

การควบคุมไร *Suidasia pontifica* Oudemans ในอาหารไก่ โดยใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก

Control of *Suidasia pontifica* Oudemans Mites in Chicken Feed Using Formaldehyde Incorporated with Propionic Acid

ฉัตรภรณ์ กุณาวงค์^{1/} เยาวลักษณ์ จันทร์บาง^{1/} ไสว บุรณพานิชพันธุ์^{1/*} และ อำมร อินทร์สังข์^{2/}
Chattraporn Kunawong^{1/}, Yaowaluk Chanbang^{1/}, Sawai Buranapanichpan^{1/*} and Ammorn Insung^{2/}

Abstract: Formaldehyde and propionic acid are additives that are often used to control bacteria (e.g. *Salmonella*) and moulds in animal feed. In a series of experiments, the effectiveness of formaldehyde incorporated with propionic acid in controlling the mite *Suidasia pontifica* (Oudemans mite) was investigated. Three hundred *S. pontifica* mite were exposed to those chemicals mixed with chicken feed for 1 and 4 weeks. Number of mite in chicken feed (untreated control) was 1,022.00 $\pm$ 388.49 and 2,924.00 $\pm$ 1,104.05 individuals per 200 g of chicken feed after 1 and 4 weeks, respectively. The result showed that chicken feed mixed with formaldehyde incorporated with propionic acid at the 0.068:0.016% was able to reduce number of mites to 416.0 $\pm$ 74.48 and 388.0 $\pm$ 46.42 individuals per 200 g of chicken feed, respectively. In experiment 2, prevention of re-infestation of *S. pontifica* mite on chicken feed was studied. *S. pontifica* mite was able to re-infest in untreated chicken feed (26.00 $\pm$ 38.27 individuals) at week 4 meanwhile, *S. pontifica* was found in chicken feed mixed with formaldehyde incorporated with propionic acid at the 0.068:0.016% (92.00 $\pm$ 31.58 individuals) and 0.136:0.032% (18.00 $\pm$ 17.74 individuals) on week 7. In a final experiment, chicken feed mixed with the various ratios of formaldehyde incorporated with propionic acid was flushed through a PVC pipe which had been artificially contaminated with *S. pontifica*. The result showed that the number of mites recovered from chicken feed treated with formaldehyde incorporated with propionic acid at 0.034:0.008, 0.068:0.016 or 0.136:0.032% (w/w) and flushed through the contaminated pipe line was 592.00 $\pm$ 54.56, 150 $\pm$ 59.28, and 12.00 $\pm$ 24.00/200g, respectively. All these treatments gave significantly lower ($P < 0.05$) mite counts compared to flushing the pipe with untreated feed where 2,590 $\pm$ 855.35 mites/200g were found.

Keywords: Formaldehyde, propionic acid, chicken feed, storage mite, *Suidasia pontifica* Oudemans

^{1/} ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

^{2/} ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 10520

^{2/} Department of Pest Management Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang 10520

* Corresponding author: E-mail: sawai.b@cmu.ac.th

บทคัดย่อ: พอร์มาลดีไฮด์และกรดไพรฟิโอนิกเป็นสารเคมีที่นำมาใช้ผสมอาหารสัตว์เพื่อกำจัดจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Salmonella* sp. ได้นำมาใช้ในการทดสอบการควบคุมไร *Suidasia pontifica* Oudemans ซึ่งเป็นศัตรูในโรงเก็บที่พบในอาหารไก่ ในการทดลองที่ 1 นำอาหารไก่ผสมพอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดไพรฟิโอนิกอัตรา 0.017:0.004; 0.034:0.008; 0.068:0.016 และ 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก หลังจากนั้นปล่อยไร *S. pontifica* ให้สัมผัสกับอาหารจำนวน 300 ตัว ต่ออาหารไก่ 200 กรัม พบว่า ในชุดควบคุมไร *S. pontifica* สามารถเพิ่มจำนวนได้ 1,022.00 $\pm$ 388.49 ตัว และ 2,924.00 $\pm$ 1,104.05 ตัว ตามลำดับ หลังปล่อยไรเป็นเวลา 1 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ อาหารไก่ผสมพอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดไพรฟิโอนิกที่ระดับความเข้มข้น 0.068:0.016 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีผลทำให้จำนวนไรลดลงเหลือ 416.00 $\pm$ 74.48 ตัว และ 388.00 $\pm$ 46.42 ตัว ต่ออาหารไก่ 200 กรัม ตามลำดับ ในการทดลองที่ 2 การป้องกันไร *S. pontifica* เข้าทำลาย (re-infestation) อาหารไก่ที่ผสมพอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดไพรฟิโอนิก พบว่าในชุดควบคุมไรเข้าทำลายอาหารไก่ในสัปดาห์ที่ 4 มีจำนวนเฉลี่ย 26.00 $\pm$ 31.58 ตัว ส่วนอาหารไก่ผสมพอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดไพรฟิโอนิก อัตรา 0.068:0.016 และ 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์ พบไรเข้าทำลาย ในสัปดาห์ที่ 7 มีปริมาณไร 92.00 $\pm$ 38.27 และ 18.00 $\pm$ 17.74 ตัว ตามลำดับ มีผลทำให้การเข้าทำลายซ้ำของไรช้าลง และในการทดลองที่ 3 ได้นำอาหารไก่ผสมพอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดไพรฟิโอนิก ในการทำความสะอาดท่อลำเลียงอาหารจำลองที่ประยุกต์การปนเปื้อนของไรจากท่อ PVC พบว่า ปริมาณไร *S. pontifica* ในกรรมวิธีที่ใช้พอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดไพรฟิโอนิกผสมกับอาหารไก่อัตรา 0.034:0.008 เปอร์เซ็นต์ (592.00 $\pm$ 54.65 ตัว), 0.068:0.016 เปอร์เซ็นต์ (150.00 $\pm$ 59.28 ตัว) และ 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์ (12.00 $\pm$ 24.00 ตัว) แตกต่างจากไรที่ปนเปื้อนในท่อลำเลียงในชุดควบคุม (2,590.00 $\pm$ 855.35 ตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: พอร์มาลดีไฮด์ กรดไพรฟิโอนิก อาหารไก่ ไรในโรงเก็บ *Suidasia pontifica* Oudemans

คำนำ

ไรส่วนใหญ่ที่มีความสำคัญต่อการเก็บผลผลิตในโรงเก็บจะอยู่ใน อันดับย่อย Acaridida โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน วงศ์ (family) Acaridae ซึ่งไรในวงศ์นี้ จัดเป็นไรที่ทำความเสียหายให้กับผลผลิตในโรงเก็บมากที่สุด โดยสามารถเพิ่มปริมาณและขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วเมื่อมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ไรศัตรูโรงเก็บ พลอยชมพู และคณะ (2553) รายงานว่าไรศัตรูโรงเก็บในประเทศไทย พบ ไรทั้งสิ้น 38 ชนิด 12 วงศ์ เป็นไรศัตรูในโรงเก็บและผลิตผลทางการเกษตรรวมทั้งสิ้น 23 ชนิด 4 วงศ์ ได้แก่ Eriophyidae 1 ชนิด วงศ์ Acaridae 15 ชนิด Histiotomidae 1 ชนิด และวงศ์ Glycyphagidae 6 ชนิด ส่วนที่เหลืออีก 13 ชนิด 8 วงศ์ เป็นไรศัตรูธรรมชาติ โดยพบว่าไรศัตรูในโรงเก็บชนิดที่มีความสำคัญได้แก่ *Aceria tulipae* (Keifer) พบในหัวหอมและกระเทียมทั้งในสภาพไร่ และหลังการเก็บเกี่ยว ไร *Tyrophagus communis* Fan&Zhang *Tyrophagus javensis* (Oudemans) *Tyrophagus robertsonae* Lynch พบในหัวหอม

กระเทียมและเมล็ดธัญพืช ไร *Lardoglyphus konoi* (Sasa and Asanuma) พบในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลตากแห้ง เช่น ปลาหมึกแห้ง ปลาแห้ง ฯ นอกจากนี้ไร *Suidasia pontifica* Oudemans พบระบาดเสมอในโรงงานอาหารสัตว์และผลิตภัณฑ์อาหารทะเลตากแห้ง

ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากไรกัดกินเปลือกที่หุ้มเมล็ด แล้วเข้าไปกินเอ็มบริโอ ของเมล็ด ทำให้เมล็ดสูญเสียความงอก ของเสียและคราบของไรที่อาศัยอยู่ในแป้ง เมล็ดพืช หรือสิ่งของนั้น ๆ ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน ไม่สามารถนำไปบริโภคได้ นอกจากนี้ไรสามารถเป็นตัวแพร่เชื้อราและแบคทีเรีย ซึ่งสร้างความเสียหายให้กับผลผลิตที่เก็บรักษาในโรงเก็บเป็นจำนวนมาก การเข้าทำลายอย่างรุนแรงของไรศัตรูโรงเก็บบนผลผลิตที่กองซ้อนกันบนพื้นของโรงเก็บ จะปล่อยกลิ่นคล้ายกลิ่นมะนาวออกมาจึงเป็นชื่อที่เรียกไรชนิดนี้ว่า Lemon-scented mite (Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, 2010)

ไรในโรงเก็บหรือไรผิวย่น *Suidasia pontifica* เป็นไรศัตรูกระเทียมที่พบมากในประเทศไทย พบได้ใน

อาหารสัตว์ เมล็ดทานตะวัน ปลาแห้ง ถั่วลิสงดิบ อาหารเสริมสำหรับสัตว์ และงาขาว ไรชนิดนี้มีผิวย่น ลำตัวเป็นรูปไข่ค่อนข้างยาว มีสีขาว หรือครีม ผิวของลำตัวมีรอยย่นแตกเป็นช่อง ๆ คล้ายรูปเซลล์เรียงต่อกัน ไรชนิดนี้เข้าทำลายผลผลิตที่เก็บในโรงเก็บจนเกิดความเสียหายทั้งปริมาณและคุณภาพ ตลอดจนเป็นพาหะนำเชื้อราเข้าทำลายในผลผลิตการเกษตรและในผลิตภัณฑ์อาหารแห้งชนิดต่าง ๆ ที่เก็บไว้รอการบริโภค ทำให้เกิดเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคได้ (จรงค์ศักดิ์ และอำมร, 2555) นอกจากนี้ยังพบว่าไรชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตในหูของมนุษย์ จนทำให้เกิดอาการปวดหูได้อีกด้วย (Ho and Wu, 2002)

ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์มีค่าใช้จ่ายถึง 50-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นเหตุให้การเลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องซื้อวัตถุดิบที่ผลิตอาหารสัตว์มาเก็บไว้ โดยเฉพาะในช่วงที่วัตถุดิบมีราคาสูง ซึ่งการเก็บไว้เป็นเวลานาน อาจทำให้อาหารสัตว์เกิดความไม่ปลอดภัย อาจมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้แก่ การปนเปื้อนเชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และการปนเปื้อนหรือตกค้างของยาหรือสารเคมี เช่น สารกำจัดแมลง และสารกำจัดศัตรูพืชอื่น ๆ เนื่องจากแมลงและไรศัตรูผลผลิตในโรงเก็บจัดเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตมีการปนเปื้อนเชื้อรา และส่งผลให้ค่าความชื้นของวัตถุดิบมีการเพิ่มมากขึ้นได้ (Rees, 1995) ปัจจุบันอาหารสัตว์มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของสัตว์จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพของอาหารสัตว์ มีการเก็บรักษาอาหารสัตว์ที่ดี เป็นสัดส่วน เพื่อให้อาหารสัตว์นั้นมีคุณภาพและไม่ปนเปื้อนกับสิ่งที่อาจเป็นพิษหรืออาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์ การถนอมคุณภาพอาหารสัตว์อาจทำได้หลายวิธี เช่น การทำให้อาหารแห้ง การนำอาหารสัตว์ไปแช่แข็ง และการเก็บรักษาไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำ ส่วนการใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติสามารถรับประทานได้ในอัตราส่วนที่กำหนด คือ organic acids acetic, lactic, propionic, sorbic และ benzoic acids (พันทิพา, 2542)

สำหรับวิธีการป้องกันกำจัดไรศัตรูโรงเก็บ ในประเทศไทยยังไม่ได้มีการกำหนดมาตรการให้ชัดเจน ส่งผลให้เกษตรกร กลุ่มผู้จำหน่ายอาหาร และบริษัทผลิตอาหารสัตว์ยังประสบปัญหาในการป้องกันกำจัดไรศัตรูโรงเก็บ (อำมร และจรงค์ศักดิ์, 2553) ในการป้องกันกำจัด

แมลง และไรศัตรูโรงเก็บ การรักษาความสะอาดเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยลดการสะสมแมลงและไรได้ วิธีการทำความสะอาดโรงงานผลิตอาหารในบริเวณที่ไม่มี การถอดชิ้นส่วนของอุปกรณ์ที่ต่อเป็นสายการผลิต หรือเรียกว่า clean in place (CIP) จำเป็นต้องใช้วัสดุบางอย่างเข้าไปทำความสะอาดภายใน ซึ่งเป็นระบบการทำความสะอาด อุปกรณ์แปรรูปอาหารที่ต่อกันเป็นสายการผลิต หรือ เครื่องจักรแต่ละตัว แบบอัตโนมัติ โดยไม่ต้องถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของอุปกรณ์ออกจากกัน ประกอบกับโรงงานผลิตอาหารสัตว์มีการเดินเครื่องจักรตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นการทำความสะอาดอาจใช้วัตถุดิบที่ผลิตอาหารผสมกับฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก 0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์ หรือกรดธรรมชาติอื่น ๆ เช่น กรดฟอริก เพื่อลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ หรือใช้สารผสมระหว่างกรดดังกล่าวนำมาผสมกับอาหารสัตว์ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมาแล้ว

ฟอร์มาลดีไฮด์ หรือ ฟอร์มาลิน (Formaldehyde or Formalin) ในทางการแพทย์ใช้ฆ่าเชื้อโรค (germicide) และฆ่าเชื้อรา (fungicide) นอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้เป็นสารกันบูด (preservative) ที่ความเข้มข้นประมาณ 0.004 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยป้องกันการขึ้นราในการเก็บรักษาข้าวสาลี หรือป้องกันการเน่าเสียในพวกข้าวโอ๊ตหลังจากเก็บเกี่ยว ในอาหารสัตว์ฟอร์มาลดีไฮด์นำมาใช้ผสมกับอาหารสัตว์ เพื่อกำจัดแบคทีเรีย *Salmonella* sp. สามารถนำมาใช้ในอาหารสัตว์ได้ในอัตรา 660 mg/kg เป็นสารที่มีการสลายตัวในธรรมชาติได้อย่างรวดเร็ว (European Commission, 2002) และใช้เพื่อป้องกันแมลงในธัญพืชหลังการเก็บเกี่ยว (กระทรวงสาธารณสุข, มปป.) รวมทั้งใช้เป็นสารรมควัน (fumigant) เพื่อกำจัดแมลงในโรงเก็บ และโกดังเก็บของ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข, 2544)

กรดโพรพิโอนิก (propionic acid) เป็นสารถนอมคุณภาพอาหารสัตว์ ยับยั้งเชื้อราในอาหารสัตว์ทุกชนิด (กรมปศุสัตว์, 2548) กรดโพรพิโอนิก มีสูตรโมเลกุลคือ $C_3H_6O_2$ เป็นของเหลว ไม่มีสี กลิ่นฉุน ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ใช้เป็นสารเติมแต่งอาหาร กรดโพรพิโอนิกมีคุณสมบัติต่างจากวัตถุดิบเสียอื่น เช่น เบนโซเอต และซอร์เบต คือสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

และรา ได้ดีกว่ายีสต์ กรดโพรพิโอนิกเป็นกรดอินทรีย์ที่พบตามธรรมชาติในผลไม้และพืชบางชนิด เช่น แอปเปิ้ล สตรอเบอร์รี่ และชา มีคุณสมบัติเด่นคือ มีกลิ่นแรง และกักคร่อน จึงนิยมใช้ในรูปแบบของเกลือโซเดียมโพรพิโอเนต (sodium propionate) หรือแคลเซียมโพรพิโอเนต (calcium propionate) มากกว่า ใช้ในการป้องกันเชื้อราและลักษณะที่เป็นเมือกในขนมปัง อีกทั้งใช้ในการควบคุมการเจริญของเชื้อราในเนยแข็ง ช็อกโกแลต ผัก ผลไม้ คุณก็และน้ำตาลปีบ การยับยั้งเชื้อราของเกลือโพรพิโอเนตจะให้ผลดีที่ pH 3.5-4.5 (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 8, 2553) ในการกำหนดปริมาณการใช้กรดโพรพิโอนิก ประสิทธิภาพของกรดไขมันอาหารสัตว์ คือ ให้ใช้ได้ไม่เกิน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2539)

จากคุณสมบัติของฟอर्मาลดีไฮด์และกรดธรรมชาติดังกล่าวที่นำมาใช้ในการยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียในอาหารสัตว์ จึงมีสมมติฐานว่าการใช้กรดธรรมชาติอาจจะมีผลในการควบคุมไรที่เป็นศัตรูของวัตถุดิบนำมาทำอาหารสัตว์ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาอัตราส่วนของกรดธรรมชาติและระยะเวลาที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดไร *S. pontifica* อย่างสมบูรณ์ 2) ศึกษาการเข้าทำลายของไร *S. pontifica* ในอาหารไก่ที่ผสมกรดธรรมชาติในอัตราส่วนต่าง ๆ และ 3) การป้องกันการแพร่กระจายของไรที่เกิดจากปนเปื้อนในขณะลำเลียงอาหารไก่ผ่านระบบท่อลำเลียงด้วยกรดธรรมชาติ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเลี้ยงและการเพิ่มปริมาณไร *S. pontifica*

นำไรศัตรูโรงเก็บ *S. pontifica* ที่ปนเปื้อนในอาหารเลี้ยงสัตว์มาเลี้ยงเพิ่มปริมาณในอาหารไก่ผสมยีสต์ในอัตราส่วน 10:1 ทำการเพาะเลี้ยงไรในขวดโหลแก้วขนาดบรรจุ 500 มิลลิลิตร ที่บรรจุอาหารไก่ 300 กรัม ปิดฝาด้วยกระดาษแบบหนา นำมาวางบนภาชนะที่มีน้ำผสมสารโพพิลีนไกลคอล ในอัตราส่วน 10:1 เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากไรในแหล่งอื่น จากนั้นนำตัวเต็มวัยของไรใส่ลงในขวดโหลแก้วที่เตรียมไว้ประมาณ 1,000 ตัวต่อขวด เพื่อให้ไรมีการผสมพันธุ์และวางไข่ เป็นเวลา 10 วัน ตัด

กระดาษขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร ใส่ลงไปในขวดโหลแก้วที่มีไร ทั้งนี้เป็นเวลา 1 วัน ไรตัวเต็มวัยจะเดินขึ้นมานบนกระดาษ จากนั้นทำการย้ายกระดาษที่มีไรตัวอ่อนใส่ในขวดโหลแก้วที่บรรจุอาหารสัตว์ใหม่ เพื่อให้ได้ไรที่มีอายุใกล้เคียงกัน

การศึกษาความเข้มข้นของฟอर्मาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิกที่เหมาะสมในการยับยั้งไร *S.*

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของสารผสมฟอर्मาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก ที่สามารถกำจัดไรได้เมื่อไรมีการสัมผัสกับอาหารที่ผสมกับสารผสมฟอर्मาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิกโดยตรง โดยนำไรตัวเต็มวัยจำนวน 300 ตัว ใส่ในอาหารไก่ ปริมาณ 200 กรัม ที่ผสมกับสารผสมฟอर्मาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก (formaldehyde 17% w/w และ propionic acid 4% w/w, Pink Powder™, P.V.T. Manufacturing Co., Ltd. นนทบุรี ประเทศไทย) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้ 0.017:0.004, 0.034:0.008, 0.068:0.016 และ 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตามลำดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่อาหารไก่ไม่ได้ผสมสารผสมฟอर्मาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก แต่ละกรรมวิธี ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ระยะเวลา 7 วัน และ 1 เดือน หลังการเก็บรักษา ทำการบันทึกผลโดยใช้วิธีสุ่มย่อย (subsampling) โดยแบ่งตัวอย่างอาหารไก่ออกเป็น 1/8 ส่วนคิดเป็นอาหารไก่จำนวน 25 กรัม จากขนาดตัวอย่างอาหารไก่ 200 กรัม จากนั้นนับจำนวนไรทั้งหมด เปรียบเทียบจำนวนไรหลังจากไรสัมผัสอาหารไก่ที่ผสมฟอर्मาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิกเป็นเวลา 7 วัน และ 1 เดือน นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของไรโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) และเปรียบเทียบการเพิ่มปริมาณของไรในรุ่นถัดไปจากการตรวจนับปริมาณไรที่รอดชีวิตในระยะเวลา 1 เดือน

การศึกษาการเข้าทำลายของไร *S. pontifica* ในอาหารไก่ที่ผสมฟอर्मาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิกในความเข้มข้นที่เหมาะสม

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิกที่เหมาะสมในการป้องกันไรเข้าทำลายอาหารไก่ โดยประเมินจากระยะเวลาที่อาหารไก่ผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิก มีไรเข้าทำลาย หลังจากการเริ่มต้นผสมอาหารไก่กับสารผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิก จากนั้นทำการประเมินทุก 7 วัน รวมระยะเวลา 3 เดือน โดยเตรียมอาหารไก่ 200 กรัม ผสมกับสารผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิก ในอัตรา 0.017:0.004, 0.034:0.008, 0.068:0.016 และ 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทุกกรรมวิธี (ความเข้มข้น) ทำ 4 ซ้ำ แต่ละกรรมวิธีเตรียมไว้สำหรับการตรวจนับไรเพียงครั้งเดียวในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้วิธีสุ่มย่อย (subsampling) โดยแบ่งตัวอย่างอาหารไก่ออกเป็น 1/8 ส่วนจากนั้นนับจำนวนไรทั้งหมดในอาหารไก่จำนวน 25 กรัม กรรมวิธีที่ถูกนับไรแล้วจะไม่นำกลับมานับอีก ทุกกรรมวิธีทำในสภาพห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของจำนวนไรที่พบในอาหารไก่ โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

การศึกษาการป้องกันการกระจายตัวของไร *S. pontifica* ที่ปนเปื้อนในทอลำเลียงอาหารไก่แบบจำลองด้วยสารผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิก

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ที่ศึกษาการป้องกันการกระจายตัวของไร ที่อาจปนเปื้อนติดไปกับทอลำเลียง โดยใช้อาหารไก่ผสมกับสารผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิกส่งผ่านทอลำเลียง เพื่อทำความสะอาดและกำจัดไรออกจากทอลำเลียง โดยการจำลองสถานการณ์การปนเปื้อนด้วยการนำอาหารไก่ 200 กรัม ที่มีไรปะปนอยู่ประมาณ 1,000 ตัว ใส่ลงในทอลำเลียง ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ความยาว 2 เมตร มีข้อต่องอ ปิดฝาเพื่อให้นิท แล้วเขย่าให้อาหารไก่กระจายอยู่ทั่วทอลำเลียงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเทอาหารไก่ออกจากทอลำเลียง นำอาหารไก่ชุดใหม่ 2,400 กรัม ผสม

ฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิก (คล้ายกับการ flush หรือการทำความสะอาดทอลำเลียง) มาผ่านท่อที่มีการปนเปื้อนไร จากนั้นนำอาหารไก่ผสมกับสารผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิก ที่ผ่านทอลำเลียงไปเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 7 วัน จึงตรวจนับปริมาณไรทุก ๆ สัปดาห์ โดยใช้วิธีสุ่มย่อย (subsampling) แบ่งตัวอย่างอาหารไก่ออกเป็น 1/8 ส่วน จากนั้นนับจำนวนไรทั้งหมดทั้งเป็นและตายในอาหารไก่จำนวน 25 กรัม ทำการทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ปัจจัยของความเข้มข้นของสารผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิก (5 ระดับความเข้มข้น 0.00:0.00, 0.017:0.004, 0.034:0.008, 0.068:0.016 และ 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์) แบบ measurement over time ซึ่งใช้ระยะเวลาในการตรวจนับแมลงทุกสัปดาห์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 หลังจากทดลองจนกระทั่งครบ 12 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของจำนวนไรที่พบในอาหารไก่ โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ผลและวิจารณ์

การศึกษาความเข้มข้นของสารผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิกที่เหมาะสมในการยับยั้งการเพิ่มปริมาณไร *S. pontifica*

ปริมาณไรในอาหารไก่ จำนวน 300 ตัว สามารถเพิ่มปริมาณเป็น 1,022 ตัวต่ออาหารไก่ 200 กรัม ในช่วงเวลา 1 สัปดาห์ และเพิ่มจำนวนเป็น 2,924 ตัว ในช่วงเวลา 4 สัปดาห์ การใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิกผสมอาหารไก่ในกรรมวิธีต่าง ๆ ให้ผลในการยับยั้งการเพิ่มปริมาณไรแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิกที่ 0.017:0.004 และ 0.034:0.008 เปอร์เซ็นต์ พบว่าที่ระยะเวลา 1 สัปดาห์ มีปริมาณไร 612 และ 484 ตัวต่ออาหารไก่ 200 กรัม ตามลำดับ ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม แต่ที่ระดับ 0.068:0.016 และ 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไรเพิ่มปริมาณแตกต่างจากชุดควบคุม เมื่อเก็บรักษาอาหารไก่เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สารผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์อินิก 0.017:0.004

เปอร์เซ็นต์ มีผลยับยั้งไร การลดปริมาณไรลงเหลือ 1,140 ตัวต่ออาหารไก่ 200 กรัม แตกต่างจากชุดควบคุม (2,924 ตัวต่อ 200 กรัม) และเมื่อปริมาณสารผสมฟอร์มาลดีไฮด์ ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิกเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ ปริมาณไร แตกต่างจากชุดควบคุม (ตารางที่ 1)

ศึกษาการเข้าทำลายของไร *S. pontifica* ในอาหารไก่ที่ผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิกในความเข้มข้นที่เหมาะสม

การใช้กรดธรรมชาติที่ประกอบไปด้วย ฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิกในกรรมวิธี (ความเข้มข้น) ต่าง ๆ มีผลทำให้จำนวนไรเข้าทำลายอาหารไก่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระยะเวลาที่เก็บรักษาอาหารไก่มีผลต่อจำนวนไรในอาหารไก่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในช่วงเวลา 3 สัปดาห์แรกไม่พบไรในอาหารไก่ชุดควบคุม (untreated control) เริ่มพบไรในสัปดาห์ที่ 4 จำนวนเฉลี่ย 26.00 ± 31.58 ตัว ของการศึกษาและเพิ่มจำนวนมากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บอาหารไก่อยาวนานขึ้น ที่ระดับความเข้มข้น 0.017:0.004 และ 0.034:0.008 เปอร์เซ็นต์ ไรมีการเพิ่มจำนวนในสัปดาห์ที่ 4 เช่นกัน ส่วนกรรมวิธีที่อาหารไก่ผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิก 0.068:0.016 และ 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์ พบการเพิ่มจำนวนของไรในสัปดาห์ที่ 7 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อาหารไก่ผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิกมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของไร (ตารางที่ 2)

ศึกษาการแพร่กระจายของไรที่เกิดจากปนเปื้อนในขณะลำเลียงอาหารไก่ผ่านระบบท่อลำเลียงด้วยฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิก

ในสัปดาห์แรกหลังจากใช้อาหารไก่ผสมสารผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิกในอัตราส่วนต่าง ๆ ทำความสะอาดท่อลำเลียง ไม่พบจำนวนไรในชุดควบคุม และในอาหารไก่ผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิกที่ความเข้มข้น 0.068:0.016 เปอร์เซ็นต์ และ 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ความเข้มข้น 0.017:0.004 เปอร์เซ็นต์ และ 0.034:0.008 เปอร์เซ็นต์ พบไร 2 และ 24 ตัว ตามลำดับ ซึ่งจำนวนไรที่พบในสัปดาห์แรกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และไรเริ่มเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาที่ผ่านไป หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์พบว่าในอาหารไก่ที่ผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิกที่ความเข้มข้น 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์ พบจำนวนไรน้อยที่สุด คือ 30 ตัว รองลงมาคือความเข้มข้นที่ 0.068:0.016 เปอร์เซ็นต์ พบไร 78 ตัว ส่วนที่ความเข้มข้น 0.017:0.004, 0.034:0.008 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุม พบไร 318, 330 และ 536 ตัว ตามลำดับ หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์พบว่า ในอาหารไก่ที่ได้ผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิกที่ความเข้มข้น 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์ พบจำนวนไรน้อยที่สุด คือ 108 ตัว รองลงมาได้แก่ที่ความเข้มข้น 0.068:0.016 เปอร์เซ็นต์ พบ 612 ตัว ส่วนที่ความเข้มข้น 0.034:0.008, 0.017:0.004 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุม จำนวนไรเท่ากับ 1,268, 3,128 และ 5,164 ตัว ตามลำดับ และหลังจากเก็บ

Table 1 Number of *Suidasia pontifica* Oudemans mite in chicken feed initially spiked with 300 mites and treated with formaldehyde and propionic acid and stored for 1 week and 4 weeks

Treatment	Average number of mites found in 200 g. chicken feed				
	Control	0.017:0.004*	0.034:0.008	0.068:0.016	0.136:0.032
1 week after treatment	1,022.0 $\pm$ 338.49 ^{1/bc}	612.0 $\pm$ 85.29 ^{bcd}	484.0 $\pm$ 63.50 ^{cd}	416.0 $\pm$ 74.48 ^d	352.0 $\pm$ 77.01 ^d
4 weeks after treatment	2,924.0 $\pm$ 1104.05 ^a	1,140.0 $\pm$ 318.16 ^b	600.0 $\pm$ 52.66 ^{bcd}	426.0 $\pm$ 67.05 ^d	388.0 $\pm$ 46.42 ^d

^{1/} Means in the same row and column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$.

* formaldehyde:propionic acid (% w/w)

Table 2 Number of *S. pontifica* mites found in 200 g of initially uninfected chicken feed when stored for up to 3 months

Time (week)	Average number of mites found in 200 g. chicken feed				
	control	0.017:0.004*	0.034:0.008	0.068:0.016	0.136:0.032
1	0.0 ^{1/p}	0.0 ^p	0.0 ^p	0.0 ^p	0.0 ^p
2	0.0 ^p	0.0 ^p	0.0 ^p	0.0 ^p	0.0 ^p
3	0.0 ^p	0.0 ^p	0.0 ^p	0.0 ^p	0.0 ^p
4	26.0 ±31.58 ^p	4.0 ±8.00 ^p	10.0 ±20.00 ^p	0.0 ^p	0.0 ^p
5	648.0 ±184.17 ^{nop}	58.0 ±26.43 ^p	64.0 ±43.82 ^p	0.0 ^p	0.0 ^p
6	896.0 ±291.17 ^{nop}	98.0 ±32.25 ^{op}	60.0 ±37.24 ^p	0.0 ^p	0.0 ^p
7	2,156.0 ±798.97 ^m	696.0 ±340.60 ^{nop}	28.0 ±325.91 ^{nop}	92.0 ±38.37 ^{op}	18.0 ±17.74 ^p
8	7,438.0 ±1111.75 ^g	5,092.0 ±1248.90 ⁱ	3,160.0 ±411.72 ^{ikl}	716.0 ±207.85 ^{nop}	304.0 ±98.41 ^{nop}
9	8,910.0 ±1009.64 ^e	5,888.0 ±763.12 ^{hi}	3,822.0 ±238.88 ^j	994.0 ±198.81 ^{no}	450.0 ±68.31 ^{nop}
10	12,312.0 ±863.68 ^c	6,688.0 ±435.74 ^{gh}	5,826.0 ±756.17 ^{hi}	2,722.0 ±374.06 ^{klm}	702.0 ±105.20 ^{nop}
11	14,748.0 ±1302.49 ^b	8,040.0 ±318.06 ^{ef}	6,590.0 ±522.41 ^{gh}	3,252.0 ±454.08 ^{lk}	1,050.0 ±148.43 ⁿ
12	22,814.0 ±1482.91 ^a	12,670.0 ±2792.06 ^c	10,580.0 ±2264.80 ^d	6,718.0 ±1086.18 ^{gh}	2,296.0 ±283.45 ^{lm}

^{1/} Means in the same row and column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$

* formaldehyde:propionic acid (% w/w)

รักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ในอาหารไก่ที่ผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก ที่ความเข้มข้น 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์ พบจำนวนไรน้อยที่สุด คือ 766 ตัว รองลงมาได้แก่ที่ความเข้มข้น 0.068:0.016 เปอร์เซ็นต์ พบ 2,780 ตัว ส่วนที่ความเข้มข้น 0.034:0.008, 0.017:0.004 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุม พบไร 5,536, 8,648 และ 17,042 ตัว ตามลำดับ ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Collins (2006) ที่ได้รายงานว่ ในข้าวสาลีผสมกรดโพรพิโอนิกในอัตรา 0.5-0.8 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีอัตราการตายของ *Acarus siro* 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ในการเสริมกรดโพรพิโอนิกในอาหารสัตว์นั้นยังพบว่าสามารถช่วยป้องกันแมลงชนิดอื่นได้อีกด้วย โดยมีผลการศึกษาของ Nattudurai *et al.* (2012) พบว่า เมื่อผสมสารเบนซาลดีไฮด์ กับกรดโพรพิโอนิก ทำให้มีอัตราการตายของมอดแป้งระยะตัวเต็มวัย 99.3 เปอร์เซ็นต์ หลังจากกรมเป็นเวลา 15 วัน และกรดโพรพิโอนิกยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา

และยีสต์ ที่อาจก่อปัญหาให้เกิดความเสียหายในธุรกิจอาหารสัตว์ จึงมีการใช้กรดโพรพิโอนิกเพื่อเก็บรักษาเมล็ดที่ความชื้นสูงได้อีกด้วย (Collins, 2006) และ Tursun *et al.* (2011) ได้ศึกษาความเป็นพิษของสารฟอร์มาลดีไฮด์กับแมลงหวี่ *Drosophila melanogaster* โดยแสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนของสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่ 0.25 เปอร์เซ็นต์ หรือ 0.50 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้น้ำหนักตัวของหนอนวัย 3 และตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมียลดลง ฟอร์มาลดีไฮด์อาจยับยั้งการเจริญเติบโตของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยชะลอการพัฒนาของตัวอ่อนแมลงหวี่ ทำให้ใช้ระยะเวลาการเจริญเติบโตนานขึ้น และมีผลกระทบต่อการสืบพันธุ์ของแมลงหวี่ นอกจากนี้ ความเป็นพิษของกรดโพรพิโอนิกพบว่ามีผลต่อ *S. granaries* ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวสาลี เมื่อได้รับกรดนี้จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณของแมลงได้ และพบแมลงเหลือรอดเพียง 1.3 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ในข้าวสาลีที่คลุกด้วยโพรพิโอนิก 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบแมลงในรุ่นลูกเลยถ้ามีการใช้กรดโพรพิโอนิกเข้มข้นถึง 1 เปอร์เซ็นต์ (Lorenz *et al.*, 2010)

Table 3 Number of *S. pontifica* mites found in 200 g chicken feed following flushing of a mite-infested processing pipe line with chicken feed containing different concentrations of formaldehyde and propionic acid

Time (week)	Average number of mites found in different concentrations (percent)				
	Control	0.017:0.004*	0.034:0.008	0.068:0.016	0.136:0.032
1	0.0 ^{1/o}	2.0 ±23.55 ^o	24.0±23.55 ^o	0.0 ^o	0.0 ^o
2	0.0 ^o	30.0 ±13.66 ^o	36.0±29.57 ^o	10.0 ±15.14 ^o	0.0 ^o
3	556.0 ±158.59 ^{no}	364.0 ±100.88 ^{no}	628.0±116.21 ^{no}	10.0 ±15.14 ^o	6.0 ±24.00 ^o
4	536.0 ±204.38 ^{no}	318.0 ±87.97 ^{no}	330.0±77.94 ^{no}	78.0 ±40.99 ^o	30.0 ±10.07 ^o
5	2,590.0 ±855.35 ^{ijk}	1,294.0 ±397.67 ^{klmno}	592.0±54.65 ^{no}	150.0 ±59.28 ^{no}	12.0 ±24.00 ^o
6	3,328.0 ±561.64 ^{hi}	1,374.0 ±381.23 ^{klmno}	668.0±33.63 ^{no}	140.0 ±33.63 ^{no}	28.0 ±24.87 ^o
7	4,572.0 ±505.23 ^{lgh}	2,314.0 ±484.09 ^{ijkl}	876.0±87.76 ^{lmno}	378.0 ±126.72 ^{no}	90.0 ±43.51 ^o
8	5,164.0 ±732.88 ^{efg}	3,128.0 ±162.78 ^{hij}	1,268.0±128.08 ^{klmno}	612.0 ±86.04 ^{no}	108.0 ±27.33 ^o
9	5,742.0 ±1122.20 ^{ef}	3,496.0 ±277.21 ^{hi}	1,446.0±193.15 ^{klmno}	726.0 ±79.30 ^{mno}	142.0 ±30.90 ^{no}
10	7,396.0 ±1420.65 ^{cd}	3,760.0 ±365.27 ^{ghi}	1,650.0±219.81 ^{klmn}	950.0 ±189.81 ^{lmno}	190.0 ±38.85 ^{no}
11	11,076.0 ±1555.69 ^b	6,612.0 ±933.51 ^{de}	3,608.0±368.29 ^{hi}	2,234.0 ±190.48 ^{ijklm}	600.0 ±45.72 ^{no}
12	17,042.0 ±2379.52 ^a	8,648.0 ±1122.42 ^c	5,536.0±544.27 ^{ef}	2,780.0 ±325.32 ^{ijk}	766.0 ±53.22 ^{mno}

^{1/}Means in the same column followed by different superscripts are significantly different at $P < 0.05$

* formaldehyde: propionic acid (% w/w)

สรุป

อาหารไก่ผสมฟอรัมาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิกในอัตรา 0.068:0.016 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก มีผลยับยั้งไร *Suidasia pontifica* Oudemans ให้เหลือ 416.0 ±74.48 ตัว หลังจากการทดลองปล่อยโรงไป ในอัตรา 300 ตัว ต่ออาหารสัตว์ 200 กรัม เป็นเวลา 7 วัน แตกต่างจากชุดควบคุมที่ไรสามารถเพิ่มปริมาณได้เป็น 1,022 ตัว ต่ออาหารสัตว์ 200 กรัม และเมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือนพบว่าปริมาณไร *S. pontifica* ในอาหารสัตว์ผสมฟอรัมาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิก ที่ระดับความเข้มข้น 0.017:0.004 เปอร์เซนต์ ขึ้นไปมีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

อาหารไก่ผสมฟอรัมาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิกมีผลให้ระยะเวลาการเข้าทำลายของไรแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาหารไก่ที่ผสมกับสารดังกล่าวในความเข้มข้น 0.068:0.016 และ 0.136:0.032 เปอร์เซนต์ มีผลในการป้องกันทำให้การเข้า

ทำลายของไรช้าลง โดยพบการเจริญของไรในอาหารไก่ที่ผสมสารดังกล่าวกลับเข้าทำลายในสัปดาห์ที่ 7 ส่วนอาหารไก่ที่ไม่ได้ผสมกับสารดังกล่าวตรวจพบว่าไรเข้าทำลายในสัปดาห์ที่ 4

จากการนำอาหารไก่ผสมกับสารผสมฟอรัมาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ฟิโอนิกที่ความเข้มข้น 0.136:0.032 เปอร์เซนต์ ทำความสะอาดท่อลำเลียงแบบจำลองที่มีโรปนเปื้อนอยู่ พบว่าอาหารที่นำมาทำความสะอาดท่อลำเลียงอาหารแบบจำลอง มีปริมาณไรติดมาและเพิ่มปริมาณเป็น 30, 108 และ 766 ตัว ในเดือนที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ที่ชุดควบคุม พบไร 536, 5,164 และ 17,042 ตัว ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ P. V. T. Manufacturing Co., Ltd. นนทบุรี ประเทศไทย

ขอขอบคุณ คุณพลอยชมพู กรวิภาสเรื่อง
สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ที่
ช่วยให้คำแนะนำในการเทคนิคการทดสอบไรและให้
ความรู้ในการจำแนกชนิดของไร ซึ่งทำให้การทดลองนี้
สำเร็จจะล่องไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2544. เอกสารข้อมูลความปลอดภัย
เคมีภัณฑ์ (MSDS). (ระบบออนไลน์).
แหล่งข้อมูล : <http://msds.pcd.go.th/pdf/40.pdf> (31 มีนาคม 2557).
- กรมปศุสัตว์. 2548. ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนอาหารสัตว์.
(ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล :
<http://www.dld.go.th/certify/th/images/stories/BLSC/feed%20quality%20control/FeedFeed%20Quality%20Control/low%20res.pdf> (18 ธันวาคม 2555).
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2539. ประกาศกระทรวง
เกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดชื่อ ประเภท
ชนิดหรือลักษณะของ วัตถุที่เติมในอาหารสัตว์
ที่ให้เป็นส่วนผสมในการผลิตอาหารสัตว์เพื่อ
ขายตลอดจนอัตราส่วนหรือปริมาณ ที่ให้ใช้
หรือห้ามมิให้ใช้วัตถุนั้นเกินกำหนด. (ระบบ
ออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.fisheries.go.th/management/law/management/law/CONTROL20.pdf> (27 มกราคม 2556).
- กระทรวงสาธารณสุข. มปป. ฟอร์มาลิน หรือ ฟอร์มาลดี
ไฮด์ (Formalin or Formaldehyde). (ระบบ
ออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.fda.moph.go.th/project/foodsafety/formalin.htm> (31
มีนาคม 2557).
- จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และ อัมร อินทร์สังข์. 2555.
ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู
และอบเชยในการควบคุมไร *Suidasia pontifica*
Oudemans ในผลผลิตในโรงเก็บ. วารสาร
วิทยาศาสตร์ 40(4): 1205-1213.
- พลอยชมพู กรวิภาสเรื่อง มานิตา คงชื่นลิน และ เทวินทร์
กุลปิยะวัฒน์. 2553. อนุกรมวิธานไรศัตรูโรง
เก็บของประเทศไทย. หน้า 2047-2081. ใน:
รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553 เล่มที่ 3.
สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการ
เกษตร, กรุงเทพฯ.
- พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2542. การตรวจสอบวัตถุดิบ
อาหารสัตว์ด้วยกล้องจุลทรรศน์และการควบคุม
คุณภาพ. โอเดียนส ไตร, กรุงเทพฯ. 168 หน้า.
- ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 8. 2553. Propionic acid.
(ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล :
<http://nakhonsawan.dmsc.moph.go.th/2011/announce.php?view=propionic> (19
พฤศจิกายน 2553).
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข. 2544. สารฟอร์มา
ลิน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล :
http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_2_001c.asp?Info_id=162 (31 มีนาคม
2557).
- อัมร อินทร์สังข์ และ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2553. การ
ควบคุมไรในโรงเก็บ *Suidasia pontifica*
Oudemans โดยใช้ น้ำมันหอมระเหยจากพืช.
วารสารกีฏและสัตววิทยา 28(1): 40-53.
- Collins, D. A. 2006. A review of alternatives to
organophosphorus compounds for the
control of storage mites. Journal of Stored
Products Research 42(4): 395-426.
- Department of Agriculture, Fisheries and Forestry.
2010. Mites in stored grain. (Online).
Available: http://www.daff.qld.gov.au/26_6182.htm (November 30,
2012).
- European Commission. 2002. Update of the opinion
of the Scientific Committee for Animal
Nutrition on the use of formaldehyde as a
preserving agent for animal feeding stuffs of
11 June 1999. Scientific Opinions.

- Ho, C. C., and C. S. Wu. 2002. Suidasia mite found from the human ear. Formosan Entomologist 22: 291-296.
- IRAC. 2012. Acaricide mode of action classification: A key to effective acaricide resistance management. (Online). Available: <http://www.iraonline.org/content/uploads/moamiteposterMarch12v1.7.pdf> (November 30, 2012).
- Lorenz, S., M. Schöllerand and C. Reichmuth. 2010. Efficacy of propionic acid against the granary weevil *Sitophilus granaries* (L.). pp. 906-909. In. Proceedings of 10th International Working Conference on Stored Product Protection. Estoril, Portugal.
- Nattudurai, G., M. Gabriel Paulraj and S. Ignacimuthu. 2012. Fumigant toxicity of volatile synthetic compounds and natural oils against red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleopetera: Tenebrionidae). Journal of King Saud University-Science 24(2): 153-159.
- Ott, S. R. and M. R. Elphick. 2002. Nitric oxide synthase histochemistry in insect nervous systems: Methanol /formalin fixation reveals the neuroarchitecture of formaldehyde-sensitive NADPH diaphorase in the cockroach *Periplaneta americana*. Journal of Comparative Neurology 448: 165-185.
- Rees, D. P. 1995. Coleoptera. pp. 1-39. In: B. Subramanyam and D.W. Hangstrum (eds.). Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker, Ink., New York.
- Tursun, A., Y. Zheng and Y.F. Wang. 2011. Effect of formaldehyde in diet on development and reproduction of *Drosophila melanogaster*. Journal of Environmental Entomology Issue 1: 13-16.
-