฏในถุง PE 1 ตัวในเดือนที่ 3 ดังนั้นหากจะป้องกันการเกิดของแมลง การบรรจุข้าวในถุง PE โดยไม่มีการทำลายแมลงก่อนอาจไม่ปลอดภัยเพียงพอ ในถุง AL ก็เช่นกัน เมื่อเก็บไว้ 5-6 เดือน ข้าวขัดขาวและขัดมันมีแมลง 1-3 ตัว เป็นที่น่าสังเกตว่า การบรรจุข้าวในถุง NY ไม่ว่าจะปิดผนึกธรรมดา ปิดผนึกระบบสูญญากาศ บรรจุพร้อมสารดูดออกซิเจน หรือเก็บที่อุณหภูมิ 15° ซ ภายในถุงข้าวไม่มีแมลงปรากฏเลย ไม่ว่าจะเป็ข้าวสารขัดขาวหรือขัดมัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้าวที่ศึกษาชุดนี้เป็นข้าวหอมคุณภาพดี ผู้ประกอบการมีระบบการผลิตที่พิถีพิถันมาก จึงทำให้ข้าวที่บรรจุในถุงไนลอนไม่ปรากฏแมลงเลย แต่การที่ในถุง PP มีปริมาณ

แมลงมากกว่าข้าวสารนาปรัง (Table 3) อาจเนื่องจากสภาพห้องเก็บมีอุณหภูมิสูงเหมาะสมกับการขยายพันธุ์ของแมลงที่ติดค้างอยู่กับเมล็ด

3.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวสุกของข้าวหอมในระหว่างการเก็บ

เมื่อนำข้าวสารมาหุงต้มโดยใส่น้ำ 1.7 เท่าของข้าวโดยน้ำหนัก และประเมินคุณภาพข้าวสุกโดยประสาทสัมผัส พบว่า

- กลิ่นหอม ก่อนเก็บข้าวสุกมีคะแนนกลิ่นหอม 6.86 และ 7.34 สำหรับข้าวขัดขาวและขัดมัน ตามลำดับ คะแนนกลิ่นหอมของข้าวสุกมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเก็บ วิธีการขัดขาวและขัดมัน ตลอดจนชนิดของบรรจุภัณฑ์ ข้าวที่ได้จากการขัดมันมีข้าวสุกที่มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นหอมสูงกว่าข้าวขัดขาวเล็กน้อย (Figure 8) โดยมีคะแนนกลิ่นหอมเฉลี่ย 6 เดือนเป็น 5.91 และ 6.25 สำหรับขัดขาวและขัดมัน ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของคะแนนกลิ่นหอมของข้าวสุกของข้าวที่ผ่านการขัดทั้ง 2

วิธี เป็นไปในทำนองเดียวกัน ผลกระทบจากภาชนะบรรจุต่อคะแนนกลิ่นหอมของข้าวสุกในระหว่างการเก็บแตกต่างกัน กล่าวคือ ข้าวที่เก็บในหีบ 15°ซ มีคะแนนกลิ่นหอมค่อนข้างคงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ตลอดช่วงเวลาเก็บ 6 เดือน โดยมีคะแนนกลิ่นหอมเฉลี่ยของข้าวขัดขาวและขัดมัน 6.40 และ 7.10 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับหอม ข้าวที่เก็บในถุง PP จะมีกลิ่นหอมลดลงเมื่อเก็บไว้ 4 เดือน (คะแนนเฉลี่ย 5.32) ซึ่งอยู่ในระดับหอมปานกลาง หากเก็บข้าวต่อไป คะแนนจะลดลงจนเหลือคะแนน 3.65 หรือหอมอ่อนในเดือนที่ 6 ข้าวในภาชนะอื่นๆ ยังคงมีกลิ่นหอมใกล้เคียงกับข้าวในหีบเย็นเมื่อเก็บไว้ 3 เดือน เมื่อครบ 4 เดือน ข้าวสุกจาก ถุง PE ถุง AL และ ถุงไนลอนที่ปิดผนึกสูญญากาศ (NY-V) จะมีกลิ่นหอมน้อยกว่าข้าวจากหีบเย็น เมื่อเก็บข้าวต่อไปจนครบ 6 เดือน ข้าวจากถุง NY และ AL ไม่ว่าจะปิดผนึกอย่างไรจะมีกลิ่นหอมน้อยกว่าข้าวจากหีบเย็น อย่างไรก็ตาม คะแนนกลิ่นหอมยังคงอยู่ในระดับ 5.06 - 5.55 หรือมีกลิ่นหอมปานกลาง

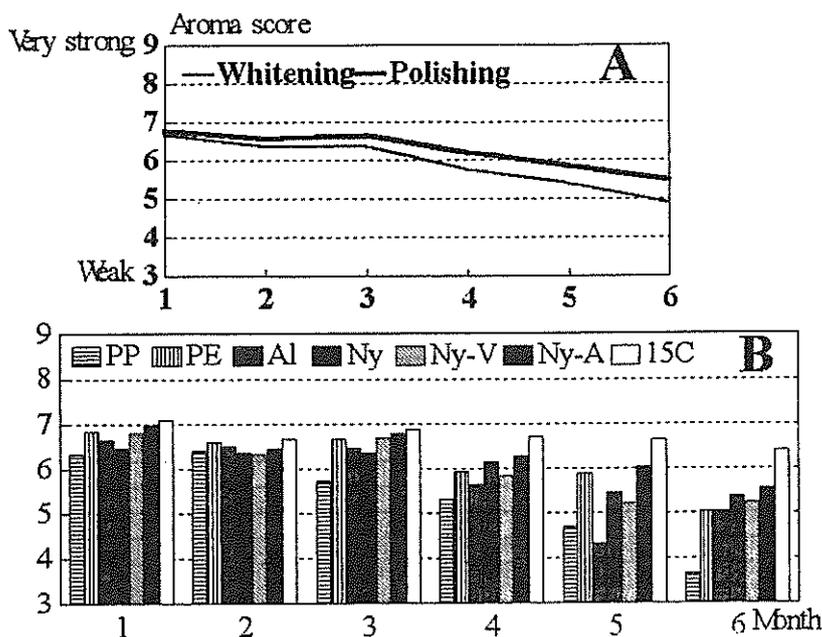


Figure 8 Changes in averaged aroma score of cooked whitened and polished milled rice during storage (A) and in different packages (B)

- กลิ่นเหม็น ก่อนเก็บข้าวสุกไม่มีกลิ่นเหม็นเลย (คะแนน 1.0) ข้าวที่เก็บในห้อง 15°ซ จะไม่ปรากฏกลิ่นเหม็นตลอดช่วงการเก็บ 6 เดือน ไม่ว่าจะผ่านการขัดขาวหรือขัดมันคะแนนกลิ่นเหม็นของข้าวสุกจะแตกต่างกันตามระยะเวลาเก็บ เมื่อพิจารณาวิธีการขัดจากภาพรวมข้าวจากการขัดมันมีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นเหม็นน้อยกว่าข้าวขัดขาว (Fig. 9A) ในระยะการเก็บ 3 เดือนแรกข้าวจากวิธีการขัดทั้งสอง ยังคงไม่ปรากฏกลิ่นเหม็น แต่เมื่อเก็บต่อไป ข้าวขัดขาวจะมีคะแนนกลิ่นเหม็นเพิ่มขึ้นจนมีคะแนนเฉลี่ย 2.9 ในเดือนที่ 6 คือ มีกลิ่นเหม็นอ่อนๆ ในขณะที่ข้าวขัดมัน ยังคงอยู่ในระดับคะแนน 1.9 คือ กลิ่นเหม็นไม่ชัดเจน เมื่อพิจารณาข้าวในแต่ละภาชนะบรรจุข้าวในถุง PP จะเกิดกลิ่นเหม็นอ่อนๆ ตั้งแต่เดือนที่ 3 และคะแนนอยู่ในระดับเหม็นอ่อนๆ (คะแนน 2.5) ในเดือนที่ 4

จนถึงเดือนที่ 6 ผู้ชิมระบุว่า ข้าวสุกมีกลิ่นเหม็น (คะแนน 4.1-6.3) สำหรับข้าวมันบด เมื่อเก็บไว้ 4 เดือน จะปรากฏกลิ่นเหม็นอ่อนๆ (คะแนน 3.2) และเมื่อเก็บถึง 6 เดือน จะมีกลิ่นเหม็นปานกลาง (คะแนน 5.0) สำหรับข้าวขัดขาวที่บรรจุในถุง PE, AL, NY, NY-V และ NY-A จะปรากฏกลิ่นเหม็นอ่อนๆ เมื่อเก็บครบ 6 เดือน ในขณะที่ข้าวขัดมันนั้น มีคะแนนกลิ่นเหม็นต่ำมาก มีเพียงข้าวในถุง PE, NY และ AL ที่มีคะแนนเหม็นอ่อนมาก (คะแนน < 2) เมื่อเก็บไว้ 4 เดือนขึ้นไป การปิดผนึกถุงในลอนระบบสุญญากาศ (NY-V) หรือบรรจุพร้อมสารดูดออกซิเจน (NY-A) สามารถป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็นในข้าวสุกได้ตลอดช่วง 6 เดือน เช่นเดียวกับข้าวที่เก็บในห้อง 15° ซ

Table 5 Number of worms and insects of rice in different packages.

Storage month	Package under normal seal		
	Polypropylene	Polyethylene	L. aluminum foil
<i>Whitened milled rice</i>			
1	58	2	0
2	250	4	0
3	1679	6	1
4	2448	0	0
5	3101	0	1
6	2287	984	0
<i>Water polished milled rice</i>			
1	19	0	0
2	189	0	0
3	1138	1	0
4	1610	0	0
5	896	0	0
6	1707	0	3

Note : Rice in laminated nylon bag show no insect infestation either sealed under normal condition, vacuum pressure, with oxygen absorber or stored in 15 °C room.

- ความนุ่ม ความเหนียว ความเลื่อมมัน และความขาว ระยะเวลาการเก็บรักษาในห้องปกติมีผลให้ความนุ่ม ความเหนียว ความเลื่อมมัน และความขาวของข้าวสุกลดลงในทำนองเดียวกัน ทั้งนี้ข้าวขัดมันจะมีความเหนียว ความเลื่อมมันมากกว่าข้าวขัดขาวเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บข้าวครบ 6 เดือน ข้าวสุก

มีคะแนนความนุ่ม 6.3 ความเหนียว 6.4 เลื่อมมัน 6.1 และความขาว 6.3 ซึ่งความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่าง ภาชนะบรรจุต่างๆ มีความแตกต่างกันเล็กน้อย (Figure 10) การเก็บข้าวในห้องเย็นสามารถรักษาคุณภาพข้าวให้เหมือนเดิม

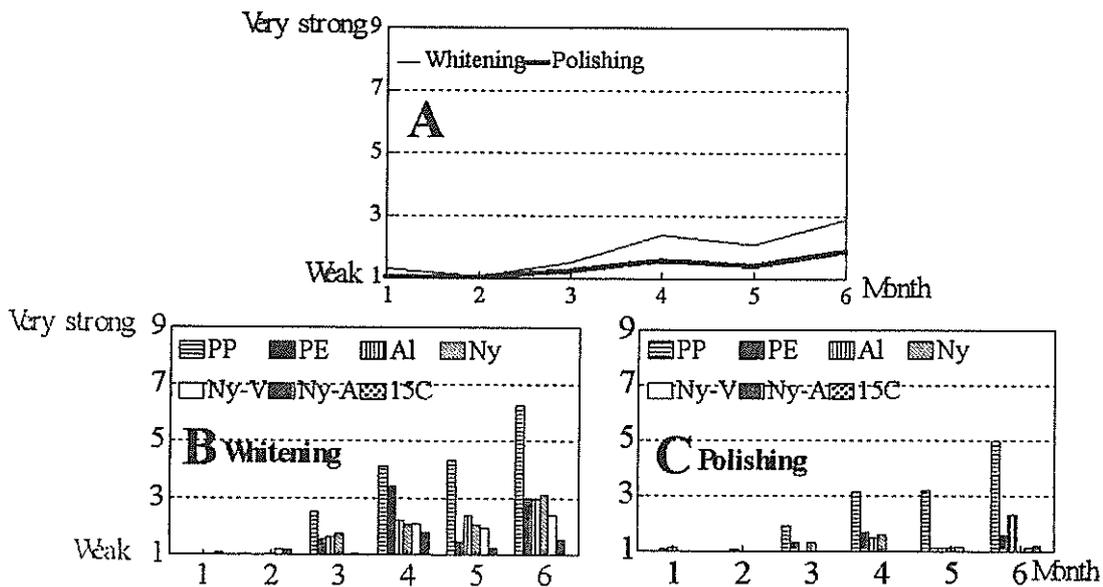


Figure 9 Changes in averaged bad smell score of cooked rice prepared from whitened and polished milled rice (A) in different packages during 6 month storage (B and C).

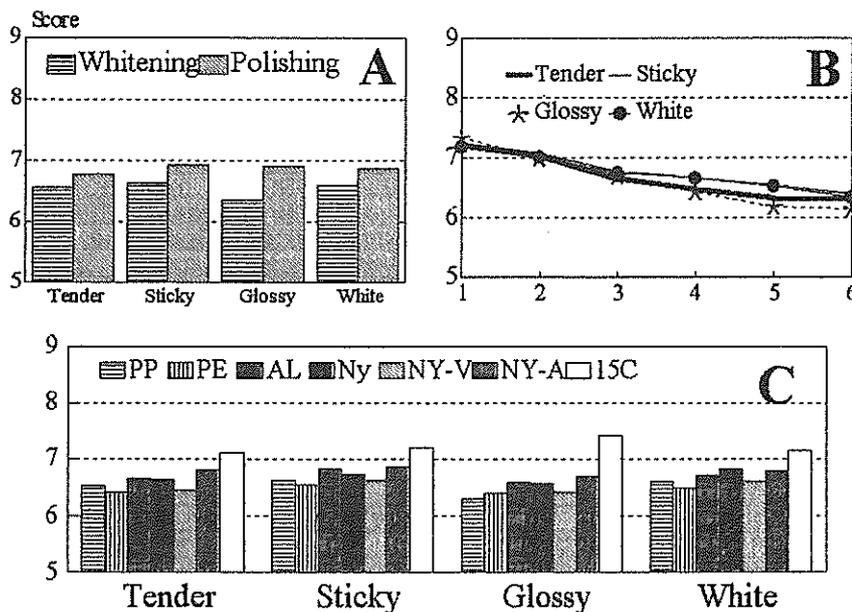


Figure 10 Changes in averaged score of some cooked rice characteristics prepared from whitened and polished milled rice (A) during 6 month storage (B) and in different packages (C).

สรุปผลการทดลอง

การส่งออกข้าวบรรจุถุงขนาดเล็กเป็นการส่งออกในลักษณะถึงมือผู้บริโภคโดยตรง (consumer size package) ประเทศผู้นำเข้ามักคำนึงถึงสุขอนามัยเป็นหลักสำคัญ การนำบรรจุภัณฑ์มาใช้จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. การใช้ถุงกระสอบพลาสติกสาน (PP) ไม่สามารถยับยั้งการพัฒนาของแมลงได้ และมีผลให้เกิดกลิ่นเหม็น ดังนั้น ข้าวต้องผ่านการรมด้วยสารเคมี เพื่อทำลายแมลงและไข่ของแมลง
2. การบรรจุข้าวในถุง polyethylene (PE) จะต้องมีการรมสารเคมีฆ่าแมลงและไข่แมลงเช่นกัน
3. การบรรจุข้าวในถุงไนลอน (NY) และอลูมิเนียมฟอยล์ (AL) ชนิดประกบหลายชั้นที่มีคุณสมบัติป้องกันการผ่านของออกซิเจนได้ ไม่สามารถป้องกันการเกิดของแมลงได้
4. การบรรจุข้าวในถุงไนลอนและอลูมิเนียมฟอยล์ชนิดประกบหลายชั้นและลดปริมาณก๊าซออกซิเจนโดยการปิดผนึกสุญญากาศที่ -0.9 bar หรือบรรจุพร้อมสารดูดก๊าซออกซิเจน จะช่วยชะลอการพัฒนาของแมลงและการเกิดกลิ่นเหม็นได้ตลอดช่วงระยะเวลา 6 เดือน และข้าวยังคงมีกลิ่นหอม ทั้งนี้รอยปิดผนึกจะต้องสมบูรณ์ คือไม่เกิดรอยรั่วเล็กๆ (pin hole)
5. การบรรจุข้าวในถุงที่ปิดผนึกที่สุญญากาศจะมีข้อเสียที่ถุงข้าวเป็นก้อนแข็ง ทำให้การจัดวางไม่สะดวก อาจต้องมีกล่องบรรจุภายนอกอีกหนึ่งชั้น ในขณะที่การใส่สารดูดออกซิเจน ถุงข้าวจะแฟบเพียงเล็กน้อย แต่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ซึ่งอาจมีราคาแพง
6. ข้าวสารที่ผ่านการขัดมัน เมล็ดมีกรดไขมันต่ำกว่าข้าวขัดขาวปกติ เมื่อเก็บรักษาจะช่วยชะลอการเกิดกลิ่นเหม็น และการสูญหายของกลิ่นหอมให้ช้าลง

7. เพื่อให้การส่งเสริมการปรับปรุงคุณภาพข้าวเพื่อการส่งออกสัมฤทธิ์ผล ควรมีการถ่ายทอดความรู้ด้านเมล็ดพันธุ์ วิทยาการหลังเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาให้ผู้ส่งข้าวออกต่างประเทศ

คำแนะนำ

การเลือกใช้ชนิดบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุข้าวเพื่อการส่งออกนั้น ควรพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. การส่งออกข้าวที่มีราคาไม่สูงและผู้ซื้อเป็นผู้บริโภคข้าวเป็นอาหารหลักเช่นเดียวกับคนไทย ควรบรรจุข้าวสารในถุงพลาสติกสานหรือถุงพลาสติกที่อากาศผ่านได้ เพราะราคาบรรจุภัณฑ์ไม่สูงและผู้ซื้อสามารถบริโภคข้าวหมดก่อนที่จะปรากฏกลิ่นเหม็น ทั้งนี้ในการส่งออกจำเป็นต้องมีการรมสารเคมีเพื่อป้องกันการพัฒนาของแมลงที่ติดมากับเมล็ด
2. การส่งออกข้าวคุณภาพดีไปยังประเทศที่มีมาตรการกีดกันการใช้สารเคมีและมีกำลังซื้อสูง การใช้ถุงไนลอนหรือถุงอะลูมิเนียมประกบหลายชั้น และปิดผนึกระบบสุญญากาศหรือบรรจุพร้อมกับถุงบรรจุสารดูดออกซิเจน จะสามารถป้องกันการพัฒนาของแมลงและช่วยรักษาคุณภาพข้าวสารให้อยู่ได้นาน
3. การใช้ระบบการบรรจุแบบสุญญากาศถุงข้าวจะเป็นก้อนแข็ง ทำให้ไม่สะดวกในการวางซ้อนกันหากส่งออกไปยังประเทศที่บริโภคข้าวเป็นครั้งคราวและปริมาณน้อย อาจทำการบรรจุเป็นถุงเล็กๆ และบรรจุในกล่องอีกชั้นหนึ่ง เพื่อช่วยให้ผู้บริโภคสามารถบริโภคข้าวหมด เมื่อเปิดถุงแต่ละครั้ง ส่วนข้าวถุงอื่นๆ ที่เหลืออยู่ ยังคงมีคุณภาพดีแม้จะเก็บไว้เป็นเวลานาน
4. การขัดข้าวหอมโดยวิธีขัดมันจะช่วยให้คุณภาพดีกว่าข้าวขัดขาวธรรมดา และกลิ่นหอมของข้าวจะคงอยู่ได้นานกว่าด้วยหากไม่มีแมลงพัฒนาขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- A.A.C.C. 1976. American Association of Cereal Chemists. Approved methods of A.A.C.C. Am. Ass. Cereal. Chem. Inc. St. Paul, Minnesota.
- A.O.A.C., 1990. Official Methods of Analysis, 11th ed. Washington D.C., USA. Association of Official Analytical Chemists.
- Cacampang, G.B.; C.M. Perez and B.O. Juliano. 1973. A Gel Consistency Test for Eating Quality of Rice. *J. Sci. Food Agric.* 24 : 1589 - 1594.
- IUPAC, 1966. International Union of Pure and Applied Chemistry. Commission on oils, fats and derivatives. Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. 6th ed., Pergamon, Press, Oxford, 170 p.
- Juliano, B.O. 1971. A Simplified Assay for Milled-Rice Amylose. *Cereal Sci. Today* 16 : 334 - 338, 340, 360.
- Juliano, B.O.; C.M. Perez; A.B. Blakeney; D.T. Castillo; N. Kongseree; B. Laignelet; E.T. Lapis; V.V.S. Murty; C.M. Paule and B.D. Webb. 1981. International Cooperative Testing on the Amylose Content of Milled Rice. *Starch* 33 : 157- 162
- Little, R.R; G.B. Hilder and E.H. Dawson. 1958. Differential Effect of Dilute Alkali on 25 Varieties of Milled White Rice. *Cereal Chem.* 35 : 111 - 126
-