Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 215-218 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 215-218 (2553)

ผลของชนิดวัสดุบรรจุภัณฑ์และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญเติบโต และการทำลายของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* L.) ในข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Effect of Packaging Materials and amount of Carbon Dioxide on the Growth and Damage of Rice Weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in Milled Rice cv. Khao Dawk Mali 105

กุลวิชญ์ พานิชกุล[1], **เยาวลักษณ์ จันทร์บาง**[1,2] **และ พรชัย ราชตนะพันธุ์**[1,3]
Kullawich Panichkul[1], Yaowaluk Chanbang[1,2] and Pornchai Rachtanapun[1,3]

Abstract

Effect of packaging materials (LDPE/CPP, LLDPE/CPP, PET/LLDPE and Foil/MPET/LLDPE) on mortality and rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) damage in milled rice cv. Khao Dawk Mali 105 was investigated. Rice and rice weevil were packed in different packages at the weight of 100 grams and stored for 15 days. Mortality was significantly different among treatments. Foil/MPET/LLDPE and PET/LLDPE gave the highest insect mortality and followed by LLDPE/CPP and LDPE/CPP bags. Untreated sample (control) showed the lowest mortality. Rice weevil mortality increased with an increasing of storage time. Effect of packaging materials on rice weevil was also studied. Packaging materials could significantly decrease its damage during storage for 2 months. Rice in Foil/MPET/LLDPE and PET/LLDPE showed the least damage, followed by LLDPE/CPP and LDPE/CPP. However, rice damage in LDPE/CPP was not significantly different from control sample. Moreover, effects of amount of carbon dioxide (CO_2) and PET/LLDPE bags on insect control in rice were investigated as well. Carbon dioxide: nitrogen ratios (20:80, 30:70 and 40:60) were introduced in the bags which contained rice and rice weevil. Time to get completely kill decreased as ratio of CO_2 increased.

Key word: rice weevil, packaging, milled rice, carbon dioxide

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของวัสดุบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ (LDPE/CPP, LLDPE/CPP, PET/LLDPE และ Foil/MPET/LLDPE) ต่อการเจริญเติบโตและการทำลายของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* L.) ในข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยบรรจุข้าวสารในถุงแล้วปล่อยด้วงงวงข้าวตัวเต็มวัยลงในบรรจุภัณฑ์ ถุงละ 100 กรัม ปิดผนึกและเก็บรักษาไว้ 15 วัน พบว่าการตายของด้วงงวงข้าวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ โดย Foil/MPET/LLDPE และ PET/LLDPE มีผลทำให้แมลงตายสูงสุด รองลงมาได้แก่กลุ่ม LLDPE/CPP, LDPE/CPP และชุดควบคุมทำให้แมลงตายน้อยที่สุด ระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ด้วงงวงข้าวในทุกตัวอย่างตายเพิ่มขึ้น เมื่อวัดความเสียหายของข้าวระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าบรรจุภัณฑ์สามารถลดความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษาได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวสารในบรรจุภัณฑ์ Foil/MPET/LLDPE และ PET/LLDPE เกิดความเสียหายน้อยที่สุด รองลงมาคือข้าวหอมมะลิที่บรรจุในถุง LLDPE/CPP และ LDPE/CPP แต่ความเสียหายของข้าวในบรรจุภัณฑ์ LDPE/CPP ไม่แตกต่างกับชุดควบคุม นอกจากนั้นการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับถุง PET/LLDPE ในการควบคุมแมลง โดยอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไนโตรเจน (CO_2:N_2) ในอัตราส่วน (10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60) ในถุงที่บรรจุข้าวและแมลง พบว่าการใช้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้แมลงตายอย่างสมบูรณ์โดยใช้เวลาสั้นลง

คำสำคัญ ด้วงงวงข้าว, บรรจุภัณฑ์, ข้าวสาร, คาร์บอนไดออกไซด์

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1] Postharvest Technology Research Institute / Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[2] ภาควิชากีฏวิทยา และโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
[2] Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[3] ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
[3] Department of Packaging Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

คำนำ

ประเทศไทยถือได้ว่าเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลกติดต่อกันมาหลายปี ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ข้าวหอมที่สร้างชื่อเสียงให้ข้าวไทย จนทั่วโลกได้ให้การยอมรับว่าเป็นข้าวที่ดี และมีเพียงแห่งเดียวในโลก ข้าวขาวดอกมะลิมีเมล็ดข้าวลักษณะจำเพาะแตกต่างจากข้าวอื่นอย่างเด่นชัด โดยลักษณะเมล็ดยาวรี ขาวใส ท้องไข่น้อย เมื่อนำมาหุงต้มเมล็ดจะอ่อนนุ่ม และมีกลิ่นหอมเป็นที่ต้องการของตลาด (ละมุล, 2541) และขายได้ราคาดี อย่างไรก็ตามในการส่งออกข้าวไปยังต่างประเทศประสบปัญหาหลักจากแมลงที่ติดไป โดยแมลงได้เข้าไปทำลายเมล็ดข้าวทำให้คุณภาพข้าวไม่ได้มาตรฐานตามที่ตลาดต่างประเทศกำหนด จากการสำรวจแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในประเทศไทย พบด้วงงวงข้าวเป็นแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญในระหว่างการเก็บรักษาข้าวเปลือก และเมื่อสีเป็นข้าวสารอาจจะมีแมลงติดไประหว่างรอจำหน่าย (กุสุมา, 2534) ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ และการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อควบคุมการทำลายของแมลงในข้าวสารบรรจุ เพื่อลดความเสียหายที่เกิดขึ้น

อุปกรณ์ และวิธีการ

การศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และการทำลายของด้วงงวงข้าว โดยนำด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยมาใส่ไว้ในบรรจุภัณฑ์ 4 ชนิด และชุดควบคุม (กระป๋องพลาสติกที่ฝาปิดหุ้มผ้าตาข่าย) ที่เตรียมไว้ ซึ่งบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด ได้แก่ LDPE/CPP, LLDPE/CPP, PET/LLDPE และ Foil/MPET/LLDPE ซึ่งมีอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนดังนี้ 2.9900×10^{-13}, 2.2600×10^{-13}, 0.2070×10^{-13} และ 0.0167×10^{-13} $cm^3.cm/cm^2.s.Pa$ ตามลำดับ บรรจุข้าวสารถุงละ 100 กรัม ในถุงขนาด 20×16 ซม. แล้วปิดผนึกบรรจุภัณฑ์ บันทึกผลการตาย และวัดค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์ก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ด้วยใช้เครื่อง Headspace analyzer โดยทำการสุ่มทุกๆ 5 วัน เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของแมลง ภายหลังจากการเก็บไว้ 2 เดือน จากการศึกษาพบว่า PET/LLDPE และ Foil/MPET/LLDPE มีประสิทธิภาพดีที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นคัดเลือกบรรจุภัณฑ์ที่ดีที่สุดจาก 4 ชนิด คือ ถุง PET/LLDPE มาศึกษาผลของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการตายของด้วงงวงข้าว โดยบรรจุข้าวสาร 500 กรัม พร้อมด้วงงวงข้าว แล้วเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับความเข้มข้น 10% 20% 30% และ 40% ก่อนปิดผนึกบรรจุภัณฑ์ แล้ววัดปริมาณการตายของแมลง

ผล และวิจารณ์

ผลของชนิดบรรจุภัณฑ์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงที่บรรจุข้าวและด้วงงวงข้าว (Figure 1) พบว่า ถุง LDPE/CPP และ LLDPE/CPP ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซที่สูง จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนเหลืออยู่ภายในถุงมากในช่วงแรก แล้วเข้าสู่จุดสมดุลภายใน 15-25 วัน แต่คาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สำหรับถุง Foil/MPET/LLDPE และ PET/LLDPE เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซต่ำทำให้ออกซิเจนภายนอกเข้าไปในถุงได้น้อยกว่าปริมาณที่ออกซิเจนถูกใช้ไปและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่แมลงหายใจออกมาไม่สามารถออกไปนอกถุงได้ทัน ดังนั้น ออกซิเจนภายในถุงจึงมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วและคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายในวันที่ 5 แล้วเข้าสู่จุดภาวะสมดุล ภายหลังจากนั้นออกซิเจนจะเหลืออยู่เพียง 8.86 - 8.80% ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ที่มีค่าการซึมผ่านของก๊าซต่ำจะทำให้เกิดสภาวะการดัดแปลงบรรยากาศเข้าสู่จุดสมดุลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติของฟิล์ม (งามทิพย์, 2538)

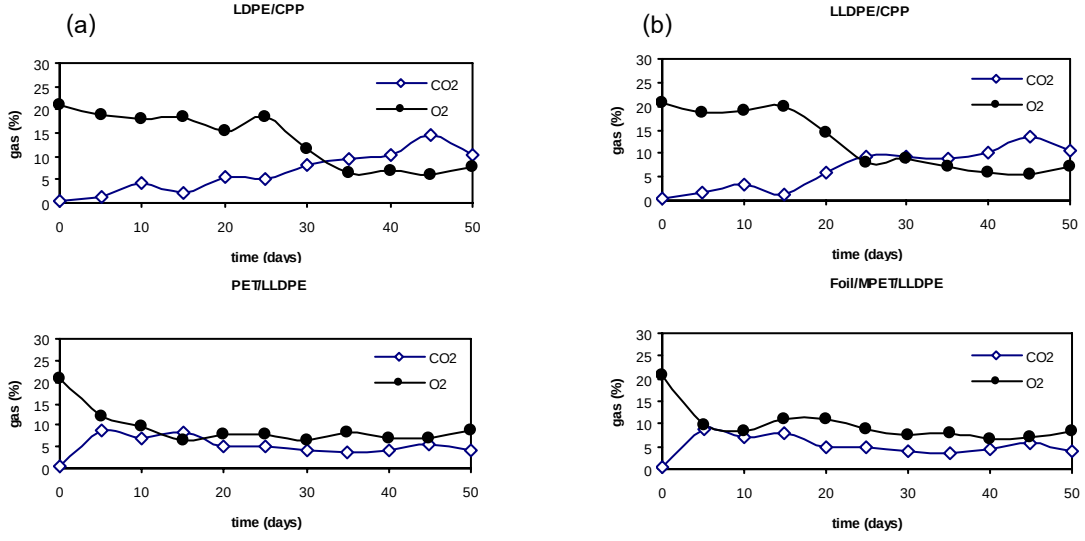

Figure 1 Effect of packaging materials and storage time on amount of oxygen and carbon dioxide in bags.

การศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการเก็บรักษาข้าวสาร ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วัน พบว่า สามารถจำแนกกลุ่มเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว ออกเป็น 3 กลุ่ม (Figure 2) กลุ่มแรกคือ กลุ่มที่แมลงตายสูงสุดในระยะเวลาอันสั้นเพียง 15 วัน เนื่องจากถุงที่ใช้มีค่าการซึมผ่านของก๊าซต่ำ (Foil/MPET/LLDPE และ PET/LLDPE) ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในถุงลดลงอย่างรวดเร็วและเข้าสู่จุดสมดุลภายใน 5 วัน (Figure 1) เป็นสาเหตุทำให้แมลงขาดออกซิเจน (เสาวภา, 2536) กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่แมลงตายเกือบทั้งหมดในเวลา 40 วัน เนื่องจากถุงมีปริมาณการซึมผ่านของก๊าซสูง (LDPE/CPP และ LLDPE/CPP) ทำให้มีออกซิเจนเหลือภายในถุงมาก (Figure 1) ทำให้แมลงสามารถมีชีวิตอยู่ได้นานขึ้น ส่วนในกลุ่มสุดท้าย เป็นกลุ่มชุดควบคุมแมลงจะตายเพียง 20 กว่าเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการเลือกบรรจุภัณฑ์ที่มีความสามารถในการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนต่ำมีผลทำให้แมลงตายได้ในเวลาอันรวดเร็ว

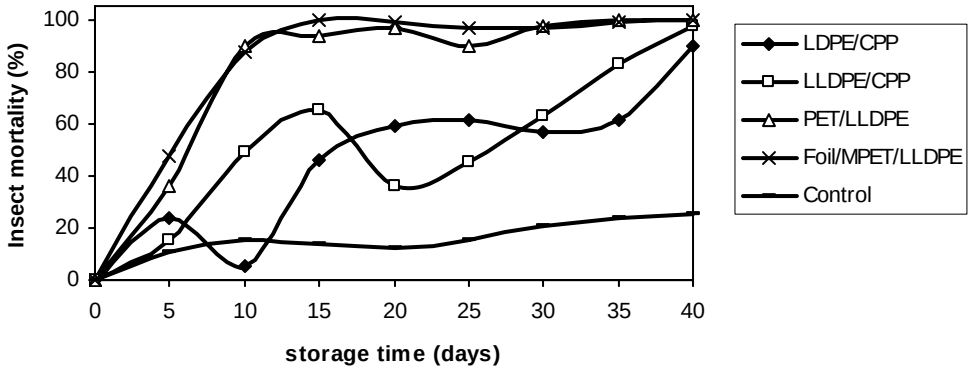

Figure 2 Effect of packaging materials and storage time on *S. oryzae* mortality in milled rice.

สำหรับความเสียหายของข้าวที่เกิดจากการทำลายของด้วงงวงข้าวภายในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ (Figure 3) ภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าในกลุ่มที่หนึ่ง กลุ่มบรรจุภัณฑ์ที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซต่ำ (Foil/MPET/LLDPE และ PET/LLDPE) จะมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายน้อยที่สุด เนื่องจากในถุงมีปริมาณออกซิเจนเหลืออยู่น้อย (Figure 1) ทำให้แมลงตายเป็นจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น (Figure 2) ส่วนกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มของบรรจุภัณฑ์ที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซที่สูง (LDPE/CPP และ LLDPE/CPP) ทำให้มีปริมาณออกซิเจนเหลืออยู่ภายในถุงมาก และยาวนานกว่ากลุ่มแรก (Figure1) เป็นผลทำให้แมลงตายได้อย่างสมบูรณ์ใช้ระยะเวลานานกว่ากลุ่มแรก (Figure 2) จึงทำให้เกิดความเสียหายกับข้าวมากขึ้น ส่วนในกลุ่มที่ 3 คือ ชุดควบคุมถูกเก็บไว้ในสภาวะบรรยากาศทำให้มีออกซิเจนเป็นปริมาณมาก ทำให้มีแมลงเหลือรอดมาก เป็นผลทำให้เกิดความเสียหายกับข้าวมากที่สุด ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติในการซึมผ่านของก๊าซต่ำสามารถลดความเสียหายของข้าวที่เกิดจากด้วงงวงข้าวได้ ในการทดลองนี้ได้เลือกบรรจุภัณฑ์ PET/LLDPE ที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนต่ำ มาใช้ในการศึกษาผลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวในการทดลองต่อถัดไป

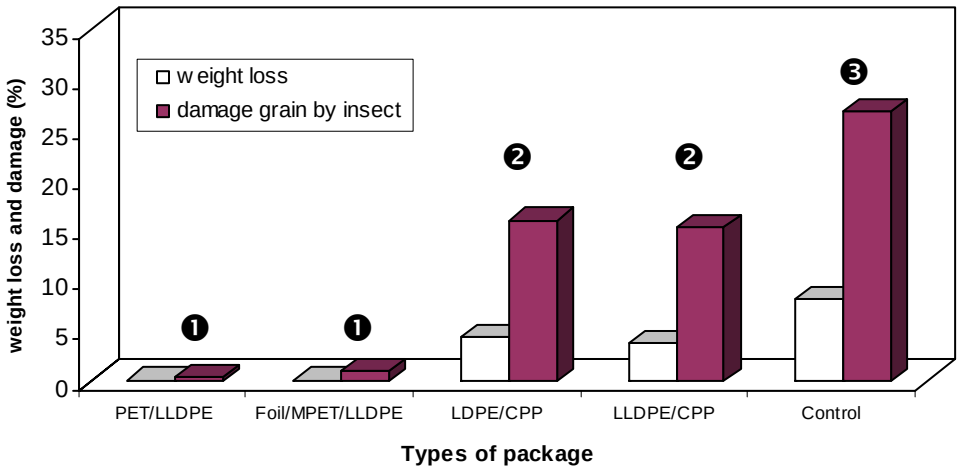

Figure 3 Effect of packaging materials on weight loss and damage of milled rice by *S. oryzae* stored for 2 months.

จากการศึกษาผลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ต่อเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณ CO_2 มากขึ้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงมากขึ้นในระยะเวลาที่สั้นลง และระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นก็มีส่วนทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน (Figure 4) เนื่องจาก CO_2 จะเป็นพิษต่อแมลงหลายชนิด (ชูวิทย์, 2543) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Annis and Morton (1997) ที่กล่าวไว้ว่าการใช้ปริมาณ CO_2 ที่ระดับความเข้มข้น 15 - 100% ณ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สามารถกำจัดด้วงงวงข้าวในบรรจุภัณฑ์ได้ จากการทดลองนี้พบว่า การเพิ่มก๊าซ CO_2 ในระดับ 40 % ก่อนปิดผนึกบรรจุภัณฑ์สามารถกำจัดด้วงงวงข้าวได้อย่างสมบูรณ์ภายในระยะเวลาเพียง 2 วัน

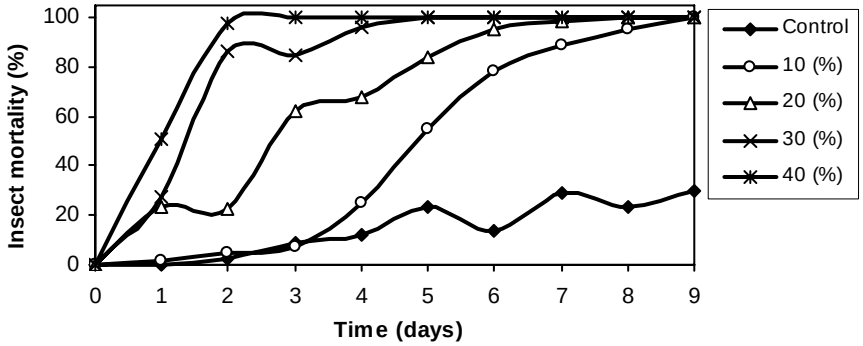

Figure 4 Effect of carbon dioxide concentration and storage time on *S. oryzae* mortality in milled rice.

สรุป

ผลของการใช้บรรจุภัณฑ์ 4 ชนิด คือ LDPE/CPP, LLDPE/CPP, PET/LLDPE และ Foil/MPET/LLDPE ต่อการเจริญเติบโตและการทำลายของด้วงงวงข้าว พบว่า อัตราการซึมผ่านของก๊าซมีผลต่อปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมภายในบรรจุภัณฑ์ ถ้าอัตราการซึมผ่านของก๊าซต่ำจะทำให้ออกซิเจนลดลงและคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของแมลง ทำให้ด้วงงวงข้าวตายในระยะเวลาอันสั้น ส่งผลทำให้ความเสียหายของข้าวที่เกิดจากแมลงลดน้อยลง และการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าร่วมบรรจุภัณฑ์ที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซต่ำ สามารถทำให้ด้วงงวงข้าวตายได้อย่างสมบูรณ์ในระยะเวลาเพียง 2 วัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กุสุมา นวลวัฒน์. 2534. การศึกษาความต้านทานของข้าวเปลือกพันธุ์ต่างๆ ต่อด้วงงวงข้าว. รายงานการศึกษาวิเคราะห์ผลงานวิจัย เรื่องการแปรรูปข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว พ.ศ. 2525-2532. กรุงเทพฯ. 206 หน้า.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 173 หน้า.

ชูวิทย์ ศุขปราการ. 2543. แมลงศัตรูผลผลิตเกษตรและการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลผลิตเกษตร, กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 112 หน้า.

ละมุล วิเศษ. 2541. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ. 69 หน้า.

เสาวภา สนธิไชย. 2536. ชีววิทยาของแมลง เล่มที่ 2. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 241 หน้า.

Annis, P. C.,and R. Morton. 1997. The acute mortality effects of carbon dioxide on various life stages of *Sitophilus oryzae*. Stored Grain Research Laboratory. *CSIRO Division of Entomology*. 33(2): 115–124.