ว. วิชาการ กษ. 1 : 33–37 (2528)

การใช้สารรมฟอสฟีนเพื่อการเก็บรักษาข้าวสารระยะยาว

ชูวิทย์ ศุขปราการ กัญจนา พุทธสมัย เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข และ ละม้ายมาศ ขาวไชยมหา[1]

บทคัดย่อ

การใช้สารรมฟอสฟีน (phosphine) เพื่อการเก็บรักษาข้าวสารระยะยาว ได้ดำเนินการโดยใช้ข้าวนาปรัง 2 กอง ๆ ละ 50 ตัน (500 กระสอบ) หลังการรมด้วยฟอสฟีนในอัตรา 2.2 กรัม a.i/ตัน แล้ว ปิดผ้าพลาสติกคลุมไว้ตลอด เป็นระยะเวลา 30 วัน และ 60 วัน ตามลำดับ ระหว่างดำเนินการ ได้ทำการวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของกองข้าว เปรียบเทียบกับสภาพภายนอก ตรวจสอบความชื้นและคุณภาพของเมล็ด การทำลายของแมลง และเชื้อรา ทั้งก่อนและหลังการเก็บรักษาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่าข้าวสารที่คลุมด้วยผ้าพลาสติกไว้ตลอดเวลา 30 วัน และ 60 วัน ไม่มีการทำลายของแมลง และไม่พบแมลงที่มีชีวิต และพบว่าจำนวนเชื้อราบางชนิดมีมากกว่าก่อนเก็บ และปริมาณจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บ แต่ตรวจไม่พบสารแอฟลาท็อกซิน คุณสมบัติทางเคมี การหุงต้ม และความขาวของข้าวเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

ในประเทศไทย ข้าวสารมักนิยมบรรจุในกระสอบและเก็บเป็นกอง ๆ ไว้ในโกดังขนาดและแบบต่าง ๆ ที่มีช่องระบายอากาศให้อากาศถ่ายเท เพื่อป้องกันข้าวไม่ให้เสียหายเนื่องจากการทำลายของเชื้อรา แต่การเก็บรักษาด้วยวิธีดังกล่าวทำให้แมลง เช่น ด้วงงวงข้าว มอดแป้ง และผีเสื้อข้าวสาร เข้าทำลายได้ง่าย จึงต้องมีการกำจัดแมลงเป็นระยะ ๆ โดยวิธีการรมด้วยสารรม (fumigants) ภายใต้ผ้าพลาสติก สารรมที่ใช้กันมาก คือ เมธิลโบรไมด์ (methyl bromide) และฟอสฟีน (phosphine) สารรมดังกล่าวนี้สามารถกำจัดแมลงได้เป็นอย่างดี แต่หลังจากรมด้วยสารรมแล้วจะต้องเปิดผ้าพลาสติกที่คลุมออก ตามระยะเวลาที่กำหนด คือ 1 วัน ในกรณีที่ใช้เมธิลโบรไมด์ และ 3–5 วัน ในกรณีที่รมด้วยฟอสฟีน (ชูวิทย์และคณะ, 2526; Sukprakarn and Tauthong, 1981; Sukprakarn, 1985) ทั้งนี้เพราะเกรงว่าถ้าปิดผ้าไว้นานจะไม่มีอากาศถ่ายเท ทำให้ข้าวเสียคุณภาพได้ จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้แมลงสามารถเข้าทำลายข้าวที่ผ่านการรมด้วยสารรมและเก็บไว้ในลักษณะเดิมไว้เป็นเวลานานได้อีก ทำให้จะต้องทำการรมด้วยสารรมทุก 2–3 เดือน แล้วแต่กรณี ซึ่งเป็นผลทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น และคุณภาพของข้าวลดลงเพราะมีการสะสมพิษตกค้างของสารรมไว้

จุดประสงค์ของการทดสอบครั้งนี้ เพื่อหาข้อมูลว่า ภายหลังจากการรมด้วยสารรมฟอสฟีนแล้วไม่เปิดผ้าพลาสติกออกเป็นเวลา 1 และ 2 เดือนจะมีผลอย่างไรต่อการเจริญเติบโตของแมลงและเชื้อรา และประการสำคัญที่สุดคือเรื่องคุณภาพของข้าวสาร

อุปกรณ์และวิธีการ

ได้ทำการทดสอบระหว่างวันที่ 13 ธันวาคม 2527 ถึง 10 กุมภาพันธ์ 2528 ที่บริษัทมาบุญครองไรซมิล จำกัด อ. เมือง จ. ปทุมธานี โดยใช้ข้าวนาปรังบรรจุในกระสอบ ๆ ละ 100 กก. จำนวน 1,000 กระสอบ (100 ตัน)

แบ่งข้าวออกเป็น 2 กอง ๆ ละ 50 ตัน กองกระสอบบนชั้นไม้ที่วางบนพื้นคอนกรีต ใช้ผ้าพลาสติกที่มีความหนา 0.375 มม. คลุมบนกองข้าว แล้วใช้สารรม phosphine จำนวน 110 เมล็ดต่อข้าว 1 กอง แบ่งใส่จานกระดาษวางไว้ใต้ชั้นไม้ 5 จุด ทั่วกองข้าว แล้วทับชายผ้าเพื่อป้องกันการรั่วไหลของสารรมด้วยถุงทราย (sand snake) ตลอดแนวรอบกอง

ระหว่างการตรวจสอบ ทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในกองข้าวเปรียบเทียบกับภายนอกทุกสัปดาห์ โดยเจาะรูที่ผ้าพลาสติกตรงกลางของกองข้าวขนาด 1 ซม. เพื่อให้ปลายของเครื่องมือสอดเข้าไปได้ (ตารางที่ 1)

หลังจากการคลุมผ้าไว้ตลอดเวลา 30 วันในกองที่ 1 และ 60 วันในกองที่ 2 แล้ว เมื่อเปิดผ้าคลุมออก ทำการแทงตัวอย่างข้าวสารกระสอบเว้นกระสอบ เพื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่สุ่มแทงไว้แล้วก่อนดำเนินการ จำนวน 15 กก. นำข้าวมาคลุกเคล้ากันแล้วแบ่งนำไปวิเคราะห์ดังนี้

[1]กองกีฏและสัตววิทยา กองโรคพืชและจุลชีววิทยา และสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 ลักษณะและรายละเอียดของข้าวกองที่ 1 และกองที่ 2

ลักษณะ	กองที่ 1	กองที่ 2
ความสูง (ม.)	4	4
ความกว้าง (ม.)	2	2
ความยาว (ม.)	9	9
น้ำหนักข้าว (ตัน)	50	50
ความชื้นของข้าวก่อนการใช้สารรม (%)	11.05	11.05
ปริมาตรของกอง ($ม^3$)	216	216
จำนวนฟอสฟีนที่ใช้ (เม็ด)	110	110
อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าว (ซ.)	28.68 (27.8–29.6)	28.65 (27.0–3.5)
อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศ (ซ.)	27.95 (26.3–29.6)	28.40 (26.3–30.0)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในกองข้าว (%)	59.16	59.64
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอกกองข้าว (%)	58.50	61.03
ความชื้นของข้าวหลังการใช้สารรม (%)	11.40	11.45

1. หาชนิดและจำนวนของแมลง 3 กก. แล้วเก็บ 1/2 กก. ไว้เป็นเวลา 45 วัน เพื่อหาแมลงที่หลบซ่อนภายในเมล็ด (hidden infestation)

2. ทดสอบคุณภาพข้าวทางเคมีและการหุงต้ม 2 กก. ตามวิธีการของ งามชื่น (2518) และ Anon. (1975)

3. หาชนิดและปริมาณเชื้อราและสารพิษแอฟลาท็อกซิน 1 กก.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความเสียหายเนื่องจากแมลง

ได้ทำการตรวจสอบจำนวนและชนิดของแมลงทั้งก่อนและภายหลังการใช้สารรม เพื่อเป็นการหาความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของแมลง ปรากฏว่า ก่อนการใช้สารรมจะมีแมลงพวกมอดแป้ง *(Tribolium castaneum)* และมอดฟันเลื่อย *(Oryzaephilus surinamensis)* ทั้งที่มีชีวิตอยู่และตายไปแล้วเป็นจำนวนมาก แต่ภายหลังการทดสอบ รวมทั้งวิธีการหาตัวแมลงที่หลบซ่อนภายในเมล็ดไม่พบตัวที่มีชีวิตอยู่เลย แสดงว่า สารรมในอัตราที่ใช้มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงให้หมดไปได้ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ชนิดและจำนวนของแมลงก่อนและหลังการใช้สารรมฟอสฟีนของข้าวสองกองที่คลุมด้วยพลาสติกไว้นาน 1 และ 2 เดือน[1]

ชนิดของแมลง	ก่อนการใช้สารรม		หลังการใช้สารรม	
	มีชีวิต	ไม่มีชีวิต	มีชีวิต	ไม่มีชีวิต
Tribolium castaneum	23 (0)[2]	3 (0)	0 (0)	40 (15)
Oryzaephilus surinamensis	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

[1]ไม่พบแมลงหลบซ่อนในเมล็ดทั้ง 2 กอง

[2]จำนวนแมลงในกองข้าวกองที่ 1 นอกวงเล็บและกองข้าวกองที่ 2 ในวงเล็บ

ความเสียหายเนื่องจากเชื้อรา

การตรวจหาเชื้อราโดย Blotter Method (Anon., 1966) พบเชื้อรา 5 ชนิด มีเพียง *Aspergillus* spp. เท่านั้นที่พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นมากหลังจากใช้สารรม ส่วนชนิดอื่น ๆ ไม่พบเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การตรวจหาแอฟลาท็อกซินโดยวิธี Thin Layer Chromatography ไม่พบว่า มีสารแอฟลาท็อกซิน ในตัวอย่างข้าวที่ตรวจสอบ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ชนิดและจำนวนของเชื้อราที่ตรวจพบในกองข้าวก่อนและหลังการใช้สารรมฟอสฟีน

ชนิดของเชื้อรา	จำนวนเชื้อราในกองข้าว (%)	
	ก่อนการใช้สารรม	หลังการใช้สารรม
Aspergillus flavus	4.5	15.5 (23.0)[1]
A. fumigatus	1.0	0.0 (1.0)
A. niger	3.0	6.5 (35.0)
Curvularia lunata	1.0	0.5 (0.0)
Drechslera oryzae	0.5	0.0 (0.0)

[1]จำนวนของเชื้อราในข้าวกองที่ 1 นอกวงเล็บ และข้าวกองที่ 2 ในวงเล็บ

คุณภาพของข้าว

ข้าวนาปรัง ตามปกติจะมีปริมาณอมัยโลส (amylose content) ปานกลาง (20–25%) มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ (gelatinization temp) และความคงตัวของแป้งสุกน้อย (gel consistency) คือ 66–81 มม. ใช้ระยะเวลาในการหุงต้มนาน 17 นาที และข้าวที่ได้ค่อนข้างนุ่ม

การศึกษาคุณภาพในการหุงต้มและการบริโภคก่อนและหลังการทดสอบจะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน คืออมัยโลสปกติ (amylose content) และปริมาณอมัยโลสในน้ำเดือด (soluble amylose content), การยืดตัวของเมล็ดข้าว (elongation ratio) และค่าดัชนีการยืดตัว (elongation index) จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ความคงตัวของแป้งสุกจะลดลง แสดงให้เห็นว่า การเกาะตัวของข้าวที่หุงแล้ว จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กันกับค่าคะแนนของการเกาะตัวซึ่งลดลงจากการชิมข้าว ปริมาณ total solid ในน้ำข้าวจะลดลง

ตารางที่ 4 คุณภาพของข้าวและการทดสอบการชิมข้าวเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้สารรมฟอสฟีน

คุณสมบัติทางเคมี	ก่อนการใช้สารรม	หลังการใช้สารรม กองที่ 1	หลังการใช้สารรม กองที่ 2
Amylose, (%)	20.3	21.0	22.48
Soluble amylose, (%)	9.9	9.96	11.70
Alkali test			
— spreading value	7.0	7.0	6.0
— gelatinization temp.	Low	Low	Low
Elongation ratio	1.59	1.72	1.62
Elongation index	0.98	1.08	1.04
Gel consistency (mm)	81.0	66.0	73.0
Cooking time (min)	17	17	17
Total solid (g/8g raw rice)	0.84	0.86	0.77
Volume expansion	3.55	3.56	3.72
Water Uptake ratio	2.65	2.72	2.82
Fat acidity (mg %)	23.23	23.98	24.23
Brabender viscogram			
Gelatinization temp (c)	70	71.5	72
Peak viscosity (B.U)	650	640	740
Set back (B.U)	t 10	−30	−50
Consistency (B.U)	360	310	340
Breakdown (B.U)	350	340	390

เล็กน้อย ข้าวที่เก็บไว้นานมีแนวโน้มที่จะดูดน้ำไว้มากในช่วงการหุงต้ม และข้าวมีการขึ้นหม้อดี ข้อน่าสังเกต คือ ค่า fat acidity จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัดเมื่อทำการเก็บรักษาข้าวไว้ในระยะเวลาที่นานขึ้น

การศึกษาความหนืดของน้ำแป้ง โดยใช้ Brabender Visco/Amylograph ทดสอบจาก 10% ของน้ำข้าว พบว่า ค่าอุณหภูมิแป้งสุกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับค่า alkali test ที่ลดลง ค่า peak viscosity และ breakdown เพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 แต่ค่า set back และ consistency จะลดลง (ตารางที่ 4)

การทดสอบการชิมข้าว โดยการให้คะแนนก่อนและหลังการใช้สารรมจะเห็นว่า ค่าคะแนนของแต่ละลักษณะจะมีแนวโน้มลดลงหลังจากเก็บไว้นาน 2 เดือน แสดงให้เห็นว่า คุณภาพการหุงต้มข้าว หลังการเก็บ ค่าความนุ่มการเกาะตัว และความเลื่อมมันจะลดลงเล็กน้อย (ตารางที่ 5)

เปอร์เซ็นต์ความขาวของข้าวและข้าวเมล็ดเหลือง (ตารางที่ 6) ไม่มีความแตกต่างทั้งก่อนและหลังการใช้สารรม และมีข้าวเมล็ดเหลืองเพียง 0.2–0.3%

ตารางที่ 5 ระดับคะแนนการชิมข้าวก่อนและหลังการใช้สารรมฟอสฟีน

คุณสมบัติ[1]	ก่อนการใช้สารรม	หลังการใช้สารรม กองที่ 1	หลังการใช้สารรม กองที่ 2
	ระดับคะแนน		
กลิ่นหอม	5.54	5.36	5.28
ความนุ่ม	6.12	5.95	5.43
การเกาะตัว	6.50	6.41	6.00
ความขาว	6.96	7.09	6.68
ความเลื่อมมัน	7.12	6.77	6.14

[1]ระดับคะแนนการชิมข้าว

กลิ่นหอม : 9–1 = หอมมาก–เหม็นมาก
ความนุ่ม : 9–1 = นุ่มมาก–แข็งมาก
การเกาะตัว : 9–1 = เหนียวมาก–ร่วน, เมล็ดไม่ต่อกันเลย
ความขาว : 9–1 = ขาว–คล้ำ
ความเลื่อมมัน : 9–1 = มันมาก–ไม่มีมันเลย

ตารางที่ 6 ลักษณะสีของข้าวก่อนและหลังการใช้สารรมฟอสฟีน เก็บไว้นาน 1 และ 2 เดือน

ชนิดของข้าว	ก่อนการใช้สารรม เมล็ดเหลือง[1] (%)	ก่อนการใช้สารรม ความขาว[2]	หลังการใช้สารรม เมล็ดเหลือง (%)	หลังการใช้สารรม ความขาว
ข้าวนาปรัง	0.2	48	0.3 (0.2)[3]	46 (47)

[1]เมล็ดเหลือง : สังเกตจากข้าวสาร 10 gm/ 1 ซ้ำ (จำนวนเมล็ด)
[2]ความขาว : ใช้ Whiteness meter (degree of whiteness)
[3]ลักษณะสีของเมล็ดข้าว กองที่ 1 นอกวงเล็บ และข้าวกองที่ 2 ในวงเล็บ

โดยทั่วไปการกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในโกดังข้าวขนาดใหญ่มักใช้สารรม เช่น เมธิลโบรไมด์ และฟอสฟีน ซึ่งหลังจากการรมแล้ว จะต้องเปิดผ้าที่คลุมออกในเวลาที่กำหนด เนื่องจากเกรงว่าถ้ายังคงปิดผ้าคลุมไว้อยู่ จะทำให้คุณภาพของข้าวเสียโดยเชื้อรา จากความเชื่อดังกล่าวนี้ทำให้แมลงสามารถเข้าทำลายข้าวได้อีกตราบที่ข้าวกองนั้นยังไม่มีการเคลื่อนย้าย ทำให้เกิดปัญหาต้องทำการรมบ่อย ๆ แต่แมลงก็ยังไม่หมดไป เป็นการสิ้นค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก ดังนั้น การทดสอบครั้งนี้ทำให้ทราบว่าถึงแม้จะปิดผ้าคลุมกองข้าวไว้นานถึง 2 เดือน คุณภาพของข้าวและคุณสมบัติอื่น ๆ ของข้าวเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ปริมาณของเชื้อราบางชนิดเพิ่มขึ้น แต่ไม่พบสารแอฟลาท็อกซิน และไม่มีแมลงมีชีวิตเหลืออยู่ ฉะนั้นจึงขัดกับความเชื่อที่กล่าวไว้ข้างต้น และทำให้ผลการทดสอบครั้งนี้เป็นประโยชน์อย่างมากต่อโกดังส่งออกและโกดังเก็บข้าวสารโดย

ทั่วไปที่จะลดค่าใช้จ่ายในการใช้สารรม และรักษาคุณภาพของข้าวโดยไม่ให้มีการทำลายของแมลง

สรุปผลการทดสอบ

วิธีการเก็บรักษาข้าวสารภายใต้ผ้าพลาสติกหลังจากการรมด้วยสารรมฟอสฟีนเป็นเวลา 1 และ 2 เดือน พบว่า สามารถกำจัดแมลงให้หมดไป และแมลงไม่สามารถเข้ามาทำลายได้อีก แต่วิธีการนี้ไม่สามารถหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อราบางชนิดได้ ซึ่งปริมาณจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บ แต่ตรวจไม่พบสารพิษแอฟลาท็อกซิน คุณภาพของข้าวเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนไม่ถือว่ามีความสำคัญ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า หลังจากการรมด้วยสารรมฟอสฟีนแล้ว สามารถจะเก็บข้าวสารไว้ภายใต้ผ้าพลาสติกเป็นเวลา 2 เดือนโดยคุณภาพไม่เสีย

เอกสารอ้างอิง

งามชื่น คงเสรี. 2518. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพการหุงต้มและรับประทานของข้าวไทย ว.วิทย.กษ. 8 : 421—433.

ชูวิทย์ ศุขปราการ กุสุมา นวลวัฒน์ พรทิพย์ วิสารทานนท์ บุษรา พรหมสถิต ไพฑูรย์ พูลสวัสดิ์ และโสภาวรรณ เศวตนาค 2526. แมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในโรงเก็บที่สำคัญและการป้องกันกำจัด. สาขาแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในโรงเก็บ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร 50 หน้า

Anonymous. 1966. International rules for seed testing. Proceeding International Seed Testing Association. 31 : 1-152.

Anonymous. 1975. Standard evaluation system for rice. Intern. rice. testing program. IRRI Los Banos, Laguna, Phillippnes. 64 p.

Sukprakarn, C. and P. Tauthong 1981. Stored product insect research in Thailand. Proceedings of BIOTROP Symposium on pests of stored products. BIOTROP special publication no. 9. Boger, Indonesia : 77-86.

Sukprakarn, C. 1985. Pest problems and current use of pesticides in grain storage-the current situation in Thailand. Paper presented at the Seminar on pesticides and humid tropical grain storage systems. May 27-30, 1985. Manila, Philippines. 20 pp.

Phosphine Fumigation for Long-Term Storage of Milled Rice

By

Chuwit Sukprakarn, Kanjana Bhudhasamai Kruawan Attaviriyasook and Lamaimaat Khowchaimaha

Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Bangkhen, Bangkok, 10900.

ABSTRACT

Phosphine fumigation for long-term storage of bagged milled rice was investigated between 13 December 1984 and 8 February 1985. Two stacks of 50 tonnes of off-season rice were treated with phosphine at a rate of 2.2 gm a.i./tonne. After treatment the plastic enclosures were maintained for 30 and 60 days respectively, for each of the two stacks. During storage, changes in temperature and relative humidity were monitored both within the storage stacks and externally. Changes in moisture content and grain quality, and the extent of insect and fungal infestation were also measured for the duration of storage. No insect infestation was recorded at the end of the 60 day storage period. There was a small increase in the level of fungal infection by *Aspergillus* spp. with increased storage time but aflatoxins were not detected. There was no marked change in grain quality over the 60 day storage period.