

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

แผนงานวิจัย : การลดความสูญเสียในผลิตผลเกษตรจากศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยวและสารพิษจากเชื้อรา

โครงการวิจัย : การลดความสูญเสียผลิตผลเกษตรจากแมลงศัตรู

กิจกรรม : การควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรโดยวิธีทางกายภาพ

ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย): ประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียวหลังเก็บเกี่ยว

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Efficiency packaging for control Mung Bean Store Product Insect Pests

คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นางสาวภาวินี หนูชนะภัย

ผู้ร่วมงาน : นางสาวรังสิมา เก่งการพานิช นางสาวดวงสมร สุทธิสุทธิ์ นางสาวศรุตตา สิทธิไชยากุล

กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

บทคัดย่อ

ประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์ เพื่อกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียวทำการศึกษาในเดือน ตุลาคม 2559 – กันยายน 2560 กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร การศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยบรรจุถั่วเขียวปริมาณ 1 กิโลกรัม ในถุง NY / LLDPE และ ถุง Ethylene and vinyl alcohol พร้อมกับใส่ ไซ่ หนอน ดักแด่ และตัวเต็มวัย ของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลือง นำถุงที่มีแมลงมาใส่สารดูดออกซิเจนอัตรา 100 c.c. และซีลปิดปากถุง กรรมวิธี vacuum และกรรมวิธีซีลปิดปากถุงเพียงอย่างเดียว นำถุงที่ซีลไปเก็บไว้ในห้องเลี้ยงแมลง และ บรรจุถั่วเขียวอีก 1 ชุดโดยไม่ใส่แมลงเพื่อ ตรวจสอบวัดก๊าซออกซิเจน ตรวจสอบผลของแมลงและวัดก๊าซออกซิเจนที่ 3 5 7 10 15 30 และ 60 วัน ผลการทดลองพบว่า ใช้ถุง NY ร่วมกับ สารดูดซับออกซิเจน 100 c.c. ที่ดีที่สุดสามารถกำจัดด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้เร็วที่สุดในทุกระยะการเติบโต และมีก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุดในทุกระยะเวลาที่ตรวจสอบ การทดสอบในสภาพโรงเก็บโดยการใช้ถุง NY / LLDPE และ ถุง Ethylene and vinyl alcohol และกระสอบพลาสติก มาบรรจุเมล็ดถั่วเขียว 15 กิโลกรัม นำบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ไปวาง บนพื้นห้อง และอีก 1 ชุดใส่กล่องพลาสติกมีฝาปิด ปลอ่ยตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองชนิดละ 1000 ตัว ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 10 เดือน และสุ่มตรวจแมลงทุกๆ เดือน และ วัดความชื้นและวัดอุณหภูมิทุกๆวัน ทดลองพบว่าพบว่า ถุง NY / LLDPE และ ถุง Ethylene and vinyl alcohol บนพื้นห้องและในกล่องพลาสติก แมลงไม่สามารถเจาะเข้าทำลาย ได้ แต่ในกระสอบพลาสติก บนพื้นห้องในเดือนที่ 5 - 10 พบเหาหนังสือ และมอดยาสูบ ส่วนกระสอบพลาสติกที่ใส่ในกล่องพลาสติก พบด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองเข้าทำลายในเดือนที่ 2 และทำลายเมล็ดถั่วเขียวจนเสียหาย 100 เปอร์เซ็นต์ในเดือนที่ 6 และระดับอุณหภูมิเฉลี่ย เดือน พ.ย. – ส.ค. อยู่ระหว่าง 29.14 - 33.29 °C ส่วนความชื้นของเมล็ดถั่วเขียวในถุง NY / LLDPE และถุง Ethylene and vinyl alcohol ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันไม่ถึง 1 %

คำหลัก: ตัวงั่วเขียว ตัวงั่วเหลือง บรรจุภัณฑ์ สารดูดซับออกซิเจน

Abstract

Efficiency packaging to control mung bean store product insect pests was studied in October 2016 - September 2017 at Postharvest and Processing Research and Development Division. For laboratory experiment, one Kilogram of mung bean was packed in NY / LLDPE bags and ethylene - vinyl alcohol bags. Eggs, larvae, pupae and adults of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) and *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus) were filled in the bags with the oxygen absorber 100 cc. After that the bags were sealed by normal heat seal, vacuum seal and kept in rearing room. Moreover, a kilogram of mung bean was packed without the addition of insects in the according bag which oxygen volume and insect were investigated at 3, 5, 7, 10, 15, 30 and 60 days after storage. The results showed that NY bag with 100 cc of oxygen absorber was the fastest method to eliminate *C. maculatus* and *C. chinensis* in all growth stages. For pilot-scale experiment, NY/LLDPE bag, ethylene-vinyl alcohol bag and plastic sack were used to pack 15 kilogram of mung bean. Afterward, they were laid on the ground and put in the plastic box with the lid. One thousand adults of *C. maculatus* and *C. chinensis* were added every two weeks for 10 months. Insect investigation was monthly conducted but moisture content and temperature were daily measured. It was found that Insects could not infest inside NY/LLDPE bag and ethylene-vinyl alcohol both kept on the ground and in the plastic box. However, *Liposcelis spp.* and *Lasioderma serricorne* were found inside the plastic sack on the ground during 5-10 months after storage. *C. maculatus* and *C. chinensis* were found in the plastic sack kept in the box for two months after storage and mung bean was destroyed 100% in the sixth month. The average weather temperature during November 2016 – August 2017 was 29.14 – 33.29 °C and the differential moisture of mung bean inside NY/LLDPE bag and Ethylene-vinyl alcohol bag was less than 1%.

Keywords: Cowpea weevil, Southern Cowpea Weevil, packaging, Oxygen absorber

คำนำ

ถั่วเขียวเป็นพืชที่ได้รับความนิยมในการบริโภค นอกจากจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงแล้ว ยังมีคุณสมบัติเป็นสมุนไพร นอกจากนี้ยังนิยมนำถั่วเขียวมาใช้ในการทำสปาต่างๆ แมลงที่เข้าทำลายและสร้างความเสียหายกับเมล็ดถั่วเขียวได้แก่ ตัวงั่วเขียว และตัวงั่วเหลือง ตัวงั่วเขียว (*Cowpea weevil*) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) แมลงทั้ง 2 ชนิดเป็นศัตรูที่สำคัญที่สุดของเมล็ดพืชตระกูลถั่วหลายชนิดมีเขตแพร่ระบาดทั่วโลก ทั้งในเขตร้อนและอบอุ่น ตัวเต็มวัยบินได้ดี บางครั้งพบเข้าทำลายตั้งแต่ในไร่ โดยตัวงั่วเขียวจะเข้าทำลายฝักถั่วในระยะที่ถั่วเริ่มโตเต็มที่ แต่ฝักที่แห้งการเข้าทำลายจะลดลง ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ติดผิวเมล็ดถั่ว ชอบผิวเมล็ดที่มีความราบเรียบมากกว่าเมล็ดที่ขรุขระ ไข่มีสีขาวใสลักษณะคล้ายโดม คือ ด้านบนโค้ง

ด้านล่างเรียบ เมื่อตัวหนอนฟักออกจากไข่ จะเจาะเมล็ดถั่วทางด้านที่ไข่สัมผัสเมล็ด ตัวหนอนจะเจริญเติบโตและเข้าดักแด้ภายในเมล็ด เมื่อดักแด้ฟักเป็นตัวเต็มวัยแล้วจะเจาะเมล็ดออกสู่ภายนอกเพื่อผสมพันธุ์และวางไข่ต่อไป พืชอาหารของดักแด้ถั่วเขียวได้แก่ เมล็ดถั่วทุกชนิด เช่น ถั่วเขียว ถั่วดำ ถั่วพุ่ม ถั่วฝักยาว ถั่วแดง ถั่วเขียว ถั่วแระ ถั่วเหลือง (Southern Cowpea Weevil) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus) ทำลายเมล็ดถั่วทุกชนิดเหมือนดักแด้เขียวและทำลายถั่วเหลืองได้ด้วย และมักจะทำลายร่วมกับดักแด้เขียว รูปร่างและลักษณะเหมือนดักแด้เขียวจนบางครั้งคิดว่าเป็นชนิดเดียวกัน แต่มีขนาดเล็กกว่า คือ 2.5-3.0 มิลลิเมตร ความแตกต่างที่เห็นได้ชัด คือ scutellum มีสีขาวยาว หนวดของตัวผู้เป็นแบบฟันหวี (pectinate) ตัวเต็มวัยเพศเมียเป็นแบบ กิ่งฟันเลื่อย บนปีกทั้งสองข้างมีแถบสีน้ำตาลอ่อน ปลายสุดของลำตัวจะมีสีขาวยาว การเจริญเติบโตและวงจรชีวิตเหมือนดักแด้เขียว (พรทิพย์ และคณะ 2551) ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียวมีหลากหลายวิธีทั้งการใช้สารเคมี การใช้สารธรรม และวิธีการไม่ใช้สารเคมี ซึ่งบรรจุภัณฑ์ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจในการป้องกันกำจัดแมลง เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีหรือสารธรรมต่างๆ ในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อที่จะป้องกันการเข้าทำลายของแมลงกันมาก สำหรับบรรจุภัณฑ์ในการกำจัดแมลงจะต้องเลือกบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันก๊าซออกซิเจนผ่านเข้าออกได้ในปริมาณที่แมลงไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ และจะต้องมีความแข็งแรงแมลงไม่สามารถเจาะเข้าทำลายได้ ซึ่ง Vanryckeghem (2011) รายงานว่าบรรจุภัณฑ์ชนิด Polycarbonate, polyethylene terephthalate (PET), polyester nylon plastics แมลงไม่สามารถเจาะทำลายได้ และชนิด Cellulose acetate; polyamide; polyethylene (250 microns to 10 mils; Polypropylene; polyvinyl chloride จะทนต่อการเจาะทำลายของแมลง สำหรับบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กหรือบรรจุภัณฑ์เพื่อการค้าปลีก การกำจัดแมลงให้รวดเร็วอาจจะใช้สารดูดซับออกซิเจนหรือวิธีการ vacuum ร่วมด้วย

สารดูดซับออกซิเจนคือสารที่มีคุณสมบัติในการลดปริมาณออกซิเจน เช่น iron powder บรรจุในซองเล็กๆ (sachets) ซึ่งภายในซองจะบรรจุผงเหล็กซึ่งเป็นโลหะเป็นตัวทำปฏิกิริยา ซึ่งจะมีปริมาณผงเหล็กที่แตกต่างกันไปตามขนาดที่บรรจุ คุณสมบัติของสารดูดซับออกซิเจนคือ ป้องกันการเกิดเชื้อรา แมลง การเปลี่ยนสี รักษาคุณค่าทางอาหาร ความสด ป้องกันการเกิดกลิ่น สะดวก ปลอดภัยต่อผู้ใช้ และอาหารที่บรรจุ เนื่องจากไม่มีส่วนผสมของสารที่เป็นพิษ หรือสารที่มีกลิ่น (Byun *et al.*, 2011, Zerdin *et al.*, 2003, Charles *et al.*, 2006) และจากการรายงานการใช้สารดูดซับออกซิเจนในการกำจัดแมลงในผลผลิตเกษตรมีดังนี้ ภาวินี และคณะ 2558 รายงานว่าการใช้สารดูดซับออกซิเจนในถุง NY/LLDPE และ ถุง PET/ CPP ที่บรรจุดอกคำฝอย เมล็ดผักชี ดอกเก๊กฮวย และชาใบหม่อน สามารถกำจัดมอดยาสูบ และ มอดสมุนไพรมานได้ทุกระยะการเติบโตที่ระยะเวลา 7 วัน และแมลงไม่สามารถเจาะเข้าทำลายถุงทั้ง 2 ชนิดได้ ภาวินี และคณะ (2555) รายงานที่ใช้สารดูดซับออกซิเจนในการกำจัดมอดฟันเลื่อย มอดแป้ง และผีเสื้อข้าวสาร ในเมล็ดงา สามารถทำให้แมลงตาย 100 เปอร์เซ็นต์ในทุกระยะการเติบโต และ ภาวินี และคณะ (2554) ได้รายงานวิธีการ vacuum ในการกำจัดดักแด้เขียว และ ดักแด้เหลือง ที่ระยะเวลา 7 วัน ไม่สามารถทำให้ระยะหนอน และระยะดักแด้ ของดักแด้ทั้ง 2 ชนิดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ได้ นอกจากนี้ Tarr and Clingeffer (2005) รายงานผลของสารดูดซับออกซิเจนกำจัด มอดแป้ง ในระยะไข่ หนอน และดักแด้ ในบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุผลไม้มะม่วง 500 กรัมพบว่า สามารถกำจัดมอดแป้งทั้ง 3 ระยะการเติบโตได้ 100 เปอร์เซ็นต์เช่นเดียวกัน สารดูดซับออกซิเจนนอกจากจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงแล้วยัง

สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้อีกด้วย ซึ่ง พรชัย และคณะ (2550) ได้รายงานว่าการใช้สารดูดซับออกซิเจน ในบรรจุภัณฑ์ PVDE และ aluminum foil สามารถยืดอายุการเก็บรักษาข้าวซ้อมมือ และพรรณเพ็ญ และคณะ (2553) รายงาน การกำจัดมอดหนวดยาวในเห็ดหอมแห้ง โดยบรรจุเห็ดหอมแห้ง 100 กรัม ในถุง ลามิเนท และ ถุง Polyethylene โดยกรรมวิธี ปิดผนึกร่วมกับการใส่สารดูดซับออกซิเจน 300 ซี.ซี. สามารถควบคุมมอดหนวดยาวได้ 100 % ทุกระยะการเจริญเติบโต ส่วนกรณีการ (2552) ได้ทำการบรรจุมะขาม 500 กรัม ในถุง K-Nylon และ Nylon กับใช้สารดูดซับออกซิเจนอัตรา 300 ซี.ซี. ระยะเวลาการบรรจุตั้งแต่ 3 สัปดาห์ สามารถควบคุมด้วงขาโตและด้วงวงมะขามทุกระยะการเจริญเติบโตได้ทั้งหมด และสามารถรักษาคุณภาพมะขามหวานได้นาน 5 เดือน ดังนั้นจึงต้องศึกษาหาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันและกำจัดด้วงแก้วเขียวและด้วงแก้วเหลืองในบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุเมล็ดแก้วเขียวเพื่อการค้าปลีกและบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุเมล็ดแก้วเขียวในสภาพโรงเก็บ

วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. ถุง NY/LLDPE ขนาด 200 × 280 มิลลิเมตร หนา 80 ไมครอน อัตราการไหลผ่านของก๊าซออกซิเจนเท่ากับ 64 (cc / m² / day)
2. ถุง NY/LLDPE ขนาด 400 × 640 มิลลิเมตร หนา 75 ไมครอน อัตราการไหลผ่านของก๊าซออกซิเจนเท่ากับ 120 (cc / m² / day)
3. Ethylene and vinyl alcohol ขนาด 200 × 280 มิลลิเมตร หนา 70 ไมครอน อัตราการไหลผ่านของก๊าซออกซิเจน เท่ากับ 6 (cc / m² / day)
4. Ethylene and vinyl alcohol ขนาด 400 × 640 มิลลิเมตร หนา 99 ไมครอน อัตราการไหลผ่านของก๊าซออกซิเจน เท่ากับ 8 (cc / m² / day)
5. สารดูดซับออกซิเจน O-Buster ® อัตรา 100 c.c.
6. ขวดแก้วขนาดบรรจุ 900 มิลลิลิตร
7. กล่องพลาสติกขนาด กล่องพลาสติกขนาด 18 × 25 × 9 เซนติเมตร
8. กล่องพลาสติกขนาด กล่องพลาสติกขนาด 51 × 74 × 44 เซนติเมตร
9. กระสอบพลาสติกขนาดบรรจุ 50 กิโลกรัม
10. เครื่องวัดก๊าซออกซิเจน
11. เครื่องวัดความชื้น
12. เมล็ดแก้วเขียว
13. กระดาษทิชชู
14. สำลี
15. จานเพาะเชื้อ
16. ด้วงแก้วเขียวและด้วงแก้วเหลือง

- วิธีการ

การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 5 กรรมวิธี

Main plot คือ กรรมวิธีที่ทำการทดลอง

Sub plot คือ ระยะเวลาที่ตรวจสอบผลการทดลอง

กรรมวิธีที่ 1. ถุง NY / LLDPE + สารดูดซับออกซิเจน 100 c.c.

กรรมวิธีที่ 2. ถุง NY / LLDPE + vacuum

กรรมวิธีที่ 3. ถุง NY / LLDPE

กรรมวิธีที่ 4. ถุง Ethylene and vinyl alcohol

กรรมวิธีที่ 5. กรรมวิธีควบคุม (ใส่ในกล่องเลี้ยงแมลง)

ขั้นตอนการทดลอง

1. การเตรียมแมลงสำหรับทดสอบ

1.1 ระยะเวลา นำตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว และด้วงถั่วเหลือง จากการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ที่มีอายุ 3 วัน จำนวน 50 ตัว ใส่ในขวดที่บรรจุถั่วเขียว 100 กรัม จำนวน 120 ขวด ต่อชนิดแมลง ปิดฝาขวดด้วยกระดาษซับปล่อยทิ้งไว้ 3 วัน นำขวดมาคัดเอาตัวเต็มวัยออก จะได้ไข่ของแมลงที่ใช้ทดสอบ

1.2 ระยะเวลา เตรียมเช่นเดียวกับระยะเวลา 1.1 โดยปล่อยทิ้งไว้ 12 วัน จะได้หนอนของแมลงที่ใช้ทดสอบ

1.3 ระยะเวลา เตรียมเช่นเดียวกับระยะเวลา 1.1 โดยปล่อยทิ้งไว้ 25 วัน จะได้ดักแด้ของแมลงที่ใช้ทดสอบ

1.4 ระยะเวลา ตัวเต็มวัย เตรียมเช่นเดียวกับระยะเวลา 1.1 ปล่อยตัวเต็มวัย 200 ตัว ในขวดที่บรรจุถั่วเขียว 300 กรัม ปล่อยทิ้งไว้ 28 วัน จะได้ตัวเต็มวัยที่ใช้ทดสอบ

2. การทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์กำจัดแมลงในห้องปฏิบัติการ

บรรจุถั่วเขียว ในถุง NY / LLDPE และ ถุง Ethylene and vinyl alcohol ปริมาณ 1 กิโลกรัม/ถุง จำนวน 480 /ชนิดถุง จากนั้นนำแมลงที่เตรียมในข้อ 1. มาใส่ในถุงแต่ละชนิดจำนวน 1 ขวด/ถุง นำถุงที่มีแมลงไปใส่สารดูดออกซิเจนอัตรา 100 c.c. และซีลปิดปากถุง กรรมวิธี vacuum และกรรมวิธีซีลปิดปากถุงเพียงอย่างเดียว กรรมวิธีละ 96 ถุง นำถุงทั้งหมดในกรรมวิธีต่างๆไปเก็บไว้ในห้องเลี้ยงแมลง เพื่อรอตรวจสอบผลอัตราการตายของแมลง ในระยะเวลา 3 5 7 10 15 30 และ 60 วัน

2.1. การตรวจสอบผลการทดลองของแมลงในห้องปฏิบัติการ

นำถุงในข้อ 2. มาตรวจสอบแมลงในระยะเวลา 3 5 7 10 15 30 และ 60 วัน โดยการตัดปากถุงออก นำเมล็ดถั่วเขียวในถุงออกมาใส่กล่องเลี้ยงแมลงเพื่อรอให้แมลงในระยะไข่ หนอน และดักแด้ เจริญเป็นตัวเต็มวัย โดยดูการเป็นตัวเต็มวัยจากกรรมวิธีควบคุม จากนั้นทำการตรวจนับจำนวนแมลงที่เป็นตัวเต็มวัยในแต่ละกรรมวิธี ส่วนในระยะตัวเต็มวัยทำการตรวจนับจำนวนแมลงที่ตาย ตามระยะเวลาที่ตรวจสอบ

2.2. การตรวจวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์

บรรจุถั่วเขียว ในถุง NY / LLDPE และ ถุง Ethylene and vinyl alcohol ปริมาณ 1 กิโลกรัม/ถุง ตามกรรมวิธีต่างๆ โดยไม่ใส่แมลง มาวัดก๊าซออกซิเจนที่ระยะเวลา 3 5 7 10 15 30 และ 60 วัน ด้วยเครื่องวัดก๊าซยี่ห้อ PBI Dansensor

3. การทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์กำจัดแมลงในสภาพโรงเก็บจำลอง

นำถุง NY / LLDPE และ ถุง Ethylene and vinyl alcohol ขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 64 เซนติเมตร และกระสอบพลาสติกขนาดบรรจุ 50 กิโลกรัม มาบรรจุเมล็ดถั่วเขียวจำนวน 15 กิโลกรัม/ชนิดบรรจุภัณฑ์ จากนั้นนำบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ไปวางไว้ในห้องขนาดกว้าง 4.45 เมตร ยาว 5.0 เมตร พร้อมกับปล่อยตัว

เต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองชนิดละ 1000 ตัว โดยทำการปล่อยทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 10 เดือน และทำอีก 1 ชุด โดยใส่บรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดที่บรรจุถั่วเขียวไปใส่ในกล่องพลาสติกขนาดกว้าง 51 เซ็นติเมตร ยาว 74 เซ็นติเมตร สูง 44 เซ็นติเมตร (ปล่อยแมลงเช่นเดียวกันกับชุดที่ทดสอบในห้อง) ตรวจสอบผล ทุกๆเดือน เป็นระยะเวลา 10 เดือน และตรวจวัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นเมล็ดยี่ห้อ Steinlite รุ่น SB 900 พร้อมกับตรวจวัดอุณหภูมิห้องทุกๆวัน จนครบระยะเวลาที่ทำการทดลอง

3.1 การตรวจสอบผลการทดลองในสภาพโรงเก็บจำลอง

สำรวจภายนอกของบรรจุภัณฑ์ว่ามีรอยแมลงเจาะทำลายหรือไม่ จากนั้นทำการเปิดบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด สุ่มตักเมล็ดถั่วเขียวในบรรจุภัณฑ์ ปริมาณ 300 กรัม จำนวน 5 ถุง/ชนิดบรรจุภัณฑ์ นำเมล็ดถั่วเขียวที่สุ่มมา ทำการตรวจสอบแมลงและดูเมล็ดถั่วเขียวที่ถูกทำลาย เมื่อตรวจแมลงแล้วนำเมล็ดถั่วเขียวไปใส่ในกล่องเลี้ยงแมลง ปล่อยทิ้งไว้ 1 เดือน เพื่อนำมาตรวจสอบแมลงอีกครั้ง ทำการสุ่มตรวจแมลงจนครบ 10 เดือน

- เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2559 สิ้นสุด กันยายน 2560 กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์กำจัดแมลงในห้องปฏิบัติการ

ผลของด้วงถั่วเขียว

ระยะไข่ พบว่าที่ 3 และ 5 วัน ไม่สามารถกำจัดด้วงถั่วเขียวในระยะไข่ได้ในทุกกรรมวิธี และเริ่มกำจัดไข่ได้ 100 % ที่ระยะเวลา 7 และ 10 วันในกรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 4 และที่ระยะเวลา 15 30 และ 60 วัน สามารถกำจัดไข่ได้ทั้งหมดในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 1)

ระยะหนอน 3 วัน ไม่สามารถกำจัดหนอนได้ หหมดในทุกกรรมวิธี และที่ 5 วันมีเพียง กรรมวิธีที่ 1 ที่สามารถกำจัดหนอนได้ 100 % และที่ 7 วัน จำนวนด้วงถั่วเขียวที่พบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และพบด้วงถั่วเขียวในกรรมวิธีที่ 3 และ กรรมวิธีที่ 5 จำนวน 2 และ 2.3 ตัว ส่วนที่ 10 15 30 และ 60 วันสามารถควบคุมหนอนได้ทั้งหมดในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2)

ระยะดักแด้ พบว่า ที่ระยะเวลา 5 วัน ในกรรมวิธีที่ 1 , 2 และ 4 สามารถกำจัดด้วงถั่วเขียวได้ทั้งหมด และที่ระยะเวลา 7 10 15 30 และ 60 วัน ไม่พบจำนวนด้วงถั่วเขียวในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 3)

ระยะตัวเต็มวัย พบว่า กรรมวิธีที่ 1 2 และ 4 ดีที่สุดกำจัดด้วงถั่วเขียวได้หมดที่ 3 วัน และที่ระยะเวลา 5 7 10 15 30 และ 60 วัน ไม่พบจำนวนด้วงถั่วเขียวในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 4)

ผลด้วงถั่วเหลือง

ระยะไข่ พบว่า กรรมวิธีที่ 1 2 และ 4 ดีที่สุดสามารถกำจัดไข่ของด้วงถั่วเหลืองได้หมดเร็วที่สุดที่ 5 วัน และที่ระยะเวลา 15 30 และ 60 วัน ไม่พบด้วงถั่วเหลืองที่รอดชีวิตในทุกกรรมวิธี

ระยะหนอน พบว่า กรรมวิธีที่ 1 และ 4 ดีที่สุดสามารถกำจัดหนอนของด้วงถั่วเหลืองได้ทั้งหมดเร็วที่สุดที่ 5 วัน และที่ระยะเวลา 7 10 15 30 และ 60 วัน ไม่พบด้วงถั่วเหลืองที่รอดชีวิตในทุกกรรมวิธี

ระยะตกแต่ พบว่า กรรมวิธีที่ 2 และ 4 ดีที่สุดสามารถกำจัดดักแด้ของด้วงแก้วเหลืองได้หมดเร็วที่สุดที่ 5 วัน และที่ระยะเวลา 7 10 15 30 และ 60 วัน ไม่พบด้วงแก้วเหลืองที่รอดชีวิตในทุกกรรมวิธี

ระยะตัวเต็มวัย พบว่า กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 4 ดีที่สุดสามารถกำจัดด้วงแก้วเหลืองได้หมดเร็วที่สุดที่ 3 วัน และที่ระยะเวลา 5 7 10 15 30 และ 60 วัน ไม่พบด้วงแก้วเหลืองที่รอดชีวิตในทุกกรรมวิธี

จากผลการทดลองด้วงแก้วเขียวและด้วงแก้วเหลืองในแต่ละระยะการเติบโตมีความทนทานแตกต่างกัน โดยที่ระยะตัวเต็มวัยของด้วงทั้ง 2 ชนิดจะมีความทนทานน้อยที่สุด และระยะไข่ของด้วงแก้วเขียวจะทนทานมากที่สุด และมีความทนทานมากกว่าด้วงแก้วเหลือง ส่วนการใช้ถุง NY + สารดูดซับออกซิเจนเป็นวิธีที่ดีที่สุดสามารถกำจัดด้วงแก้วเขียวและด้วงแก้วเหลืองได้เร็วที่สุดในทุกระยะการเติบโต

2. ผลการวัดปริมาณก๊าซออกซิเจน

ปริมาณก๊าซออกซิเจนจากการตรวจวัดพบว่ากรรมวิธีที่ 1 มีก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุดในทุกระยะเวลา และมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 และ 3 และระยะเวลานานขึ้น ก๊าซออกซิเจนจะลดลงและมีความแตกต่างทางสถิติทั้ง 3 กรรมวิธี เมื่อครบ 60 วัน ปริมาณก๊าซออกซิเจนในกรรมวิธีที่ 1 น้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 2 โดยมีปริมาณก๊าซเท่ากับ 2.23 6.53 และ 8.87 % ตามลำดับ

3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์กำจัดแมลงในสภาพโรงเก็บจำลอง

จากการสุ่มตรวจแมลงในเมล็ดแก้วเขียวในถุง NY / LLDPE และถุง Ethylene and vinyl alcohol พบว่าถุงทั้ง 2 ชนิดแมลงไม่สามารถเจาะเข้าทำลายได้ตลอดระยะเวลาที่ทำการตรวจสอบทั้งที่วางพื้นห้อง และในกล่องพลาสติก และจะพบไข่ของแมลงติดที่ถุงจำนวนมาก แต่ในกระสอบพลาสติกที่วางพื้นห้องในระยะเวลา 1-4 เดือน ไม่พบแมลง แต่ในเดือนที่ 5 และ 6 พบเหาหนังสือจำนวนมาก และเดือนที่ 7-10 พบเหาหนังสือ และมอดยาสูบ เข้าทำลายเมล็ดแก้วเขียว จำนวนมอดยาสูบที่พบเฉลี่ย 24.25 92.25 265.89 และ 471.23 ตัวตามลำดับ ส่วนกระสอบพลาสติกที่ใส่ไว้ในกล่องพลาสติก พบด้วงแก้วเขียวและด้วงแก้วเหลืองเข้าทำลายในเดือนที่ 2 และทำลายเมล็ดแก้วเขียวจนเสียหาย 100 เปอร์เซ็นต์ในเดือนที่ 6 และระดับอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนในห้องที่ทำการทดลองตลอดระยะเวลาที่ตรวจสอบอยู่ระหว่าง 29.14 - 33.29 °C (ตารางที่ 10)

ส่วนความชื้นของเมล็ดแก้วเขียวในถุง NY / LLDPE และถุง Ethylene and vinyl alcohol ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันไม่ถึง 1 % และในเดือนที่ 8 9 และ 10 ความชื้นของเมล็ดแก้วเขียวในกระสอบพลาสติกสูงกว่าถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิดและมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ถุง NY / LLDPE และถุง Ethylene and vinyl alcohol บรรจุแก้วเขียว 1 ก.ก. ใช้ร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน อัตรา 100 ซี.ซี. มีประสิทธิภาพดีที่สุด
2. ถุง NY / LLDPE และถุง Ethylene and vinyl alcohol บรรจุแก้วเขียว 15 ก.ก. เก็บในสภาพโรงเก็บสามารถป้องกันการเข้าทำลายของด้วงแก้วเขียวและด้วงแก้วเหลืองได้ตลอดระยะเวลา 10 เดือน

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ เฟ็งคุ่ม. 2552. การจัดการแมลงศัตรูมะขามหวานหลังการเก็บเกี่ยว. ในเอกสารวิชาการ การประชุมวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ปี 2552 ในวันที่ 28-30 มิถุนายน 2552 สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. หน้า 54-65.
- พรทิพย์ วิสารทานนท์ พรรณเพ็ญ ชโยภาส ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช กรรณิการ์ เฟ็งคุ่ม จิราภรณ์ ทองพันธ์ ดวงสมร สุทธิสุทธิ ลักษณะ ร่มเย็น ภาวิณี หนูชนะภัย และ อัจฉรา เพชรโชติ .2551. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด เอกสารวิชาการ สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 170 หน้า.
- พรชัย ราชชนะพันธุ์ และ วิรงรอง ทองดีสุนทร. 2550. การยืดอายุการเก็บข้าวซ้อมมือโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ และสารดูดกลิ่นออกซิเจน. วารสาร วิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 38 ฉบับที่ 5 (พิเศษ) หน้า 230 - 233.
- พรรณเพ็ญ ชโยภาส พรทิพย์ วิสารทานนท์ ภาวิณี หนูชนะภัย และอัจฉรา เพชรโชติ. 2553. การศึกษาภาชนะบรรจุภัณฑ์ในการยืดอายุเก็บรักษาเห็ดหอมแห้ง. หน้า 79- 89 ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2553. สำนักวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร.
- ภาวิณี หนูชนะภัย กรรณิการ์ เฟ็งคุ่ม และดวงสมร สุทธิสุทธิ. 2554. การใช้สารดูดซับออกซิเจนและวิธีการ Vacuum ในการกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียวในบรรจุภัณฑ์. วารสาร วิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 42 ฉบับที่ 3 (พิเศษ) หน้า 617-919.
- ภาวิณี หนูชนะภัย ดวงสมร สุทธิสุทธิ และ ศรุตฯ สิทธิไชยากุล. 2555. ประสิทธิภาพของสารดูดซับออกซิเจนในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในบรรจุภัณฑ์. วารสาร ภูมิและสัตววิทยา ปีที่ 30 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2555 หน้า 25-36.
- ภาวิณี หนูชนะภัย รังสิมา เก่งการพานิช ดวงสมร สุทธิสุทธิ และ ศรุตฯ สิทธิไชยากุล. 2558. การใช้บรรจุภัณฑ์ร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนและวิธีการ vacuum ในการกำจัดแมลงศัตรูสมุนไพรรอบแห้งทางการแพทย์. หน้า 474-495 ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2558. สำนักวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร.
- Byun, Y., D. Darby, K. Cooksey, P. Dawson and S. Whiteside. 2011. Development of oxygen scavenging system containing a natural free radical scavenger and a transition metal. Food Chem. 124: 615-619.
- Tarr, C.R. and P.R. Clingeffer .2005. Use of oxygen absorber for disinfestation of consumer packages of dried vine fruit and its effect on fruit colour. J. Stored prod. Res. 41 (2005) 77-89.
- Vanryckeghem, A. 2011. Insect Resistant Packaging : the last line of defense. Fumigations and Pheromones (Issue 99) p. 2.
- Charles, F., J. Sanchez and N. Gontard. 2006. Absorption kinetics of oxygen and carbon dioxide scavengers as part of active modified atmosphere packaging. J. Food Eng. 72:1-7.

Zerdin, K., M.L. Rooney and J. Vermuë. 2003. The vitamin C content of orange juice packed in an oxygen scavenger material. Food Chem. 82: 387-395.

ารหรือส่งข้อมูล1.

ตารางที่ 1. จำนวนด้วงแก้วเขียวที่รอดชีวิตในระยะไข่ ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ระยะเวลา 3, 5, 7, 10, 15, 30 และ 60 วัน

กรรมวิธี	จำนวนด้วงแก้วเขียวที่รอดชีวิต (ตัว)						
	3 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน
1. ถุง NY+สารดูดออกซิเจน 100 ซี.ซี.	53.3 a y	15.6 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
2. ถุง NY+Vacuum	49.0 a y	33.0 a y	33.6 b y	29.3 b y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
3. ถุง NY	112.6 b y	163.0 b z	141.3 c yz	131.6 c y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
4. ถุง Ethylene and vinyl alcohol +vacuum	39.3 a y	32.0 a y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
5. ถุง Ethylene and vinyl alcohol	145.0 c y	154.0 b y	152.3 c y	157.0 cd y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
6. control(เลี้ยงในขวดแก้ว)	155.0 c x	177.0 b y	158.0 c xy	173.6 d xy	171.0 b xy	172.6 b xy	160.6 b xy
CV (a)	18.9						
CV (b)	27.2						

- ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (a,b,c) ที่ตามด้วยอักษร เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

- ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (x, y, z) ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2. จำนวนด้วงแก้วเขียวที่รอดชีวิตในระยะหย่อน ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ระยะเวลา 3, 5, 7, 10, 15, 30 และ 60 วัน

กรรมวิธี	จำนวนด้วงแก้วเขียวที่รอดชีวิต (ตัว)						
	3 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน
1. ถุง NY+สารดูดออกซิเจน 100 ซี.ซี.	146.0 a y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
2. ถุง NY+Vacuum	163.6 ab y	11.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
3. ถุง NY	186.0 ab z	82.0 b y	2.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
4. ถุง Ethylene and vinyl alcohol +vacuum	170.0 ab y	18.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
5. ถุง Ethylene and vinyl alcohol	187.6 ab z	74.0 b y	2.3 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
6. control(เลี้ยงในขวดแก้ว)	219.6 b xy	245.6 c y	234.6 b xy	190.6 b wx	187.3 b wx	142.0 b w	275.3 b z
CV (a)	48						
CV (b)	42						

- ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (a,b,c) ที่ตามด้วยอักษร เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

- ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (w,x,y,z) ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 จำนวนด้วงแก้วเขียวรูดชีวิตในระยะดักแด้ ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ระยะเวลา 3, 5, 7, 10, 15, 30 และ 60 วัน

กรรมวิธี	จำนวนด้วงแก้วเขียวที่รูดชีวิต (ตัว)						
	3 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน
1. ฝูง NY+สารดูดออกซิเจน 100 ซี.ซี.	76.0 a y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
2. ฝูง NY+Vacuum	49.3 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
3. ฝูง NY	114.6 b y	110.6 b y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
4. ฝูง Ethylene and vinyl alcohol +vacuum	85.3 ab y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
5. ฝูง Ethylene and vinyl alcohol	180.6 c z	57.3 b y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
6. control(เลี้ยงในขวดแก้ว)	260.6 d x	265.6 c x	250.9 b x	263.0 b x	162.67 b x	281.3 b x	681.3 y
CV (a)	55.1						
CV (b)	47.1						

- ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (a,b,c,d) ที่ตามด้วยอักษร เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

- ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (x,y,z) ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 จำนวนด้วงถั่วเขียวที่รอดชีวิตในระยะตัวเต็มวัย ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ระยะเวลา 3, 5, 7, 10, 15, 30 และ 60 วัน

กรรมวิธี	จำนวนด้วงถั่วเขียวที่รอดชีวิต (ตัว)						
	3 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน
1. ถุง NY+สารดูดออกซิเจน 100 ซี.ซี.	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
2. ถุง NY+Vacuum	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
3. ถุง NY	45.3 c y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
4. ถุง Ethylene and vinyl alcohol +vacuum	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
5. ถุง Ethylene and vinyl alcohol	23.6 b y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
6. control(เลี้ยงในขวดแก้ว)	80.5 d y	24.3 b x	8.3 b w	0.0 a w	0.0 a w	0.0 a w	280.3 b z
CV (a)	122.6						
CV (b)	118.2						

- ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (a,b,c,d) ที่ตามด้วยอักษร เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

- ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (w,x,y,z) ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 จำนวนด้วงถั่วเหลืองที่รอดชีวิตในระยะไข่ ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ระยะเวลา 3, 5, 7, 10, 15, 30 และ 60 วัน

กรรมวิธี	จำนวนด้วงถั่วเหลืองที่รอดชีวิต (ตัว)						
	3 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน
1. ถุง NY+สารดูดออกซิเจน 100 ซี.ซี.	2.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
2. ถุง NY+Vacuum	2.6 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
3. ถุง NY	18.3 b y	18.6 b y	18.6 b y	12.3 b y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
4. ถุง Ethylene and vinyl alcohol +vacuum	4.3 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
5. ถุง Ethylene and vinyl alcohol	28.0 b z	8.6 ab x	18.3 b yz	10.3 ab xy	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
6. control(เลี้ยงในขวดแก้ว)	141.3 c	133.6 c	131.3 c	126.0 c	14.0.b	133.3 b	301.6 b
CV (a)	22.5						
CV (b)	21.4						

- ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (a,b,c) ที่ตามด้วยอักษร เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

- ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (x,y,z) ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 6 จำนวนด้วงถั่วเหลืองที่รอดชีวิตในระยะหย่อน ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ระยะเวลา 3, 5, 7, 10, 15, 30 และ 60 วัน

กรรมวิธี	จำนวนด้วงถั่วเหลืองที่รอดชีวิต (ตัว)						
	3 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน
1. ถุง NY+สารดูดออกซิเจน 100 ซี.ซี.	39.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
2. ถุง NY+Vacuum	31.0 a x	5.3 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
3. ถุง NY	37.0 a x	30.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
4. ถุง Ethylene and vinyl alcohol +vacuum	24.3 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
5. ถุง Ethylene and vinyl alcohol	36.0 a x	6.6 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
6. control(เลี้ยงในขวดแก้ว)	181.6 b x	258.0 b y	171.3 b x	197.6 b xy	187.3 b xy	193.7 b xy	448.5 b z
CV (a)	43.1						
CV (b)	51.1						

- ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (a,b) ที่ตามด้วยอักษร เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

- ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (x,y,z) ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7 จำนวนด้วงถั่วเหลืองที่รอดชีวิตในระยะดักแด้ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ระยะเวลา 3, 5, 7, 10, 15, 30 และ 60 วัน

กรรมวิธี	จำนวนด้วงถั่วเหลืองที่รอดชีวิต (ตัว)						
	3 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน
1. ถุง NY+สารดูดออกซิเจน 100 ซี.ซี.	37.0 a x	4.3 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
2. ถุง NY+Vacuum	51.0 ab y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
3. ถุง NY	82.6 b y	11.3 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
4. ถุง Ethylene and vinyl alcohol +vacuum	56.3 ab y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
5. ถุง Ethylene and vinyl alcohol	82.3 b y	3.6 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
6. control (เลี้ยงในขวดแก้ว)	267.0 c y	124.3 b xy	172.0 b xy	177.6 b y	184.6 b y	159.0 b xy	979.0 b z
CV (a)	40.5						
CV (b)	40.7						

- ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (a,b,c) ที่ตามด้วยอักษร เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT
- ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (x,y,z) ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 8 จำนวนด้วงถั่วเหลืองที่รอดชีวิตในระยะตัวเต็มวัย ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ระยะเวลา 3, 5, 7, 10, 15, 30 และ 60 วัน

กรรมวิธี	จำนวนด้วงถั่วเหลืองที่รอดชีวิต (ตัว)						
	3 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน
1. ถุง NY+สารดูดออกซิเจน 100 ซี.ซี.	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
2. ถุง NY+Vacuum	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
3. ถุง NY	60.6 b y	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
4. ถุง Ethylene and vinyl alcohol +vacuum	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
5. ถุง Ethylene and vinyl alcohol	9.3 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x
6. control (เลี้ยงในขวดแก้ว)	70.0 b y	44.0 b xy	35.0 b xy	0.0 a x	0.0 a x	0.0 a x	429.0 z
CV (a)	27.6						
CV (b)	16.9						

- ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (a,b) ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT
- ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (x,y,z) ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 9 ปริมาณก๊าซออกซิเจน (%) ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ระยะเวลา 3, 5, 7, 10, 15, 30 และ 60 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณก๊าซออกซิเจน (%)						
	3 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน
1. ถุง NY+สารดูดออกซิเจน 100 ซี.ซี.	9.27 a z	5.13 a y	2.33 a x	2.40 a x	2.53 a x	2.33 a x	2.23 a x
2. ถุง NY	15.97 c z	9.80 b y	6.43 b w	6.60 c w	6.30 b w	8.03 c x	8.87 c xy
3. ถุง Ethylene and vinyl alcohol	11.03 b z	9.40 b y	5.57 b wx	4.87 b w	5.37 b w	5.90 b wx	6.53 b x
CV (a)	9.79						
CV (b)	8.63						

- ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (a,b) ที่ตามด้วยอักษร เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี LSD

- ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (x,y,z) ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี LSD

ตารางที่ 10 ชนิดปริมาณของแมลง ในถุง NY ถุง Ethylene and vinyl alcohol และกระสอบพลาสติก และอุณหภูมิที่ทำการทดลองในสภาพโรงเก็บ ในระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลา (เดือน)	ชนิดปริมาณแมลงที่พบ						อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
	ถุง NY		ถุง Ethylene and vinyl alcohol		กระสอบพลาสติก		
	ในห้อง	ในกล่อง	ในห้อง	ในกล่อง	ในห้อง	ในกล่อง	
1 ธันวาคม	0	0	0	0	0	0	29.28
2 มกราคม	0	0	0	0	0	ด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลือง 87.75 ตัว	28.29
3 กุมภาพันธ์	0	0	0	0	0	ด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลือง 790.5 ตัว	29.14
4 มีนาคม	0	0	0	0	0	ด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลือง 1278.25 ตัว	29.71
5 เมษายน	0	0	0	0	เหาหนังสือ	ด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลือง 1750.25 ตัว	33.29
6 พฤษภาคม	0	0	0	0	เหาหนังสือ	ทำลาย 100 %	32.14
7 มิถุนายน	0	0	0	0	เหาหนังสือ และมอดยาสูบ 24.25 ตัว	ทำลาย 100 %	33.00
8 กรกฎาคม	0	0	0	0	เหาหนังสือ และมอดยาสูบ 92.25 ตัว	ทำลาย 100 %	33.29
9 สิงหาคม	0	0	0	0	เหาหนังสือ และมอดยาสูบ 265.89 ตัว	ทำลาย 100 %	32.71
10 กันยายน	0	0	0	0	เหาหนังสือ และมอดยาสูบ 471.23 ตัว	ทำลาย 100 %	33.15

ตารางที่ 11 ปริมาณความชื้นของเมล็ดถั่วเขียว (%) ในถุง NY ถุง Ethylene and vinyl alcohol และกระสอบพลาสติกที่ทำการทดลองในสภาพโรงเก็บ ที่ระยะเวลา 1-10 เดือน

ระยะเวลา (เดือน)	ปริมาณความชื้น (%)		
	ถุง NY	ถุง Ethylene and vinyl alcohol	กระสอบพลาสติก
1 ธันวาคม	10.85 abc y	10.97 abc y	10.08 ab x
2 มกราคม	10.80 abc x	10.88 abc x	10.77 a x
3 กุมภาพันธ์	10.77 ab x	11.20 c y	11.03 ab y
4 มีนาคม	10.83 abc x	10.78 ab x	11.07 ab x
5 เมษายน	10.78 ab x	10.68 a x	10.90 ab x
6 พฤษภาคม	10.67 ab x	11.13 bc y	11.17 b y
7 มิถุนายน	11.03 bc y	10.67 a x	10.98 ab x
8 กรกฎาคม	10.58 a x	10.95 abc y	11.65 c z
9 สิงหาคม	10.82 abc x	10.93 abc x	12.32 d y
10 กันยายน	11.17 c x	11.10 bc x	12.20 d y
CV (a)	3.2		
CV (b)	2.7		

- ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน (a,b,c,d) ที่ตามด้วยอักษร เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

- ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน (x,y,z) ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT