

การศึกษาสิ่งแปลกปลอมในข้าวสารของประเทศไทย

The Study of Filth in Rice of Thailand

ขันทอง เพ็ชรนอก* ก่อเกียรติ ศาสตร์ินทร์ และ กนกวรรณ ตุ่นสกุล

Kuntong Pednog* Kokeiat Sarttarin and Kanogwan Toonsakool

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ถนนติวานนท์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000
Bureau of Quality and Safety of Food, Department of Medical Sciences, Tiwanon Road, Mueang District, Nonthaburi 11000

* Corresponding author: kuntong.p@dmsc.mail.go.th

(Received: 2 February 2022; Revised: 19 August 2022; Accepted: 25 August 2022)

Abstract

This study aimed to evaluate the quality of rice from 5 regions of Thailand. Therefore, it has been analyzed for filth in rice during January 2018 to March 2019, 116 samples were categorized into jasmine rice, brown rice, colour rice and glutinous rice 34, 29, 28 and 25 samples, respectively. The visual examination were found live insects in jasmine rice, brown rice, colour rice and glutinous rice into 16 (47.0%), 22 (75.9%), 15 (53.6%) and 7 (28.0%) of each rice sample and examined under a microscope more than 225 insect fragments were found that did not meet the Defect Action Levels (DAL) requirement, 10 (8.6%) samples were found in jasmine rice, brown rice and glutinous rice into 3 (8.8%), 4 (13.8%) and 3 (12.0%) of each rice sample. It was found that the rice type was statistically related to the number of live insects and light filth samples. It is found in brown rice more than other types of rice. The data from the studies indicates that manufacturers should strict on hygiene and good manufacturing practices to upgrade the quality of products to be of good quality consistently for consumer acceptance and for export.

Keywords: Rice, filth, light filth

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพข้าวสารจาก 5 ภูมิภาคของประเทศไทย จึงได้ตรวจวิเคราะห์หาสิ่งแปลกปลอมในข้าวสาร ในช่วงเดือนมกราคม 2561 ถึงเดือนมีนาคม 2562 จำนวน 116 ตัวอย่าง แบ่งเป็น ข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวกล้อง ข้าวสี และข้าวเหนียว จำนวน 34, 29, 28 และ 25 ตัวอย่าง ตามลำดับ ผลตรวจด้วยตาเปล่าพบแมลงมีชีวิตในข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวกล้อง ข้าวสี และข้าวเหนียว จำนวน 16, 22, 15 และ 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 47.0, 75.9, 53.6 และ 28.0 ของตัวอย่างข้าวแต่ละชนิด และตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบชิ้นส่วนแมลงมากกว่า 225 ชิ้น ที่ทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์ข้อกำหนด Defect Action Levels (DAL) จำนวน 10 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 8.6 พบในข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวกล้อง และข้าวเหนียว จำนวน 3, 4 และ 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 8.8, 13.8 และ 12.0 ของตัวอย่างข้าวแต่ละชนิด และพบว่าชนิดข้าวสารมีความสัมพันธ์กับจำนวนตัวอย่างที่พบแมลงมีชีวิต และสิ่งแปลกปลอม

ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา (light filth) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในข้าวกล้องมากกว่าข้าวชนิดอื่น ข้อมูลจากการศึกษาบ่งชี้ว่าผู้ผลิตควรเข้มงวดเรื่องสุขลักษณะและกรรมวิธีที่ดีในการผลิต เพื่อยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพดีสม่ำเสมอเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและเพื่อการส่งออก

คำสำคัญ: ข้าวสาร สิ่งแปลกปลอม สิ่งแปลกปลอมขนาดเล็กน้ำหนักเบา

คำนำ

ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศ ทั้งในด้านการบริโภคเป็นอาหาร และเป็นสินค้าเกษตรส่งออกอันดับหนึ่งของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศสหรัฐอเมริกา นำเข้าข้าวสารจากประเทศไทยมากที่สุด และจะเข้มงวดกับความสะอาดของผลิตภัณฑ์อาหารในเรื่องสิ่งที่น่ารังเกียจ (filth) เช่น ขนและสิ่งขับถ่ายของหนูและสัตว์อื่น แมลง ชิ้นส่วนแมลงและสิ่งขับถ่าย รวมทั้งสิ่งแปลกปลอมขนาดเล็กน้ำหนักเบา (light filth) ได้แก่ แมลง ชิ้นส่วนแมลง และขนสัตว์พื้นแฉะ ซึ่งสิ่งแปลกปลอมประเภทนี้จะเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ได้กำหนดใน Defect Action Levels (DAL) (FDA, 1995) ที่ระบุค่าพบชิ้นส่วนแมลง ≥ 225 ชิ้น หรือขนหนู ≥ 4.5 เส้น ในตัวอย่าง 225 กรัม ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับมาตรฐานข้าวของไทยระบุไว้ในมาตรฐานสินค้าเกษตร ข้าวหอมมะลิไทย (มกษ. 4000-2560a) ข้าวหอมไทย (มกษ. 4001-2560b) ข้าวไทย (มกษ. 4004-2560c) และข้าวสีไทย (มกษ. 4006-2560d) ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ที่กำหนดลักษณะเฉพาะคุณภาพข้าวต้องปราศจากแมลงและไรที่มีชีวิต และมาตรฐาน ISO 7301 (TISI, 2011) ที่ระบุจะต้องไม่พบแมลงมีชีวิต จึงได้การศึกษาสิ่งแปลกปลอมในข้าวสารจาก 5 ภูมิภาคของประเทศไทย เพื่อประเมินคุณภาพข้าวสาร และรวบรวมเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับเผยแพร่แก่ผู้ผลิตและผู้ส่งออกนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขกรรมวิธีการผลิตให้ถูกสุขลักษณะ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีสม่ำเสมอ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และช่วยลดปัญหาทางการค้าระหว่างประเทศ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้การตรวจข้าวสารด้วยตาเปล่าจึงพิจารณาตามเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตร ส่วนการตรวจหาสิ่งแปลกปลอมขนาดเล็กน้ำหนักเบา (light filth) ต้องตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พิจารณาตามเกณฑ์ข้อกำหนด DAL เป็นแนวทางในการพิจารณาเกณฑ์ตัดสินคุณภาพ ซึ่งการตรวจพบแมลง ชิ้นส่วนแมลง และขนสัตว์จัดเป็นสิ่งแปลกปลอมซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับ หรือน่ารังเกียจเป็นตัวบ่งชี้ถึงระบบควบคุมคุณภาพ และอาจนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการกีดกันทางการค้าสำหรับการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง กล้องจุลทรรศน์ชนิด widefield zoom stereo microscope และ compound microscope อ่างน้ำเย็น (cooling bath) เตาให้ความร้อนพร้อมเครื่องกวนแม่เหล็ก (hot plate stirrer) ชุดเครื่องกรอง, Wildman-trap flask, แท่งกวน (stirring rod), beaker, petri dish และกระดาษกรอง whatman เบอร์ 8

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นข้าวสารจากพื้นที่เพาะปลูกใน 14 จังหวัด 5 ภูมิภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อุบลราชธานี สุรินทร์ นครราชสีมา อุดรธานี ขอนแก่น) ภาคเหนือ (นครสวรรค์ พิจิตร พิษณุโลก เชียงราย ตาก) ภาคกลาง (สุพรรณบุรี พระนครศรีอยุธยา สระบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ) ภาคตะวันออก (ฉะเชิงเทรา ชลบุรี สระแก้ว) ภาคใต้ (นครศรีธรรมราช พัทลุง) การวางแผนการเก็บตัวอย่าง โดยรวมมีอกับศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ (ศวก.) ในพื้นที่ จำนวน 9 แห่ง ได้แก่ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ อุบลราชธานี นครราชสีมา อุดรธานี ขอนแก่น นครสวรรค์ พิษณุโลก เชียงราย ชลบุรี และสุราษฎร์ธานี เก็บตัวอย่างข้าวสารจำนวน 116 ตัวอย่าง แบ่งเป็น 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวขาว (ข้าวขาวหอมมะลิ) จำนวน 34 (ตักแบ่ง 17, บรรจุ 17), ข้าวกล้อง 29 (ตักแบ่ง 14, บรรจุ 15) ข้าวสี 28 (ตักแบ่ง 15, บรรจุ 13) และข้าวเหนียว 25 (ตักแบ่ง 12, บรรจุ 13) ตัวอย่าง ตามลำดับเป็นตัวอย่างข้าวที่ผลิตในปี 2559-2560 ตรวจวิเคราะห์ในช่วงเดือนมกราคม 2561 ถึงเดือนมีนาคม 2562

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนตามชนิดของสิ่งแปลกปลอม คือตรวจหาสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นด้วยตาเปล่า และตรวจหาสิ่งแปลกปลอมขนาดเล็กน้ำหนักเบา (light filth) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งการตรวจหาสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นด้วยตาเปล่า (FDA, 1984) โดยตรวจความผิดปกติต่าง ๆ ที่อาจมองเห็นด้วยตาเปล่า หากสามารถจำแนกชนิดได้ต้องระบุชนิดและขนาด จากนั้นตรวจสิ่งแปลกปลอมขนาดเล็กน้ำหนักเบา (light filth)

ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ตามวิธี AOAC 950.86, Light Filth (External) in Grains and Seeds (Whitlock, 2019) โดยชั่งตัวอย่างข้าวสาร 225 กรัม ลงใน trap flask ขนาด 2,000 มิลลิลิตร เติม 40% ethanol ให้ได้ปริมาตร 600 มิลลิลิตร นำไปต้มบน hot plate stirrer ให้เดือดเบา ๆ นาน 5 นาที พร้อมกวนตัวอย่างบ่อย ๆ โดยใช้ stirring rod แล้วนำ trap flask ไปทำให้เย็นลง โดยแช่ในอ่างน้ำเย็นให้อุณหภูมิลดลงถึงอุณหภูมิห้อง จึงเติม 40% ethanol ให้ได้ปริมาตร 900 มิลลิลิตร แล้วเติม heptane 50 มิลลิลิตร และกวนตัวอย่าง นาน 1 นาที แล้วเติม 40% ethanol ให้ขึ้น heptane อยู่ในช่วงคอ trap flask กวนทุก 3-6 นาที จนครบ 20 นาที ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทขึ้น heptane ลงใน beaker ล้าง stirring rod และคอ flask ด้วย 40% ethanol เก็บน้ำล้างลงใน beaker นำขึ้น heptane ไปกรองด้วยชุดเครื่องกรอง แล้วนำกระดาษกรองไปตรวจหาสิ่งแปลกปลอมภายใต้ widefield zoom stereo microscope ที่กำลังขยาย

30 เท่า (Whitlock, 2019) และตรวจจำแนกชนิดขึ้นส่วนแมลงหรือขนสัตว์ภายใต้ compound microscope โดยเปรียบเทียบกับลักษณะอ้างอิงจากสมุดภาพ (Gentry *et al.*, 1991)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้าวสาร 116 ตัวอย่าง เมื่อตรวจด้วยตาเปล่า พบแมลงมีชีวิต ได้แก่ ตัววงง (*Sitophilus spp.*), มอดพื้นเลื้อย (*Oryzaephilus spp.*), มอดข้าวเปลือก (*Rhyzopertha dominica*), มอดแป้ง (*Tribolium spp.*), มอดหนวดยาว (*Cryptolestes pusillus*), เหาหนังสือ (*Liposcelis spp.*), และไร ในตัวอย่างข้าวสารจำนวน 60 ตัวอย่าง คิดเป็น ร้อยละ 51.7 พบในข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวกล้อง ข้าวสี และข้าวเหนียว จำนวน 16, 22, 15 และ 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 47.0, 75.9, 53.6 และ 28.0 ของตัวอย่างข้าวแต่ละชนิด (Figure 1)

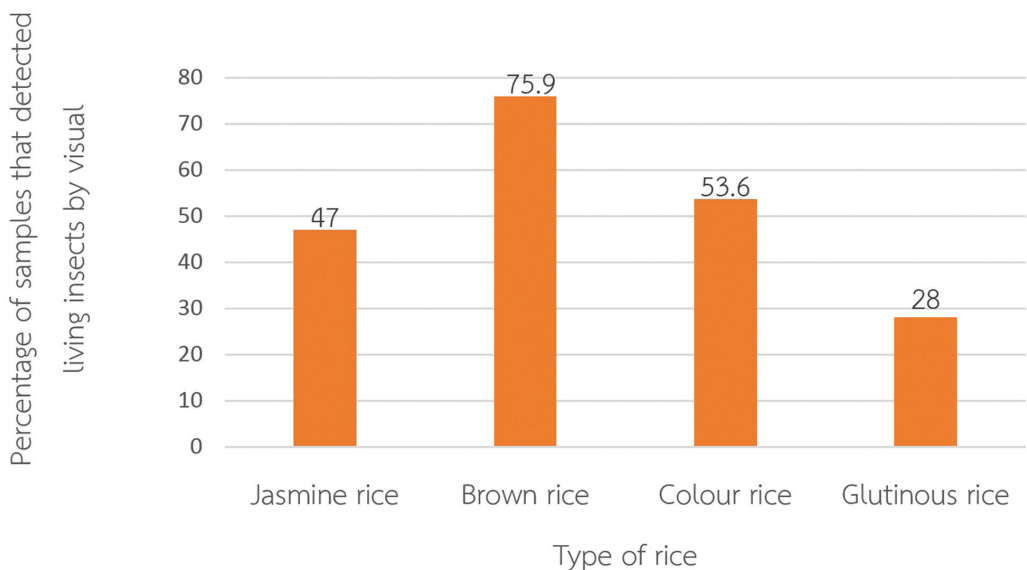


Figure 1 Number of samples detected living insects by visual in 4 types of rice

การตรวจพบแมลงมีชีวิต เมื่อแบ่งตามประเภทภาชนะบรรจุโดย ข้าวสารตักแบ่ง : ข้าวสารบรรจุถุง พบในข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวกล้อง ข้าวสี และข้าวเหนียว พบจำนวน 9 : 7, 12 : 10, 10 : 5, และ 4 : 3 คิดเป็นร้อยละ

52.9 : 41.2, 85.7 : 66.7, 66.7 : 38.5 และ 33.3 : 23.1 ของตัวอย่างข้าวแต่ละชนิดตามประเภทภาชนะบรรจุ (Figure 2)

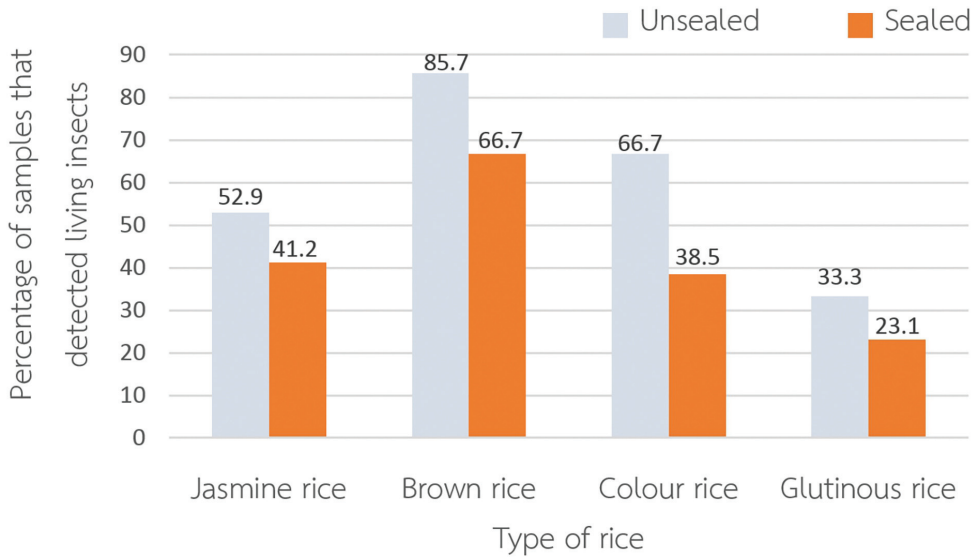


Figure 2 Number of samples detected living insects according to packaging in 4 types of rice

การตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมขนาดเล็กน้ำหนักเบา (light filth) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เมื่อตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบ light filth 105 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 90.5 โดยพบแมลงไม่มีชีวิต 1-10 ตัว (ได้แก่ ตัวงวง มอดพื้นเลื้อย มอดข้าวเปลือก มอดแป้ง มอดหนวดยาว เหาหนังสือ และไร) ชิ้นส่วนแมลง 1-≥300

ชิ้น และขนสัตว์ 1-2 เส้น (ได้แก่ขนคน ขนแมว/สุนัข ขนหนู และขนนก) พบในข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวกล้อง ข้าวสี และข้าวเหนียว จำนวน 32, 28, 22 และ 21 ตัวอย่าง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 94.1, 96.6, 78.6 และ 84.0 ของตัวอย่างข้าวแต่ละชนิด (Figure 3)

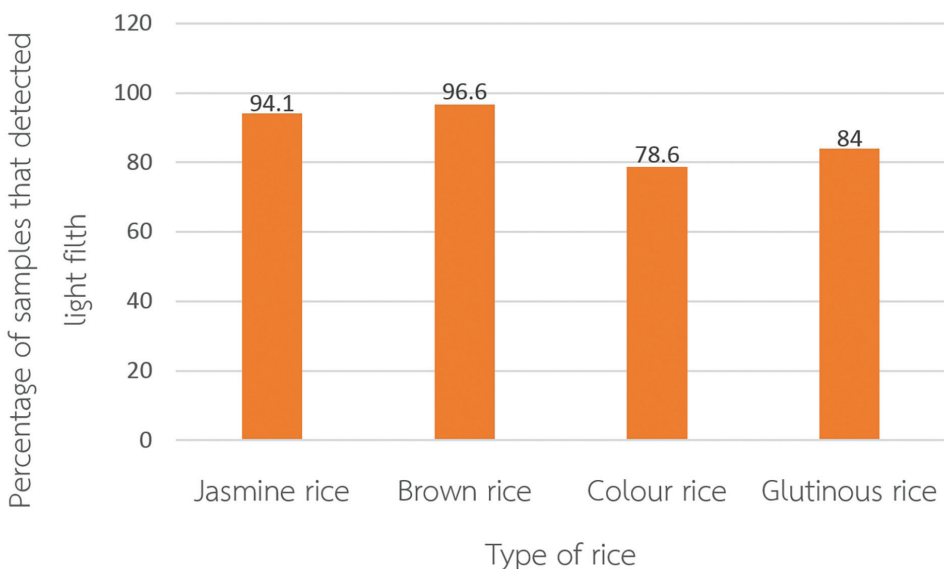


Figure 3 Number of samples detected light filth in 4 types of rice

พบชิ้นส่วนแมลง ≥ 225 ชิ้น ทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์ข้อกำหนด DAL จำนวน 10 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 8.6 พบในข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวกล้อง และข้าวเหนียว จำนวน 3, 4 และ 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 8.8, 13.8 และ 12.0 ของตัวอย่างข้าวแต่ละชนิด แต่ไม่พบในข้าวสี เมื่อแบ่งตาม

ภาชนะบรรจุโดย ข้าวสารตักแบ่ง : ข้าวสารบรรจุถุง พบใน ข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวกล้อง และข้าวเหนียว เป็น 2 : 1, 3 : 1, และ 2 : 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 11.8 : 5.9, 21.4 : 6.7, และ 16.7 : 7.7 ของตัวอย่างข้าวแต่ละชนิด (Figure 4)

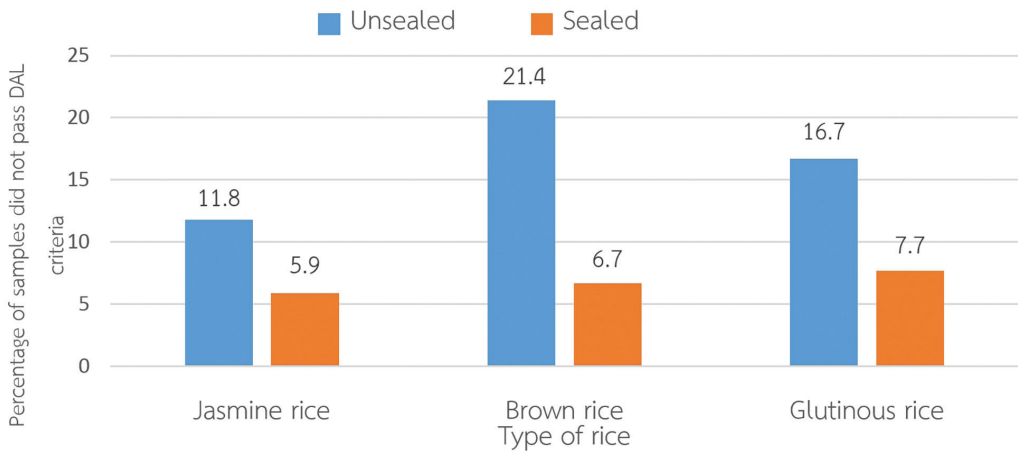


Figure 4 Number of samples did not pass DAL criteria in 3 types of rice

เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์โดยคำนวณค่าไคสแควร์ (Chi-Square Test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า ชนิดข้าวสารมีความสัมพันธ์กับจำนวนตัวอย่างที่พบแมลง

มีชีวิต และ light filth อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบแมลงมีชีวิตและสิ่งแปลกปลอมประเภท light filth ในข้าวกล้องมากกว่าข้าวชนิดอื่น (Table 1)

Table 1 Number of samples (percentage) detected living insects and light filth in 4 types of rice

Types of rice	Number of samples (percentage)		χ^2 - test
	Detected	Not detected	
Detected living insects			
Jasmine rice	16 (47.06)	18 (52.94)	12.74*
Brown rice	22 (75.86)	7 (24.14)	
Colour rice	15 (53.57)	13 (46.43)	
Glutinous rice	7 (28.00)	18 (72.00)	
Detected light filth			
Jasmine rice	32 (94.12)	2 (5.88)	6.24*
Brown rice	28 (96.55)	1 (3.45)	
Colour rice	22 (78.57)	6 (21.43)	
Glutinous rice	21 (84.00)	4 (16.00)	

Remarks: * The type of rice was correlated with the number of living insect and light filth was statistically significant ($p < 0.05$)

จากการตรวจพบแมลงมีชีวิตในตัวอย่างข้าวทุกชนิด ทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพของมาตรฐานสินค้าเกษตรที่ระบุใน ข้าวหอมมะลิไทย (มกษ. 4000-2560) ข้าวหอมไทย (มกษ. 4001-2560) ข้าวไทย (มกษ. 4004-2560) ข้าวสีไทย (มกษ. 4006-2560) และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ISO 7301 (TSI, 2011) ซึ่งแมลงทุกชนิดที่ตรวจพบเป็นแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรที่พบในโรงเก็บ (stored pest) ที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับผลิตผลเกษตร โดยเฉพาะเมล็ดข้าวจะสูญเสียน้ำหนักสูญเสียคุณค่าทางอาหาร และเป็นสาเหตุให้สูญเสียคุณภาพเมื่อมีการทำลายสูง ผู้ผลิตควรต้องมีการป้องกัน กำจัดแมลงดังกล่าวในระหว่างการเก็บในยุ้งฉางหรือไซโล เพื่อรอการบริโภคจำหน่ายหรือการแปรรูป ด้วยวิธีการรักษาความสะอาดโรงเก็บและลดความชื้นในเมล็ด การควบคุมสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิโดยการใช้ความร้อนหรือความเย็นและควบคุมความชื้นไม่ให้เหมาะต่อการขยายพันธุ์ของแมลงที่จะทำให้แมลงเจริญเติบโต ออกไข่ ฟักเป็นตัวหนอน ตัวอ่อนและตัวเต็มวัย มีการเก็บรักษาที่ถูกต้อง เช่น การใช้ภาชนะบรรจุชนิดต่าง ๆ ที่ปิดสนิทสามารถป้องกันการเจาะทำลายของแมลงได้ (พรทิพย์, 2551) นอกจากนี้การรักษาความสะอาดโรงเก็บอย่างสม่ำเสมอ การควบคุมอุณหภูมิที่ -2 ถึง -5 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศหรือสภาพที่ปิดผนึกแน่น หรือการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในการกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลทางการเกษตร จะช่วยลดการปนเปื้อนของแมลงต่าง ๆ ได้ (ใจทิพย์, 2551) เมื่อตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบข้าวสารไม่ผ่านเกณฑ์ข้อกำหนด DAL จากการพบชิ้นส่วนแมลง ≥ 225 ชิ้น อาจเกิดจากแมลงหรือชิ้นส่วนแมลงที่ปนปลอมมาในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว การตากเพื่อลดความชื้น การเก็บรักษาในโรงเก็บ โดยเฉพาะการเก็บรักษาในภาชนะที่ไม่มีารปิดสนิท เมื่อนำข้าวเปลือกมาผ่านกรรมวิธีการขัดสีเป็นข้าวสารทำให้แมลงหรือชิ้นส่วนแมลงตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ กระจายในตัวอย่างข้าวเป็นจำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสารตักแบ่งกับข้าวสารบรรจุถุง พบว่าข้าวสารตักแบ่งพบแมลงมีชีวิตและชิ้นส่วนแมลงมากกว่าข้าวสารบรรจุถุง ผู้ผลิตควรมีระบบการป้องกันและการกำจัดแมลง รวมทั้งการเก็บรักษาที่ถูกต้องก่อนบรรจุ นอกจากนี้ผู้จำหน่ายข้าวสารตักแบ่งควรระวังและมีมาตรการป้องกันการปนปลอมของแมลงในระหว่างรอจำหน่ายด้วย ซึ่งการตรวจพบแมลงและชิ้นส่วนแมลงในข้าวสาร บ่งชี้ถึงกระบวนการผลิตที่ไม่เป็นตามหลักเกณฑ์

วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice; GMP) และจากการหาความสัมพันธ์ด้วยค่าไคสแควร์ (Chi-Square Test) พบว่าชนิดของข้าวมีความสัมพันธ์กับจำนวนตัวอย่างข้าวที่ตรวจพบแมลงมีชีวิตและชิ้นส่วนแมลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวกล้องงอกพบแมลงมีชีวิตและชิ้นส่วนแมลงมากกว่าข้าวชนิดอื่น อาจเกิดจากข้าวกล้องงอกเป็นข้าวที่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออกเท่านั้น ยังคงมีสารอาหารที่ไม่ถูกขัดสีออกจึงเป็นอาหารที่ดีของแมลง (มกษ. 4004-2560)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษา พบแมลงมีชีวิตและชิ้นส่วนแมลงซึ่งเป็นสาเหตุให้คุณภาพข้าวสารของประเทศไทยไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตรในกรณีตรวจพบแมลงมีชีวิต และไม่ผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดข้อกำหนด DAL ในกรณีพบชิ้นส่วนแมลงมากกว่า 225 ชิ้น ผู้ผลิตควรปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีและสม่ำเสมอ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหรือส่งออก

เอกสารอ้างอิง

- ใจทิพย์ อุไรชื่น. 2551. การป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร. หน้า 99-110. ใน ออมร ชินภูติ รังสิมา เก่งการพานิช ลักขณา รมเย็น และอัจฉรา เพชรโชติ (บ.ก.). การควบคุมศัตรูผลิตผลเกษตร. กรุงเทพฯ: อาร์ตควอลิไฟท์.
- พรทิพย์ วิสารทานนท์ และอัจฉรา เพชรโชติ. 2551. แมลงศัตรูผลิตผลเกษตรและแมลงศัตรูธรรมชาติ. หน้า 1-31. ใน ออมร ชินภูติ รังสิมา เก่งการพานิช ลักขณา รมเย็น และอัจฉรา เพชรโชติ (บ.ก.). การควบคุมศัตรูผลิตผลเกษตร. กรุงเทพฯ: อาร์ตควอลิไฟท์.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2560a. มาตรฐานสินค้าเกษตร ข้าวหอมมะลิไทย (มกษ. 4000-2560a). แหล่งข้อมูล <https://www.acfs.go.th/standard/download> (9 ธันวาคม 2564).
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2560b. มาตรฐานสินค้าเกษตร ข้าวหอมไทย (มกษ. 4001-2560b). แหล่งข้อมูล <https://www.acfs.go.th/standard/download> (9 ธันวาคม 2564).

- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.
2560c. มาตรฐานสินค้าเกษตร ข้าว (มกษ. 4004-
2560c). แหล่งข้อมูล [https://www.acfs.go.
th/standard/download](https://www.acfs.go.th/standard/download) (9 ธันวาคม 2564).
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.
2560d. มาตรฐานสินค้าเกษตร ข้าวสีไทย (มกษ.
4006-2560d). แหล่งข้อมูล [http://odric.
ricethailand.go.th/images/pdf/TAS](http://odric.ricethailand.go.th/images/pdf/TAS) (9 ธันวาคม
2564).
- Food and Drug Administration Center for Food
Safety and Applied Nutrition Department of
Health and Human Services. 1995. Food
Defect Action Levels. USA: Washington, DC.
- Food and Drug Administration. 1984. FDA Technical
Bulletin Number 5 Macroanalytical
Procedures Manual. USA: Washington, DC.
- Gentry J.H., and K.L., Harris. 1991. Microanalytical
entomology for sanitation control. Florida:
LithoGraphics Altamonte Springs.
- Thai Industrial and Standards Institute. 2011.
International Organization for Standardization
7301: Rice Specification. Third edition 2011-
03-01.
- Whitlock, L.L. 2019. Official Method of Analysis of
AOAC International, 21th ed. AOAC
International, Maryland.