

การกำจัดด้วงหนังสัตว์โดยใช้โอโซน

Eradication of Hide Beetle (*Dermestes maculatus* (Degeer)) by Using Ozone

สุมาลี ศรีนวล¹, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง^{1,2} และ สุชาดา เวียรศิลป์^{1,3}
Sumalee Srinoul¹, Yauwaluk Chanbang^{1,2} and Suchada Vearasilp^{1,3}

Abstract

Hide Beetle, (*Dermestes maculatus* (Degeer)) (Coleoptera: Dermestidae), is an important insect pest that feeds on various animal-based foods including dried fish which can cause significant loss in terms of the quantity and quality. The purpose of this experiment is to study the hide beetle life cycle and its behavior including the hide beetle control using the ozone treatment. In experiment 1, hide beetle was reared on smoked-dried striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*. The eggs, larval, pupal and adult stages were developed in laboratory condition with 28-32°C. The experiment was carried out during February to May 2009. The cycle of egg stage was 3.00±0.8 days, larval stage is including 8 instars, 1-8 instars were 2.59±1.3, 3.11±1.0, 2.60±0.5, 5.00±0.7, 3.40±0.5, 3.20±0.8, 3.32±0.8 and 4.00±0.9 days, respectively, pre-pupal stage was 4.00±0.9 days, pupal stage was 4.59±0.7 days, and adult stage was 34.44±5.1 days in smoked-dried fish. Total life cycle and longevity were 26-48 days and 27-45 days, respectively. In experiment 2, the effect of ozone on adult of hide beetle was carried out. Adult of hide beetle were completely killed with 60 ppm of ozone exposure for 9 hours. In experiment 3, the 5th instars of hide beetle larvae were exposed to 60 ppm for 2, 3, 4, 5 and 15 hours, The results showed that at 2 hour-exposure time, some larvae molted to the next larval stage during exposing to ozone while the untreated control stayed as they were. The mortality was found 9.16% at the 3 hour-exposure time, and 100% at 15 hour-exposure time. The median lethal time (LT₅₀) of 60 ppm ozone of hide beetle larvae was 5 hours 55 min.

Key word: smoked-dried fish, ozone, *Dermestes maculatus*

บทคัดย่อ

ด้วงหนังสัตว์ (*Dermestes maculatus* (Degeer)) (Coleoptera: Dermestidae) เป็นแมลงศัตรูสำคัญที่เข้าทำลายผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากสัตว์ รวมทั้งปลาแห้ง ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียทั้งในด้านปริมาณ และคุณภาพ การทดลองนี้มีจุดประสงค์ที่จะศึกษาวงจรชีวิต พฤติกรรมของด้วงหนังสัตว์ และการกำจัดด้วงหนังสัตว์โดยใช้โอโซน การทดลองที่ 1 วงจรชีวิตของด้วงหนังสัตว์ประกอบด้วย ระยะไข่ 3.00±0.8 วัน, ระยะหนอน 8 ระยะ ประกอบด้วยวัย 1 ถึง 8 ใช้เวลาในการเจริญเติบโต 2.59±1.3, 3.11±1.0, 2.60±0.5, 5.00±0.7, 3.40±0.5, 3.20±0.8, 3.32±0.8 และ 4.00±0.9 วัน ตามลำดับ มีระยะก่อนเข้าดักแด้ 4.00±0.9 วัน ระยะดักแด้ 4.59±0.7 วัน ระยะตัวเต็มวัย 34.44±5.1 วัน ในปลาสดวางแห้งรมควัน ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28 ถึง 32 องศาเซลเซียสในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม 2552 รวมระยะเวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 26-48 วัน และตัวเต็มวัยมีชีวิต (longevity) ประมาณ 27-45 วัน การทดลองที่ 2 ศึกษาระยะเวลาที่ทำให้ตัวเต็มวัยตายอย่างสมบูรณ์ พบว่าระดับโอโซน 60 ppm เป็นเวลา 9 ชั่วโมงทำให้ตัวเต็มวัยด้วงหนังสัตว์ตาย 100 เปอร์เซ็นต์ การทดลองที่ 3 ใช้โอโซน 60 ppm ในการกำจัดด้วงหนังสัตว์ระยะหนอนวัย 5 ให้แมลงสัมผัสกับโอโซนเป็นเวลา 2, 3, 4, 5 และ 15 ชั่วโมง พบว่าหนอนของด้วงหนังสัตว์แสดงการลอกคราบ แตกต่างจากชุดควบคุมเมื่อได้รับโอโซน 2 ชั่วโมง และ หนอนเริ่มตาย 9.16 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับโอโซนในชั่วโมงที่ 3 และพบหนอนตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับโอโซน เป็นเวลา 15 ชั่วโมง และมีค่า LT₅₀ (Median Lethal Time) เท่ากับ 5 ชั่วโมง 55 นาที

คำสำคัญ ปลาแห้งรมควัน, โอโซน, ด้วงหนังสัตว์

¹ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

¹ Postharvest Technology Research Institute/Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai

² ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

² Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

³ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

³ Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

คำนำ

ด้วงหนังสัตว์ (*Dermestes maculatus*) เป็นแมลงศัตรูสำคัญที่เข้าทำลายปลาแห้งซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ได้จากสัตว์น้ำและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญอย่างหนึ่ง โดยแมลงจะทำลายปลาแห้งทั้งระหว่างเก็บรักษาไว้เพื่อรอจำหน่าย หรือรอการบริโภค การเข้าทำลายของแมลงทำให้เกิดการสูญเสียทั้งในด้านปริมาณ (quantity) และคุณภาพ (quality) และการเข้าทำลายจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานหลายเดือน (Haines and Rees, 1989) รายงานความเสียหายจากแมลงในระหว่างเก็บรักษาปลาแห้งไว้สูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลาหลายเดือน

โอโซน (O_3) เป็นก๊าซที่มีความไวต่อการทำปฏิกิริยาทางเคมี มีคุณสมบัติในการเป็นตัวออกซิไดซ์ เนื่องจากเมื่อโอโซนสัมผัสกับสารที่มีพลังงานต่ำกว่าจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) โดยที่ O_3 จะแตกตัวเป็น O_2 และ O ซึ่ง O จะมีหน้าที่เป็นตัวออกซิไดส์ (โอโซนิก อินเตอร์เนชันแนล, 2551) และโอโซนเป็นก๊าซที่มีปฏิกิริยาต่อโปรตีนซึ่งทำให้โปรตีนถูกทำลายได้โดยปฏิกิริยา oxidation ซึ่งจะมีผลกระทบต่อระบบการหายใจของแมลงซึ่งจะมีอัตราการเกิดเมตาบอลิซึมและการขยายของหลอดลมสูงขึ้น ซึ่งมีผลโดยตรงต่อสารตั้งต้นที่ใช้ในการหายใจทำให้การหายใจล้มเหลว (Cross *et al.* 1998)

ปัจจุบันได้มีการศึกษาการใช้โอโซนในการกำจัดแมลงมากขึ้นแต่ยังขาดข้อมูลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแมลงศัตรูของปลาแห้ง การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาวงจรชีวิตของด้วงหนังสัตว์ในปลาแห้งรมควันและการนำโอโซนมาประยุกต์ใช้ในการกำจัดด้วงหนังสัตว์ในปลาแห้ง เพื่อทดแทนการใช้สารเคมี

อุปกรณ์และวิธีการ

การเพิ่มปริมาณด้วงหนังสัตว์

ด้วงหนังสัตว์ถูกนำมาเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีอุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ปลาสดแห้งรมควัน ที่ผ่านการแช่แข็ง 2-3 วัน เพื่อกำจัดแมลงอื่นติดปนมาด้วยก่อนใช้เป็นอาหารกับด้วงหนังสัตว์

การทดลองที่ 1 ศึกษาวงจรชีวิตและพฤติกรรมของด้วงหนังสัตว์ (ช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม 2552) ในระยะต่างๆ ดังนี้

ระยะไข่ นำตัวเต็มวัยด้วงหนังสัตว์ (คละเพศ) อายุไม่เกิน 2 สัปดาห์ จำนวน 50 ตัว ปล่อยไว้ในกล่องพลาสติกขนาด 8x10x4 นิ้ว ฝาด้านบนเจาะเป็นรูกลมและติดด้วยลวดตาข่าย และใช้ปลาสดแห้งรมควันเป็นอาหาร ทิ้งไว้ 2-3 วัน เพื่อให้มีการผสมพันธุ์และวางไข่ ทำการแยกไข่จากชิ้นปลาโดยใช้ฟุ้งกันเขี่ยใต้กล่องจุลทรรศน์ บันทึกระยะเวลาที่ไข่ฟักเป็นตัวหนอน

ระยะหนอน ทำการเลี้ยงตัวเต็มวัยด้วงหนังสัตว์เช่นเดียวกันกับในระยะไข่ ทำการแยกไข่ปล่อยไว้ให้ฟักเป็นตัวหนอนวัยแรก ให้ปลาสดแห้งรมควันตัดเป็นชิ้นเล็กๆ เป็นอาหาร สังเกตการเปลี่ยนวัยโดยการลอกคราบของตัวหนอน บันทึกระยะเวลาของแต่ละวัยของระยะหนอนจนกระทั่งเปลี่ยนเป็นระยะดักแด้

ระยะดักแด้ แยกหนอนวัย 8 ซึ่งเป็นหนอนวัยสุดท้าย ใส่กล่องให้ปลาสดแห้งเป็นอาหาร ทิ้งไว้จนเข้าดักแด้ ทำการแยกดักแด้ ออกและทิ้งไว้เพื่อดูระยะเวลาที่จะเปลี่ยนเป็นระยะตัวเต็มวัย บันทึกระยะเวลาของดักแด้

ระยะตัวเต็มวัย แยกตัวเต็มวัยที่ได้จากระยะดักแด้มาเลี้ยงในกล่องที่มีปลาแห้งเป็นอาหาร ทำการเลี้ยงไปจนกระทั่งตัวเต็มวัยตายพร้อมทั้งบันทึกระยะเวลาที่ตัวเต็มวัยมีชีวิต

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของโอโซนในการกำจัดด้วงหนังสัตว์ระยะตัวเต็มวัย ทำการทดลองโดยนำตัวเต็มวัยด้วงหนังสัตว์อายุไม่เกิน 2 สัปดาห์ จำนวน 30 ตัว ใส่ในภาชนะนำไปผ่านโอโซนที่ระดับ 60 ppm สังเกตการตายของด้วงหนังสัตว์ทุกชั่วโมง เพื่อหาเวลาที่ทำให้ตัวเต็มวัยตายอย่างสมบูรณ์ 100 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของโอโซนในการกำจัดด้วงหนังสัตว์ระยะหนอนวัย 5 ทำการทดลองโดยนำระยะหนอนวัย 5 จำนวน 30 ตัวใส่ในภาชนะมาทดลองผ่านโอโซนระดับ 60 ppm ให้แมลงสัมผัสกับโอโซนเป็นเวลา 2, 3, 4, 5 และ 15 ชั่วโมง

ในแต่ละการทดลองทุกกรรมวิธีทำ 4 ซ้ำๆ ละ 30 ตัว โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ผ่านโอโซน) เปอร์เซ็นต์การตายในชุดที่ผ่านโอโซนถูกนำมาคำนวณปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตายโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) จากนั้นหาความแตกต่างเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงหนังสัตว์ในแต่ละกรรมวิธีโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) แล้วเปรียบเทียบค่าที่ได้ด้วย Least Significant Difference (LSD)

ผล

การทดลองที่ 1 จากการศึกษาวงจรชีวิตและพฤติกรรมของด้วงหนังสือในปลาสดแห้งรวมควั่น พบว่า วงจรชีวิตของด้วงหนังสือประกอบด้วย ระยะไข่ 3.00 ± 0.8 วัน, ระยะหนอน 8 ระยะ ใช้เวลาประมาณ 27 ± 6.5 วัน มีระยะก่อนเข้าดักแด้ 4.00 ± 0.9 วัน ระยะดักแด้ 4.59 ± 0.7 วัน และระยะตัวเต็มวัย 34.44 ± 5.1 วัน (Table 1) ในปลาสดแห้งรวมควั่น ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28 ถึง 32 องศาเซลเซียส ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม 2552 รวมระยะเวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 26-48 วัน และตัวเต็มวัยมีชีวิต (longevity) ประมาณ 27-45 วัน

ในพฤติกรรมของด้วงหนังสือ พบระยะการเจริญเติบโตที่เริ่มเข้าทำลายปลาแห้ง เริ่มตั้งแต่ระยะหนอนวัย 1 จนถึงวัย 8 และจะมีการหยุดกินอาหารประมาณ 3-5 วัน แล้วเริ่มหยุดการเคลื่อนไหวโดยหาที่ที่เหมาะสม เช่น กัดเจาะเนื้อปลาจนเป็นรูแล้วเข้าไปอยู่ หรือมุดอยู่ตามกอลงเคาะเนื้อปลาเพื่อรอเปลี่ยนเป็นระยะดักแด้ ส่วนในระยะตัวเต็มวัยการเข้าทำลายหรือกินอาหารน้อยกว่าในระยะหนอน (Fig 1)

Table 1 Mean developmental time (days \pm SD) of hide beetle, *D. maculatus* on smoked-dried fish

Stage	Mean developmental time (days) \pm SD
Egg	3.00 \pm 0.8
Instars 1	2.59 \pm 1.3
Instars 2	3.11 \pm 1.0
Instars 3	2.60 \pm 0.5
Instars 4	5.00 \pm 0.7
Instars 5	3.40 \pm 0.5
Instars 6	3.20 \pm 0.8
Instars 7	3.32 \pm 0.8
Instars 8 (continued feeding)	4.00 \pm 0.9
Instars 8 (stop feeding)	4.00 \pm 0.9
Pupa	4.59 \pm 0.7
Total (egg to adult)	34.44 \pm 5.1
Longevity	27-45



Figure 1 Damage caused by hide beetle, *D. maculatus*, on cured smoked-dried fish.

การทดลองที่ 2 การศึกษาระยะเวลาที่ทำให้ตัวเต็มวัยตายอย่างสมบูรณ์ พบว่า ระดับไอโซน 60 ppm ทำให้ตัวเต็มวัยด้วงหนังสือตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 9 ชั่วโมง

การทดลองที่ 3 ทดลองใช้ไอโซน 60 ppm ในการกำจัดด้วงหนังสือระยะหนอนวัย 5 พบว่า สามารถทำให้หนอนด้วงหนังสือวัย 5 ตาย 0.00, 9.16, 14.17, 26.66 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์เมื่อสัมผัสกับไอโซนเป็นเวลา 2, 3, 4, 5 และ 15 ชั่วโมงตามลำดับ (Table 2) โดยเมื่อปล่อยให้หนอนได้สัมผัสกับไอโซนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าหนอนแสดงการลอกคราบเร็วกว่าปกติแต่ไม่พบการตายของหนอนซึ่งแตกต่างจากชุดควบคุมที่ไม่มีการผ่านไอโซน ทำให้เห็นว่าไอโซนมีผลเร่งให้แมลงเกิดการลอกคราบเปลี่ยนวัยเร็วขึ้น และในการตายของหนอนจะเริ่มเมื่อหนอนได้รับไอโซนในชั่วโมงที่ 3 ขึ้นไป และพบการตายอย่างสมบูรณ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับไอโซนเป็นเวลา 15 ชั่วโมง และมีค่า LT_{50} (Median Lethal Time) เท่ากับ 5 ชั่วโมง 55 นาที โดยการตายของระยะหนอนวัย 5 เนื่องมาจากผลของไอโซนต่อระบบหายใจของแมลงเช่นเดียวกับการตายของตัวเต็มวัย

วิจารณ์ผล

ก๊าซไอโซนที่ความเข้มข้น 60 ppm สามารถนำมาใช้ในการกำจัดด้วงหนังสือได้โดยใช้ระยะเวลาที่แมลงสัมผัสกับก๊าซโดยตรงเป็นเวลา 9 ชั่วโมง จึงจะกำจัดด้วงหนังสือทั้งหมด และจากการทดลอง Kell et al. (2000) ซึ่งรายงานว่าการใช้ก๊าซไอโซนกำจัดมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) ด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus oryzae*) และ *Plodia interpunctella* ระยะหนอนโดยใช้ก๊าซไอโซนระดับความเข้มข้น 50 ppm เป็นเวลา 3 วันสามารถกำจัดแมลงดังกล่าวในข้าวโพดได้ 92-100 เปอร์เซ็นต์ และจากการศึกษาของ Leesch et al. (2004) ได้ใช้ไอโซนที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 12,000 ppm พบว่า สามารถกำจัดเพลี้ยไฟ *Caliothrips fasciatus* ในส้มพันธุ์ Navels ได้อย่างสมบูรณ์ภายในเวลา 2 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าการใช้ไอโซนกับ

ด้วงหนังสือโดยตรงทำให้แมลงตายในระยะเวลาที่สั้นกว่าการใช้โอโซนสัมผัสกับแมลงที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ในการทดลองนี้ หนอนวัย 5 ของด้วงหนังสือสัมผัสกับก๊าซโอโซนโดยตรงเป็นเวลา 15 ชั่วโมงจึงจะทำให้หนอนวัย 5 ตายได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นพอสรุปได้ว่า การตายของแมลงจากโอโซนแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของแมลง ระยะการเจริญเติบโตและรูปแบบในการที่แมลงสัมผัสกับก๊าซโอโซน Kell et al. (2000) ได้สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของแมลงเมื่อได้รับโอโซน ซึ่งพบว่ามอดแป้ง *T. castaneum* มีพฤติกรรมการเดินเปลี่ยนไป การเดินของขาแต่ละคู่ไม่สัมพันธ์กัน ในการทดลองนี้พบว่าด้วงหนังสือวัย 5 หลังจากได้รับโอโซน 60 ppm เป็นเวลา 2 ชั่วโมงทำให้แมลงลอกคราบเร็วกว่าแมลงปกติ

Table 2 Mortality of the 5th instars larvae of *D. maculatus* exposed with 60 ppm of ozone at 2, 3, 4, 5 and 15 hrs

Time (hours)	Percent mortality ^{1/}
2	0.00 d
3	9.16 cd
4	14.17 bc
5	26.66 b
15	100.00 a
LSD (0.05)	13.19

^{1/}Means followed by the same letter within a column are not significantly different ($P < 0.05$), no insect mortality in untreated control.

สรุป

วงจรชีวิตของด้วงหนังสือ รวมระยะเวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 26-48 วัน และตัวเต็มวัยมีชีวิตประมาณ 27-45 วัน ในปลาสวายแห้งรมควัน ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28 ถึง 32 องศาเซลเซียสในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม 2552

โอโซนสามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดด้วงหนังสือในระยะตัวเต็มวัยและระยะหนอนวัย 5 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถทำให้ตัวเต็มวัยด้วงหนังสือตายได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผ่านโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm เป็นเวลา 9 ชั่วโมง และทำให้ระยะหนอนวัย 5 เร่งการลอกคราบเมื่อได้รับโอโซนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง หนอนเริ่มแสดงการตายในชั่วโมงที่ 3 ขึ้นไป และหนอนตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับโอโซนเป็นเวลา 15 ชั่วโมง และมีค่า LT_{50} (Median Lethal Time) เท่ากับ 5 ชั่วโมง 55 นาที

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- โอโซนิก อินเทอร์เน็ตซันแนล. 2551. ก๊าซโอโซนคืออะไร. [ระบบออนไลน์].
 แหล่งที่มา: <http://www.ozonicinter.com/index.php?lay=show&ac=article&id=27088&Ntype=1> (8 เมษายน 2551)
- Abbott, W.S. 1925. Method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 256-267.
- Cross, C. E., E. Shacter, J. P. Eiserich, A. Viet, B. K. Tarkington and M. Syoanen. 1998. The ozone-exposed insect: A model system to study phthobiology of biosystem responses to pollutants. *Free Radical Biology and Medicine*. 25(1) (Supplement) : 99
- Haines, C. P. and D. P. Rees. 1989. *A field guide to the types of insects and mites infesting cured fish*. FAO fisheries technical paper. 303 pp.
- Kells, S. A., L. J. Mason, D. E. Maier and C. P. Woloshuk. 2000. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. *Journal of Stored Products Research*.37(1): 371-382.
- Leesch, J. G., J. S. Tebbets and J. C., Tebbets. 2004. Using ozone for controlling bean thrips in the navels of oranges being exported to Australia. *In: Controlled atmosphere and fumigation in stored products*. August 8-13, 2004. Australia.