

ผลของการรมโอโซนต่อคุณภาพการเก็บรักษาข้าวสารเจ้าผสมข้าวหอมมะลิบรรจุถุง
Effect of Ozone Fumigation on Stored Quality of Milled Rice Mixed with Jasmine Rice Packing

ศรัณยา เพ่งผล^{1,2} และกานดา หวังชัย³
Sarunya Pengphol^{1,2} and Kanda Whangchai³

Abstract

This research was separated into 2 experiments, the first experiment was investigated on ratio of milled rice RD. 31 mixed with Jasmine rice RD. 105 on stored quality and cooking acceptance of consumers. Five treatments namely milled rice 100%, Jasmine milled rice 100%, milled rice mixed with Jasmine milled rice ratio of 1:1, 1:3 and 3:1. It was found that, all of the ratios were not significant in physical changes such as grain color, weight loss, moisture and acceptance of rice color after cooking. Whereas, the 1:3 ratio was significantly expanded after cooking more than 1:1 ratio and it significantly had highest score of acceptance throughout storage time of 56 days. The second experiment was studied on effect of putting 100 ppm ozone gas into the milled rice mixed with Jasmine rice ratio of 1:3. Three treatments namely mixed rice no ozone (Control), mixed rice was treated with ozone 60 min and then packing into 500 g plastic bag (Cb) and 500 g mixed rice in small bag fumigated with ozone for 1 min/bag (B). The result showed that insects were found in the control at 90 days after storage, while insect in both mixed rice with ozone treatments were found at 120 days. Moreover, the mixed rice after treated with ozone in the small bag had the least number of total insects throughout the storage period. Ozone caused unsuitable in environment in the bag for insect growth. Ozone oxidized only the surface of the rice, it had no effect on color, moisture and amylase content on mixed rice throughout the storage time. Ozone fumigation on the mixed rice in small bag had the highest score of consumer's acceptance after cooking throughout 180 days.

Keywords: mixed rice, packing, ozone

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ อัตราส่วนของข้าวสารเจ้าพันธุ์ กข 31 ผสมข้าวหอมมะลิพันธุ์ 105 ต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคหลังการหุงต้ม 5 อัตราส่วน ได้แก่ ข้าวสารเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ ข้าวหอมมะลิ 100 เปอร์เซ็นต์ ข้าวสารเจ้า 1 ส่วน ต่อข้าวหอมมะลิ 1 ส่วน ข้าวสารเจ้า 3 ส่วน ต่อข้าวหอมมะลิ 1 ส่วน และข้าวสารเจ้า 1 ส่วน ต่อข้าวหอมมะลิ 3 ส่วน พบว่า ทุกอัตราส่วนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ สีของเมล็ด การสูญเสียน้ำหนัก ความชื้น และการยอมรับด้านสีของเมล็ดหลังการหุงต้ม ขณะที่ข้าวผสมอัตราส่วน 1 : 3 มีผลทำให้มีอัตราการขยายปริมาตรข้าวหลังการหุงต้มสูงกว่าอัตราส่วน 1 : 1 และมีผลทำให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคหลังการหุงต้มอยู่ในระดับขอบมากที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา 56 วัน และส่วนที่สอง คือ ผลของการรมแก๊สโอโซน 100 ppm ในข้าวสารเจ้า 1 ส่วน ผสมข้าวหอมมะลิ 3 ส่วน ต่อคุณภาพการเก็บรักษา 3 กรรมวิธี ได้แก่ ข้าวสารผสมไม่รมโอโซน (กรรมวิธีควบคุม) ข้าวสารผสมรมโอโซน 60 นาที ในตู้ปิด และแบ่งข้าวสาร 500 กรัม บรรจุในถุงพลาสติกแล้วปิดให้สนิท (Cb) และข้าวสารผสม 500 กรัม/ถุง แล้วนำไปรมโอโซน 1 นาที/ถุง (B) พบว่า ข้าวสารผสมกรรมวิธีควบคุมเริ่มพบแมลงเมื่อเก็บรักษา 90 วัน ขณะที่ข้าวสารผสมที่รมโอโซนทั้ง 2 วิธี เริ่มพบแมลง 120 วัน โดยข้าวสารผสมที่ผ่านการรมโอโซนในถุงแบ่งย่อย พบจำนวนแมลงทั้งหมดน้อยที่สุด เนื่องจากสัดส่วนบรรยากาศภายในถุงไม่เหมาะสมต่อการเจริญของแมลง และโอโซนทำให้เกิดการออกซิไดส์เฉพาะบริเวณผิวของเมล็ดข้าวสารทำให้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี ความชื้น และปริมาณอะมิโลส ของข้าวสารตลอดอายุการเก็บรักษา ขณะที่ทำให้การยอมรับหลังการหุงต้มมีคะแนนมากที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษานาน 180 วัน

คำสำคัญ: ข้าวผสม, บรรจุถุง, โอโซน

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์ 60000

¹ Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan 60000

² สถาบันวิจัยและพัฒนา, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์ 60000

² Research and Development Institute, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan 60000

³ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

³ Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

คำนำ

ข้าวหอมมะลิมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในหลายประเทศ แต่มีราคาสูง ค่อนข้างละเอียด และแตกต่างกับข้าวเจ้าอื่น นอกจากนี้การเก็บรักษาข้าวสารมักเกิดความเสียหายจากการเข้าทำลายของ แมลง ไร เชื้อรา นก และหนู โดยเฉพาะแมลงซึ่งเป็นศัตรูที่สำคัญและทำความเสียหายให้ผลิตภัณฑ์เกษตรมากที่สุด เนื่องจากแมลงเป็นสัตว์ที่มีขนาดเล็กสามารถขยายพันธุ์และเจริญเติบโตระยะเวลาสั้น ปัจจุบันการเก็บรักษาเมล็ดธัญพืชจะทำการรมด้วยสารเคมีที่เป็นพิษต่อแมลงและมนุษย์ ได้แก่ ฟอสฟีน ซึ่งทำให้ผู้บริโภคเกิดความตระหนักเรื่องความปลอดภัยเป็นอย่างมาก การใช้เทคโนโลยีสะอาด เช่น ไอโซน (O_3) ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์อย่างแรง และเป็นที่ยอมรับว่าไอโซนใช้ได้อย่างปลอดภัย (generally recognized as safe; GRAS) ไอโซนมีคุณสมบัติในการฆ่าแมลง ทำลายสารพิษ และยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่างๆ ในเมล็ดธัญพืชได้ดี โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ด (Tiwari et al., 2010) และการรมไอโซนความเข้มข้น 13.9 มิลลิกรัม/ลิตร ในเมล็ดข้าวสารทำให้ตัวอ่อนแมลง *Tribolium confusum* ตาย 72.6% และมีผลทำให้ตัวเต็มวัยตาย 90 - 100% (Isikber and Oztekin, 2009) ดังนั้นการใช้ไอโซนจึงน่าจะมีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาข้าวสารได้ดี โดยงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอัตราส่วนข้าวสารผสมข้าวหอมมะลิและรูปแบบการใช้แก๊สไอโซนให้มีประสิทธิภาพเพื่อรักษาคุณภาพของข้าวผสมบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อัตราส่วนข้าวสารเจ้าผสมข้าวหอมมะลิต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคระหว่างการเก็บรักษา

นำข้าวสารเจ้าพันธุ์ กข 31 ผสมกับข้าวหอมมะลิ 105 ใน 5 อัตราส่วน ได้แก่ ข้าวสารเจ้า 100% ข้าวหอมมะลิ 100% ข้าวสารเจ้าต่อข้าวหอมมะลิในอัตราส่วน 1:1, 3:1 และ 1:3 จากนั้นนำข้าวสารที่ผสมตามอัตราส่วนต่างๆ มาชั่งน้ำหนัก 300 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนที่ปิดสนิท (4 ชั้น) แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนัก เปอร์เซ็นต์ความชื้น การเปลี่ยนแปลงสีข้าว (L^* value) ส่วนหลังการหุงต้มทำการวิเคราะห์อัตราขยายปริมาตร และประเมินการยอมรับของผู้บริโภคด้านสี 0-9 คะแนน ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองทุก 7 วัน เป็นเวลา 56 วัน

2. ผลของการรมไอโซนต่อคุณภาพการเก็บรักษาของข้าวสารเจ้าผสมข้าวหอมมะลิบรรจุ

อัตราส่วนข้าวสารเจ้าผสมข้าวหอมมะลิที่ดีที่สุดจากทดลองที่ 1 มาทำการรมด้วยแก๊สไอโซนจากเครื่องผลิตไอโซนยี่ห้อ Sky zone รุ่น S05AE ความเข้มข้น 100 ppm อัตราการไหล 25 มิลลิตร/นาที่ แบ่งเป็น 3 กรรมวิธี คือ ข้าวสารผสมที่ไม่รมไอโซน (Control) ข้าวสารผสมที่รมด้วยแก๊สไอโซนในตู้ปิด (chamber) 60 นาที แล้วนำบรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน 500 กรัม (Cb) และข้าวสารผสมในถุงแบ่งย่อย 500 กรัม/ถุง รมด้วยแก๊สไอโซน 1 นาที (B) นำข้าวสารผสมที่ผ่านการรมด้วยแก๊สไอโซนแล้วมาวิเคราะห์จำนวนแมลงทั้งหมด การเปลี่ยนแปลงสีของข้าวสาร เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด ปริมาณอะมิโลสของข้าวหลังการหุงต้ม (Juliano, 1971) และการยอมรับโดยรวมหลังการหุงต้มในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทุก 30 วัน เป็นเวลา 180 วัน (5 ชั้น)

ผล

ข้าวสารเจ้าผสมข้าวหอมมะลิทุกอัตราส่วน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ สีของเมล็ด การสูญเสีย น้ำหนัก ความชื้นในเมล็ดข้าวสาร และการยอมรับด้านสีของเมล็ดหลังการหุงต้ม (Table 1) ในขณะที่อัตราส่วน 1:3 มีผลทำให้มีอัตราขยายปริมาตรหลังการหุงต้มสูงกว่ากรรมวิธีที่ผสมข้าวสารเจ้าต่อข้าวหอมมะลิ 1:1 (Figure 1A) และมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคหลังการหุงต้มมากที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา (Figure 1B) ส่วนที่สองของงานวิจัยได้ศึกษารูปแบบการรมไอโซนในข้าวสารเจ้าผสมข้าวหอมมะลิอัตราส่วน 1:3 พบว่า ข้าวผสมที่รมไอโซนในถุงแบ่งย่อย (B) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น สี และปริมาณอะมิโลสของข้าวสารหลังการหุงต้ม (Table 2) แต่มีผลทำให้ในการชะลอการเกิดของแมลง (Figure 2A) และมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคหลังการหุงต้มมากที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา (Figure 2B)

Table 1 Changes of L^* value, weight loss, moisture and color sensory on the mixed rice ratios during storage

Assessment	Treatment	0 day	7 days	14 days	21 days	28 days	35 days	42 days	49 days	56 days
L^* value	Milled rice	62.13a	64.70a	68.59a	69.97a	70.39a	69.47a	70.01a	70.43a	68.83a
	Jasmine rice	56.67a	57.95a	65.60a	65.74a	65.25a	65.00a	65.48a	65.75a	66.82a
	1 : 1	64.30a	60.25a	67.32a	68.15a	68.17a	67.24a	66.14a	67.53a	68.03a
	3 : 1	65.50a	66.51a	68.30a	66.00a	68.49a	67.27a	67.60a	68.74a	67.21a
	1 : 3	59.37a	66.32a	65.58a	65.03a	65.64a	66.04a	65.81a	66.51a	66.65a

Means in the same column followed by common letter are not significantly different ($p \geq 0.05$)

Table 1 Changes of L* value, weight loss, moisture and color sensory on the mixed rice ratios during storage (continue)

Assessment	Treatment	0 day	7 days	14 days	21 days	28 days	35 days	42 days	49 days	56 days
Weight loss (%)	Milled rice	0.0000a	0.0020a	0.0030a	0.0063a	0.0063a	0.0073a	0.0097a	0.0117a	0.0140a
	Jasmine rice	0.0000a	0.0010a	0.0020a	0.0030a	0.0030a	0.0030a	0.0030a	0.0030a	0.0030a
	1 : 1	0.0000a	0.0000a	0.0010a	0.1117a	0.1117a	0.1117a	0.1117a	0.1117a	0.1117a
	3 : 1	0.0000a	0.0000a	0.0010a	0.0320a	0.0320a	0.0320a	0.0320a	0.0320a	0.0320a
	1 : 3	0.0000a	0.0010a	0.0030a	0.0043a	0.0043a	0.0043a	0.0043a	0.0043a	0.0043a
Moisture (%)	Milled rice	13.37a	13.20a	13.30a	13.00a	12.87a	12.97a	13.13a	13.17a	12.93a
	Jasmine rice	13.57a	13.27a	13.33a	12.87a	13.10a	13.10a	13.40a	13.30a	13.27a
	1 : 1	13.33a	13.23a	13.17a	13.27a	12.87a	13.13a	13.30a	13.23a	13.30a
	3 : 1	13.30a	13.33a	13.23a	12.97a	12.80a	13.03a	13.10a	13.33a	13.20a
	1 : 3	13.47a	13.10a	13.27a	13.23a	13.10a	13.27a	13.20a	13.23a	13.27a
Color sensory (score)	Milled rice	7.87a	7.87a	7.87a	7.93a	7.80a	7.87a	7.93a	8.00a	8.00a
	Jasmine rice	7.93a	8.00a	7.80a	8.00a	7.93a	7.80a	7.80a	7.87a	7.87a
	1 : 1	7.93a	7.80a	7.80a	8.00a	7.93a	7.87a	7.87a	7.93a	7.87a
	3 : 1	7.93a	7.87a	7.87a	7.80a	7.80a	7.87a	7.87a	7.87a	7.87a
	1 : 3	8.00a	8.00a	8.00	8.00a	8.00a	8.00a	8.00a	8.00a	8.00a

Means in the same column followed by common letter are not significantly different ($p \geq 0.05$)

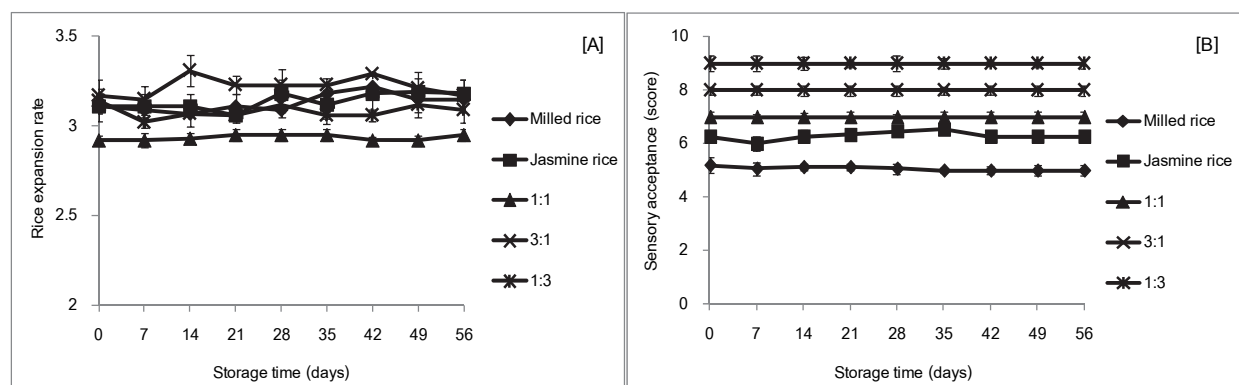


Figure 1 Rice expansion rate [A] and acceptance score of the mixed rice ratios after cooking [B]

Table 2 Changes of L* value, moisture and amylase content on the ozonated mixed rice during storage

Assessment	Treatment	0 day	30 days	60 days	90 days	120 days	150 days	180 days
L* value	Control	0.48a	0.81a	0.63a	0.77a	0.70a	0.55a	0.54a
	Cb	0.57a	0.64a	0.68a	0.90a	0.58a	0.62a	0.52a
	B	0.66a	0.74a	0.62a	0.85a	0.65a	0.55a	0.57a
Moisture (%)	Control	13.55a	13.56a	13.38b	13.38a	13.25b	13.49a	13.34a
	Cb	13.43a	13.46a	13.28b	13.08a	13.23b	13.31b	13.39a
	B	13.49a	13.45a	13.58a	13.38a	13.42a	13.54a	13.30a
Amylose content (%)	Control	0.48a	0.81a	0.63a	0.77a	0.70a	0.55a	0.54a
	Cb	0.57a	0.64a	0.68a	0.90a	0.58a	0.62a	0.52a
	B	0.66a	0.74a	0.62a	0.85a	0.65a	0.55a	0.57a

Means in the same column followed by common letter are not significantly different ($p \geq 0.05$)

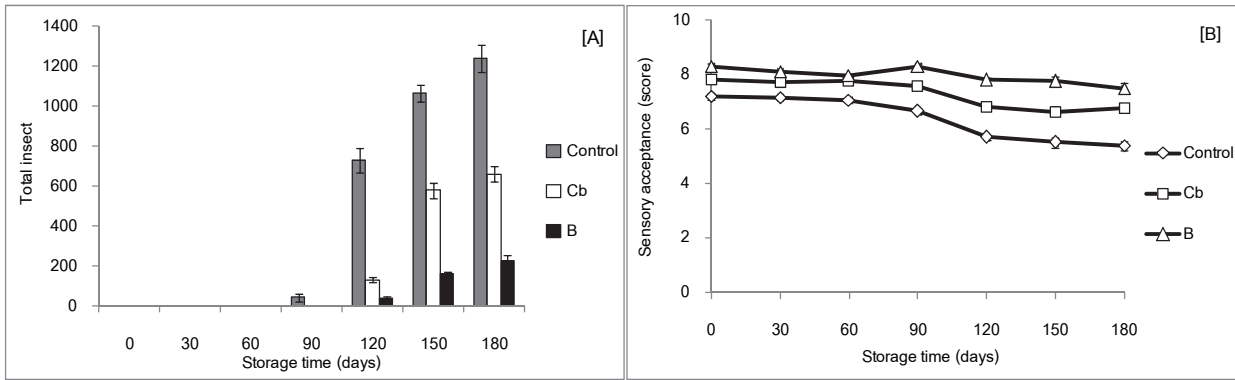


Figure 2 Total insects [A] and acceptance score of no ozone (Control), ozone fumigation in chamber (Cb) and ozone fumigation in smell bag (B) on mixed rice during storage [B]

วิจารณ์ผล

การยอมรับของผู้บริโภคในข้าวหลังการหุงต้มขึ้นอยู่กับเนื้อสัมผัส และกลิ่น (Bao, 2016) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการขยายปริมาตร (Ke-xin *et al.*, 2014) การรวมโอโซนในถุงแบ่งย่อยทำให้เมล็ดข้าวสารผสมได้สัมผัสกับแก๊สโอโซนทั่วถึงมากกว่าข้าวสารที่มีปริมาณมาก โอโซนภายในถุงทำให้สัดส่วนบรรยากาศไม่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของแมลง และโอโซนทำปฏิกิริยาออกซิไดส์กับจุลินทรีย์ที่บริเวณผิวของเมล็ด โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และปริมาณอะมิโนส นอกจากนี้โอโซนทำให้เกิดความเครียดภายในพืช (stress) ซึ่งอาจลดปริมาณเพกตินทำให้เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มมากขึ้น และกระตุ้นให้สร้างสารระเหย 2-acetyl-1-pyrroline ทำให้เกิดกลิ่นหอมในข้าวหอมมะลิ สอดคล้องกับการรวมโอโซนในข้าวทำให้มีปริมาณสารอาหารที่จำเป็นต่อข้าวเพิ่มขึ้น (Wang *et al.*, 2014) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ต่อไป

สรุป

ข้าวสารเจ้าผสมข้าวหอมมะลิอัตราส่วน 1:3 ที่รวมโอโซนถุงแบ่งย่อย (B) ไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดทางกายภาพ ขณะที่ผลทำให้อัตราการขยายปริมาตรข้าวหลังการหุงต้มสูง และมีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ให้การสนับสนุนทางด้านเครื่องมือต่างๆ ในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Bao, J.S. 2016. Rice: Eating Quality. Encyclopedia of Food Grains (Second Edition). 3: 166-175.

Isikber, A.A. and S. Oztekin. 2009. Comparison of susceptibility of two stored-product insects, Journal of Stored Products Research 45 (3): 159 – 164.

Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Science Today 16: 334 - 340.

Ke-xin, Q., L. Lin-lin, L. Tian-yi, C. Wen-hong and S. Yan-guo. 2014. Correlation between physicochemical properties and eating qualities of rice. Journal of Northeast Agricultural University 21(3): 60-67.

Tiwari, B.K., C.S. Brennan, T. Curran, E. Gallagher, P.J. Cullen, C.P. and O' Donnell. 2010. Application of ozone in grain processing. Journal of Cereal Science 51: 248 - 255.

Wang, Y., Q. Song, M. Frei, Z. Shao and L. Yang. 2014. Effects of elevated ozone, carbon dioxide, and the combination of both on the grain quality of Chinese hybrid rice. Environmental Pollution 189: 9-17.