ชีววิทยาของมอดฟันเลื่อยและประสิทธิภาพของโอโซนในการกำจัดมอดฟันเลื่อยในข้าวสาร

Biology of Sawtoothed Grain Beetle (*Oryzaephilus surinamensis* L.) and Its Control Efficacy Using Ozone in Milled Rice

ศิวกร เกียรติมณีรัตน์[1/] *เยาวลักษณ์ จันทร์บาง*[1/] *และ จิราพร กุลสาริน*[1/]

Siwakorn Keatmaneerat[1/], *Yaowaluk Chanbang*[1/] *and Jiraporn Kulsarin*[1/]

Abstract: Biology of sawtoothed grain beetle (*Oryzaephilus surinamensis* L.) reared in 'Pathum Thani 1 rice was studied in 96-well plate held at 28-32°C and 75% RH. It was found that egg incubation period was 2.71±1.60 days. The mean duration of the first instar to the fourth instar were 2.42±0.97, 2.70±0.65, 2.74±0.90 and 3.31±0.80 days respectively. Prepupal and pupal periods were 1.10±0.3 and 5.92±0.67 days respectively. The total life cycle from egg to adult emergence was 19.81±1.65 days. The oviposition preference in various grains of sawtoothed grain beetle was examined. Barley and barley mixed with 5% yeast were the most preferred oviposition sites followed by Pathum Thani 1, Kum 88061, Kumdoisaket and Niaw San-pah-tawng 1, respectively. Barley and barley mixed with 5% yeast were also the best food source for development of sawtoothed grain beetle. The efficiency of ozone to control sawtoothed grain beetle was investigated. Pupa was the most tolerant stage when exposed to 60 ppm ozone for 2 hours with mortality rate of 60.83±3.19%. The optimum time and concentration of ozone for controlling pupa of sawtoothed grain beetle were examined. Hundred percent mortality was found within 6 hours after exposing directy to 60 ppm ozone. However, when thirty pupae per one kilogram of KDML 105 rice were exposed to 60 ppm ozone for 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 and 20 hours, all pupae were died when exposing to ozone for 20 hours.

Keywords: Sawtoothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis*, ozone, purple rice, milled rice

---

[1/] ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/] Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai

บทคัดย่อ: การศึกษาชีววิทยาของมอดฟันเลื่อยที่เลี้ยงด้วยข้าวสารปทุมธานี 1 ในจานหลุม 96 หลุม (96-well plate) ที่อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาในการฟักไข่ หนอนวัย 1, 2, 3 และ 4 ใช้เวลา 2.72±1.60, 2.42±0.97, 2.70±0.65, 2.74±0.90 และ 3.31±0.80 วันตามลำดับ มีอัตราการพักตัวก่อนเข้าดักแด้ และดักแด้ 1.10±0.30 และ 5.92±0.67 วัน ตามลำดับ วงจรชีวิตทั้งหมดตั้งแต่ระยะไข่ ถึงตัวเต็มวัยอยู่ที่ 19.81±1.65 วัน การศึกษาความสามารถในการวางไข่ของมอดฟันเลื่อยพบว่ามอดฟันเลื่อยชอบที่วางไข่ในข้าวบาร์เลย์มากที่สุดไม่แตกต่างจากข้าวบาร์เลย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ข้าวสารปทุมธานี 1, ข้าวก่ำ 88061, ข้าวก่ำดอยสะเก็ด และข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 มอดฟันเลื่อยสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในข้าวบาร์เลย์ และข้าวบาร์เลย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ การศึกษาประสิทธิภาพของโอโซนในการกำจัดมอดฟันเลื่อยพบว่า ในระยะดักแด้ของมอดฟันเลื่อยเป็นระยะที่ทนทานที่สุดเมื่อผ่านก๊าซโอโซนอัตรา 60 ppm เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การตาย 60.83±3.19 เปอร์เซ็นต์ การหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้กำจัดระยะดักแด้ของมอดฟันเลื่อยเมื่อผ่านก๊าซโอโซนโดยตรงพบว่า เมื่อนำดักแด้ไปผ่านก๊าซโอโซนโดยตรงเป็นเวลา 6 ชั่วโมงพบอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำดักแด้จำนวน 30 ตัวใส่ในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ไปรมด้วยก๊าซโอโซนที่เวลา 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ชั่วโมง พบว่าดักแด้ของมอดฟันเลื่อยมีการตายอย่างสมบูรณ์ที่ 20 ชั่วโมง

คำสำคัญ: มอดฟันเลื่อย โอโซน ข้าวก่ำ ข้าวสาร

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอันดับหนึ่งของประเทศ ทำรายได้เข้าประเทศปีละนับพันล้านบาท ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณส่งออกรวม 8,939,630 ตัน เป็นมูลค่า 168,193.1 ล้านบาท (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) ในการส่งออกข้าว มีการเก็บสินค้าไว้ในโกดังหรือยุ้งฉาง การเก็บไว้เป็นเวลานานมีโอกาสพบแมลงศัตรูผลิตผลทางการเกษตรเข้าทำลายข้าวให้ได้รับความเสียหาย ทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอก และเมล็ดข้าวที่เก็บไว้มักมีฝุ่นผงอันเกิดจากการทำลายของแมลง นอกจากนี้อาจมีชิ้นส่วนแมลงหรือตัวแมลงที่ปะปนอยู่กับเมล็ดข้าวทำให้สกปรก และเสียคุณภาพ มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* L.) จัดเป็นแมลงศัตรูโรงเก็บที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ที่มักพบการเข้าทำลายในข้าวสารบรรจุถุงซึ่งเป็นผลผลิตที่รอการจำหน่ายให้กับผู้บริโภค โดยตัวเต็มวัยแทะเล็มอยู่ที่ผิวเมล็ดสามารถกัดกินเมล็ดธัญพืชหรือเมล็ดธัญพืชแปรสภาพที่แตกหักได้ (พรทิพย์ และคณะ, 2548) การบรรจุข้าวสารในถุงเป็นการป้องกันแมลงศัตรูจากภายนอกไม่ให้เข้าทำลายข้าวสารได้ระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตาม แมลงศัตรูโดยเฉพาะอย่างยิ่งมอดฟันเลื่อยอาจติดไปกับข้าวสารก่อนหรือระหว่างบรรจุถุง โดยติดเข้าไปในระยะไข่ หนอน ดักแด้ หรือตัวเต็มวัย ซึ่งการใช้วิธีการใด ๆ ที่ป้องกันกำจัดแมลงในข้าวสารเป็นไปได้ยาก ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีการศึกษาการเจริญเติบโตของมอดฟันเลื่อยในธัญพืชบางชนิด และศึกษาประสิทธิภาพของก๊าซโอโซนในการกำจัดมอดฟันเลื่อยในข้าวสารในช่วงการเก็บรักษา

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาชีววิทยาของมอดฟันเลื่อยในข้าวสาร

นำตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยประมาณ 200 ตัว ใส่ลงในข้าวสารปทุมธานี 1 ที่บดหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ ปล่อยให้แมลงวางไข่เป็นเวลา 5 วัน ร่อนแยกไข่ออกด้วยตะแกรงขนาด 335 µm ใช้พู่กันเขี่ยไข่ใส่ลงไปในจานหลุม 96 หลุม (96-well plate) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ โดยแต่ละหลุมมีไข่มอดฟันเลื่อย 1 ฟอง จากนั้นใส่ข้าวสารปทุมธานี 1 ที่บดหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ ในจานหลุม 96 หลุม เก็บไปไว้ในถังพลาสติกที่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์เป็นตัวควบคุมความชื้น ทำการสังเกตและบันทึกข้อมูลทางชีววิทยาของมอดฟันเลื่อยในระยะไข่ หนอน ดักแด้ จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย

การศึกษาการวางไข่ และการเจริญเติบโตของมอดฟันเลื่อยในอาหารชนิดต่าง ๆ

การศึกษาการวางไข่ และการเจริญเติบโตของมอดฟันเลื่อยในอาหารทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ ข้าวกล่ำ 88061, ข้าวกล่ำดอยสะเก็ด, ข้าวสารปทุมธานี 1, ข้าวเหนียวสันป่าตอง 1, ข้าวบาร์เล่ย์ และข้าวบาร์เล่ย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ นำพืชอาหารมาแช่ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน เพื่อกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ที่อาจติดมาในพืชอาหาร จากนั้นนำพืชอาหารแต่ละชนิดใส่ไว้ในถ้วยพลาสติกใส (ขนาด 12 ออนซ์) จำนวน 80 กรัม ทิ้งไว้ 20 นาที จนกระทั่งพืชอาหารมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องประมาณ 28 องศาเซลเซียส และใส่ตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย 100 ตัว นำผ้าไนลอนปิดปากถ้วยรัดด้วยยางรัดเพื่อป้องกันแมลงออก ทิ้งไว้ให้แมลงวางไข่ในภาชนะ 5 วัน ร่อนแยกเฉพาะไข่ของมอดฟันเลื่อย ด้วยตะแกรงขนาด 335 µm ตรวจนับจำนวนไข่ของมอดฟันเลื่อย ทำการทดลองเช่นเดียวกันอีกหนึ่งชุด โดยเลี้ยงแมลงในพืชอาหารทั้ง 6 ชนิด ชนิดละ 4 ซ้ำ ทำการตรวจนับจำนวนตัวเต็มวัยที่เจริญในอาหารชนิดต่าง ๆ เมื่อระยะเวลาครบ 4 สัปดาห์

การศึกษาประสิทธิภาพของก๊าซโอโซนในการควบคุมมอดฟันเลื่อย

นำไข่ของมอดฟันเลื่อยจำนวน 30 ฟอง ใส่ในถุงตาข่ายขนาด 5×7 เซนติเมตร นำไปรมด้วยก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 60 ppm นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีการของ Kells *et al.* (2001) จากนั้นนำไข่ไปเลี้ยงในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 น้ำหนัก 80 กรัม ที่บรรจุอยู่ในถ้วยพลาสติกในสภาพห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 30 วัน จำนวน 4 ซ้ำ ทำการนับแมลงที่รอดชีวิตที่พัฒนาเป็นตัวเต็มวัย ดำเนินการเช่นเดียวกันกับการทดลองในระยะไข่ โดยใช้หนอน (อายุประมาณ 5-6 วัน) ดักแด้ (อายุประมาณ 2-3 วัน) ตัวเต็มวัย (อายุ 4-5 วัน) มารมด้วยก๊าซโอโซนในอัตราเดียวกัน ทำการตรวจนับจำนวนหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยที่รอดตาย เป็นเวลา 14, 10 และ 2 วัน ตามลำดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รมก๊าซโอโซน คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงในระยะต่าง ๆ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ก๊าซโอโซนกำจัดมอดฟันเลื่อย

นำมอดฟันเลื่อยในระยะที่ทนทานที่สุด จำนวน 30 ตัว ใส่ลงในถุงตาข่ายขนาด 25×27 เซนติเมตร ซึ่งภายในบรรจุข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 น้ำหนัก 1 กิโลกรัม นำไปรมด้วยก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 60 ppm นาน 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ชั่วโมง ดำเนินการ 4 ซ้ำในแต่ละชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รมก๊าซโอโซน ทำการนับจำนวนแมลงระยะทนทานที่สุดจากระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยที่รอดชีวิต สามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยหลังจากรมด้วยก๊าซโอโซน 6, 4, 2, และ 1 สัปดาห์ นำแมลงที่รอดชีวิตเป็นตัวเต็มวัยมาเลี้ยงในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 นาน 4 สัปดาห์ เพื่อศึกษาจำนวนรุ่นลูก (F1) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยในแต่ละกรรมวิธีทำ 4 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แมลงที่ตาย และจำนวนแมลงรุ่นลูก (F1) ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ผลการศึกษา

การศึกษาชีววิทยาของมอดฟันเลื่อยในข้าวสาร

ไข่ของมอดฟันเลื่อยที่เลี้ยงด้วยข้าวสารปทุมธานี 1 ในจานหลุม 96 หลุม (96-well plate) พบว่าระยะไข่ใช้เวลาฟักเฉลี่ย 2.72±1.60 วัน ระยะหนอนของมอดฟันเลื่อยใช้เวลาเจริญเติบโตจากวัยที่ 1 ไปเป็นวัยที่ 2, 3, และ 4 เวลาเฉลี่ย 2.42±0.97, 2.70±0.65, 2.74±0.90 และ 3.31±0.80 วันตามลำดับ มีอัตราการพักตัวก่อนเข้าดักแด้เฉลี่ย 1.10±0.30 วัน และเข้าดักแด้เป็นระยะเวลาเฉลี่ย 5.92±0.67 วัน จึงออกมาเป็นตัวเต็มวัย มอดฟันเลื่อยตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัยใช้เวลาเฉลี่ย 19.81±1.65 วัน

ความสามารถในการวางไข่

มอดฟันเลื่อยคละเพศจำนวน 200 ตัวให้เวลาในการไข่ 5 วัน พบจำนวนไข่มากที่สุดที่ใช้ข้าวบาร์เลย์เป็นอาหาร

(285.25±16.76 ฟอง) แตกต่างจากจำนวนไข่ที่ใช้ข้าวบาร์เล่ย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05) กับ ข้าวสารปทุมธานี 1, ข้าวก่ำ 88061, ข้าวก่ำดอยสะเก็ด และข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 โดยมีจำนวนไข่เท่ากับ 246.50±9.95, 80.25±15.69, 68.25±23.77, 67.25±14.73 และ 58.75±21.69 ฟองตามลำดับ(ภาพที่ 1)

การศึกษาความสามารถในการเจริญเติบโตของมอดฟันเลื่อยตั้งแต่ระยะไข่จนพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย พบว่าตัวเต็มวัยสามารถเจริญในพืชอาหารต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05) โดยแมลงสามารถเจริญได้ดีในข้าวบาร์เล่ย์มีจำนวนเฉลี่ยมากที่สุดคือ 286.00±21.71 ตัว รองลงมาได้แก่ข้าวบาร์เล่ย์ผสมยีสต์ 5% จำนวนแมลงคือ 230.75±14.38 ตัว ข้าวก่ำดอยสะเก็ด และข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ซึ่งมีจำนวนตัวเต็มวัยเฉลี่ย 81.50±24.97 และ 60.50±19.84 ตัวตามลำดับ ส่วนข้าวก่ำ 88061 ซึ่งมีจำนวนตัวเต็มวัยเฉลี่ย 52.50±5.32 ตัว (ภาพที่ 2)

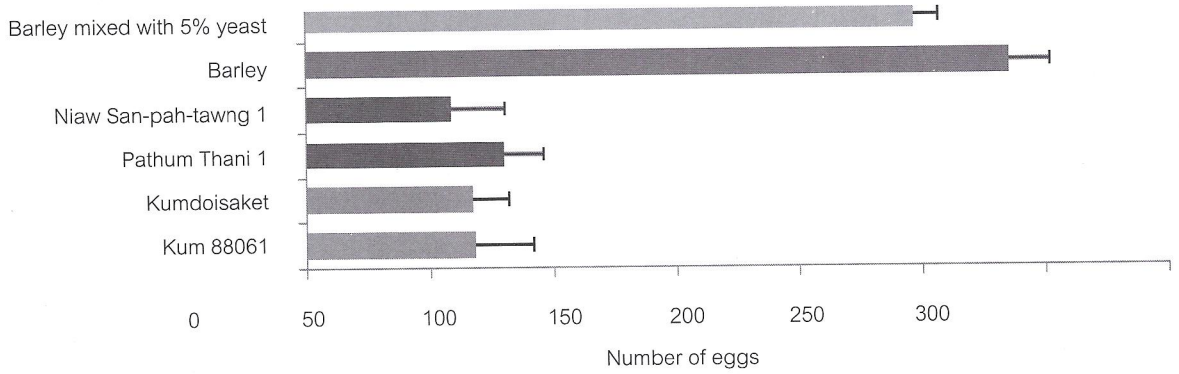

Figure 1 Number of *Oryzaephilus surinamensis* eggs produced from 200 individulas (both sexes) during 5 – day oviposition in various kinds of careals

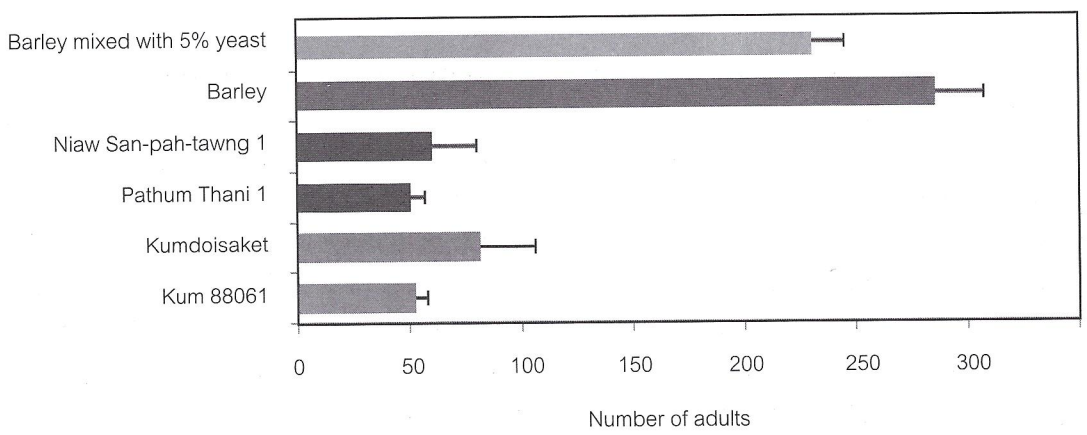

Figure 2 Adult progeny production of *Oryzaephilus surinamensis* produced in various kinds of cereals

การศึกษาประสิทธิภาพของก๊าซโอโซนในการกำจัดมอดฟันเลื่อย

จากการศึกษาประสิทธิภาพของก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm นาน 2 ชั่วโมง ในการกำจัดมอดฟันเลื่อยพบว่า ระยะดักแด้ของมอดฟันเลื่อย มีความสามารถในการทนทานต่อก๊าซโอโซนมากที่สุดพบจำนวนแมลงตาย 60.83±3.19 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระยะไข่หนอน ตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อยพบการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3)

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ก๊าซโอโซนกำจัดมอดฟันเลื่อย

จากการศึกษาการใช้ก๊าซโอโซนกับระยะดักแด้ของมอดฟันเลื่อยที่เป็นระยะทนทานที่สุด พบว่า เมื่อเพิ่มเวลาในการรมจาก 2 ชั่วโมง เป็น 4 ชั่วโมง แมลงมีการตายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเป็น 98.33±1.32 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าระยะเวลาที่ทำให้มอดฟันเลื่อยตายอย่างสมบูรณ์คือ 6 ชั่วโมง (ภาพที่ 4)

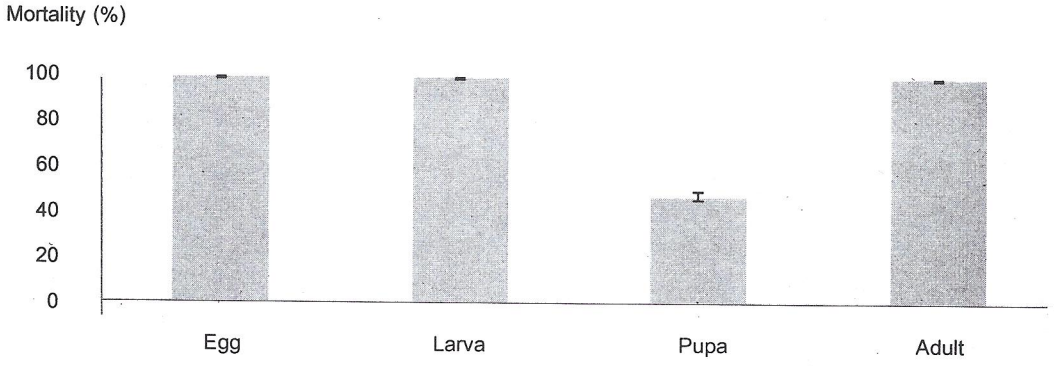

Figure 3 Mortality of *Oryzaephilus surinamensis* in all stages treated with 60 ppm ozone for 2 hours

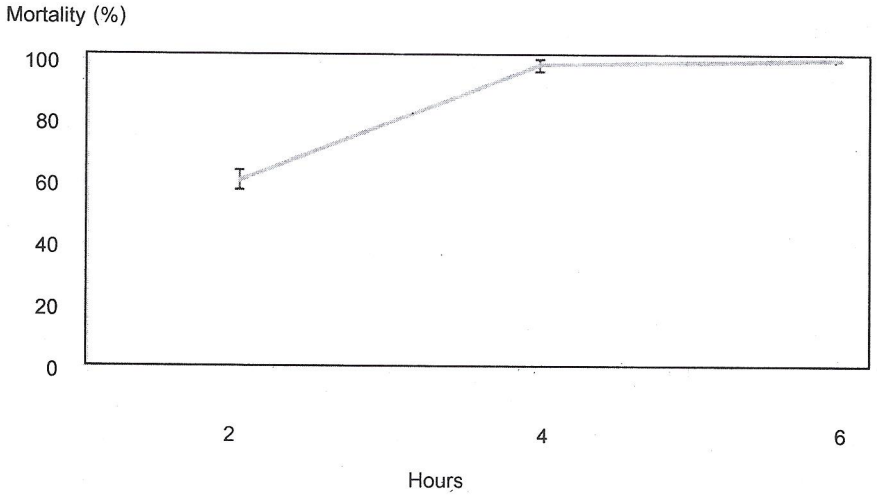

Figure 4 Pupal mortality of *Oryzaephilus surinamensis* at 2, 4 and 6 hours after directly exposing to 60 ppm ozone

จากการนำมอดฟันเลื่อยระยะดักแด้ซึ่งเป็นระยะที่ทนทานต่อก๊าซโอโซนที่สุดใส่ปะปนอยู่ในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 และได้รับก๊าซโอโซนความเข้มข้น 60 ppm พบว่ามีการตายของแมลงเมื่อได้รับก๊าซโอโซนประมาณ 30 นาทีมีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย 36.67±2.72 เปอร์เซ็นต์ และมีการตายเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อระยะเวลาในการรมเพิ่มขึ้น พบว่าดักแด้ของมอดฟันเลื่อยมีการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับก๊าซโอโซนนาน 20 ชั่วโมง (ภาพที่ 5)

วิจารณ์

จากการศึกษามอดฟันเลื่อยระยะไข่ใช้เวลาเฉลี่ยในการฟัก 2.72 วัน และระยะหนอนแต่ละวัยที่เจริญในข้าวสาร ใช้เวลาในการเจริญเฉลี่ย 2.42, 2.70, 2.74, 3.31 วันตามลำดับ ระยะพักตัวก่อนเข้าดักแด้ และดักแด้เป็นเวลา 1.10 และ 5.92 วัน สอดคล้องกับ Mason (2003) ซึ่งไข่มอดฟันเลื่อยใช้เวลาฟัก 3 -5 วัน หนอนมี 2 - 5 ระยะ ใช้เวลาในการเจริญเติบโต 12 – 15 วัน และเข้าสู่ระยะดักแด้ 4 -5 วัน จากการทดสอบความชอบในพืชอาหาร มอดฟันเลื่อยมีความชอบที่แตกต่างกัน และสามารถวางไข่ในข้าวบาร์เลย์ และข้าวบาร์เลย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสาร และข้าวกล่ำ

ในการศึกษาของ Sinha (1971) พบว่ามอดฟันเลื่อยเจริญเติบโตได้ดีในข้าวสาลี และข้าวบาร์เลย์ โดยที่อัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน และนอกจากนี้พบว่ามอดฟันเลื่อยเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในข้าวโอ๊ตบด (crushed oats) อย่างไรก็ตาม Leonard *et al.* (1973) พบว่ามอดฟันเลื่อยเจริญเติบโตได้ดีในข้าวสาลี และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้าว เปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้ พบว่า เมื่อนำข้าวบาร์เลย์ และข้าว ที่มีการบดหยาบบางส่วนมาเป็นอาหารของแมลงให้ ผลของการเจริญเติบโตแตกต่างกัน โดยลักษณะของธัญพืช เช่น เมล็ดเต็มที่ไม่มีรอยแตกหรือรอยทำลาย และเมล็ดที่ถูกบด มีบทบาทในการเจริญเติบโตของมอดฟันเลื่อยซึ่งเป็นกลุ่มแมลงที่ทำลายกัดกินภายนอกเมล็ด (Haines, 1991)

มีรายงานการใช้ก๊าซโอโซนในการกำจัดมอดฟันเลื่อยที่อยู่ในข้าวบาร์เลย์ที่ระดับ 0.66 ถึง 0.83 mg/min หรือ 878-1102 ppm เป็นเวลา 18 ชั่วโมง กำจัดตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยได้ 46 เปอร์เซ็นต์ (Yoshida, 1974) เปรียบจากการศึกษาครั้งนี้ที่ใช้ก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm สัมผัสกับแมลงโดยตรงพบว่าก๊าซโอโซนสามารถทำให้ตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยที่ตายภายใน 2 ชั่วโมง และระยะดักแด้ของมอดฟันเลื่อยเป็นระยะที่ทนทานต่อก๊าซโอโซนมากที่สุดแตกต่างจากการศึกษาของ Al-Ahmadi *et al.* (2009) ซึ่งพบว่าระยะไข่กับระยะดักแด้ของมอดฟันเลื่อยมีแนวโน้มอ่อนแอต่อก๊าซโอโซน โดยระยะไข่ และ

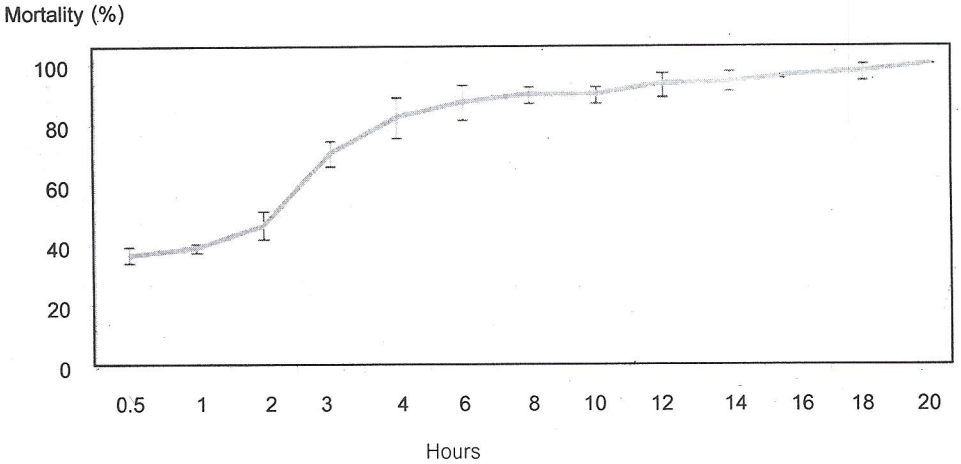

Figure 5 Pupal mortality of *Oryzaephilus surinamensis* in KDML 105 rice after exposing to 60 ppm ozone at various times.

ดักแด้ของมอดฟันเลื่อยที่เข้าทำลายผลอินทผลัม (date) มีการตายอย่างสมบูรณ์เมื่อได้รับก๊าซโอโซน 7 ppm เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และมอดฟันเลื่อยระยะหนอนกับตัวเต็มวัยในผลอินทผลัมที่ใช้ก๊าซโอโซนเพิ่มขึ้นเป็น 30 ppm ใช้เวลาถึง 6 ชั่วโมง จึงทำให้แมลงตายอย่างสมบูรณ์ นอกจากนั้น กิจกรรมการหายใจของแมลงในระยะต่าง ๆ อาจมีบทบาทสำคัญต่อการตอบสนองก๊าซโอโซน ซึ่งโดยปกติแล้วแมลงในกลุ่มที่มีการถอดรูปสมบูรณ์แบบ (complete metamorphosis) ระยะไข่และระยะดักแด้ มีกิจกรรมการหายใจและการใช้ออกซิเจนน้อยกว่าระยะอื่น ๆ นอกจากนี้ ไข่ของแมลงยังมีโอกาสที่จะสูญเสียน้ำได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับระยะอื่น ๆ (Schmolz and Lamprecht, 2000) จากการนำมอดฟันเลื่อยระยะดักแด้ซึ่งเป็นระยะทนทานต่อก๊าซโอโซนมากที่สุด มาผ่านโอโซนโดยตรงที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm เป็นเวลา 4 ชั่วโมง สามารถทำให้แมลงตายได้ 98.33±1.32 เปอร์เซ็นต์ และทำให้แมลงตายได้อย่างสมบูรณ์ในเวลา 6 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการศึกษาของ Kells *et al.* (2001) เมื่อรมด้วยก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 25-50 ppm เป็นระยะเวลา 3-5 วัน สามารถทำให้มอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพด มีอัตราการตายมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มปริมาณก๊าซมากขึ้นจะช่วยให้เวลาการใช้ก๊าซลดลง ซึ่ง Yoshida (1974) รายงานว่า ก๊าซโอโซนที่ใช้ในความเข้มข้น 95 - 120 ppm ให้ค่า LT_{95}= 70 นาที ในขณะที่การทดลองของ Mason *et al.* (1997) ใช้ก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้นต่ำเพียง 5 ppm ใช้เวลายาวนานกว่าเป็น 3-5 วัน ทำให้แมลงตายอย่างสมบูรณ์

การศึกษาในแมลงชนิดอื่น Erdman (1979) รายงานว่า เมื่อใช้ก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 95 –115 ppm เป็นระยะเวลา 3.5 – 6 ชั่วโมงทำให้ มอดแป้งทั้ง 2 ชนิดคือ *Tribolium confusum* และ *T. castaneum* มีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ก๊าซโอโซนกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ *Hypothenemus hampei* ซึ่งเป็นแมลงศัตรูเข้าทำลายเจาะผลกาแฟสด และกาแฟกะลา เมื่อรมด้วยก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 10,000 ppm ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ในสภาพสุญญากาศนาน 6 ชั่วโมง พบว่ามีแมลงทุกระยะมีการตายอย่างสมบูรณ์ ยกเว้นระยะไข่ (Armstrong, 2008) การรมก๊าซโอโซนในการกำจัดแมลงพบว่ามีปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพหลายปัจจัย เช่น หากมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ก๊าซโอโซนจะทำปฏิกิริยากับน้ำที่มีอยู่ในอากาศทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงลดลง ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่จะทำให้ลดประสิทธิภาพของก๊าซโอโซนได้ ความเข้มข้นของก๊าซโอโซนและระบบสุญญากาศ ปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการกำจัดแมลงทั้งสิ้น (Hollingsworth and Armstrong, 2005)

สรุป

มอดฟันเลื่อยเจริญในข้าวสารปทุมธานี 1 ที่บดหยาบ เวลา 19.81±1.65 วันจากระยะไข่ถึงตัวเต็มวัย โดยมีระยะไข่ หนอนวัย 1, 2, 3 และ 4 ใช้เวลา 2.72±1.60, 2.42±0.97, 2.70±0.65, 2.74±0.90 และ 3.31±0.80 วัน ตามลำดับ ระยะพักตัวก่อนเข้าดักแด้ และดักแด้ เป็นเวลา 1.10±0.30 และ 5.92±0.67 วัน มอดฟันเลื่อยสามารถวางไข่ในข้าวบาร์เลย์ และข้าวบาร์เลย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุดรองลงมาได้แก่ ข้าวปทุมธานี 1 ข้าวก่ำ 88061 ข้าวก่ำดอยสะเก็ด และข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 มอดฟันเลื่อยระยะดักแด้เป็นระยะที่ทนทานต่อก๊าซโอโซนมากที่สุด ก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm เมื่อใช้รมดักแด้ (ซึ่งเป็นระยะทนทานที่สุด) โดยตรงเป็นเวลา 4 ชั่วโมง สามารถทำให้แมลงตายได้ 98.33±1.32 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ามอดฟันเลื่อยที่ความหนาแน่น 30 ตัวต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นความหนาแน่นเฉลี่ยที่พบในธัญพืชเมื่อนำระยะดักแด้มาทดสอบใช้ก๊าซโอโซนโดยตรงสามารถกำจัดแมลงได้อย่างสมบูรณ์ใช้เวลา 6 ชั่วโมง และเมื่อนำดักแด้จำนวน 30 ตัวใส่ในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 น้ำหนัก 1 กิโลกรัม พบว่าเมื่อใช้ก๊าซโอโซนที่ 60 ppm เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ทำให้ดักแด้ของมอดฟันเลื่อยตายอย่างสมบูรณ์

คำนิยม

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์นวัตกรรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

พรทิพย์ วิสารทานนท์ กุสุมา นวลวัฒน์ บุษรา จันทร์แก้วมณี ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม จิราภรณ์ ทองพันธ์ ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ ลักขณา ร่มเย็น และภาวินี หนูชนะภัย. 2548. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. เอกสารวิชาการ. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 150 หน้า.

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการส่งออก (Export)--ข้าวรวม: ปริมาณและมูลค่าส่งออกรายเดือน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php (4 เมษายน 2554).

Al-Ahmadi, S. S., R. A. Ibrahim and S. A. Ouf. 2009. Possible control of fungal and insect infestation of date fruits using ozone. [Online]. Available: http://www.biotech-asia.org/display.asp?id=512(December 17, 2009).

Armstrong, J. W., P. Follett, S. A. Brown, J G. Leesch, J. S. Tebbets, J. Smilanick, D. Streett, M. Portillo, T. H. McHugh, C. W. Olsen, L. Whitehand, C. Cavaletto, N. Nagai, H. C. S. Bittenbender, A. E. Bustillo, J. E. Peña and L. Mu. 2008. Ozone fumigation to control quarantine pests in green coffee. Proceedings of the Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 11,2008. Orlando, FL.

Erdman, H. E. 1979. Ecological aspects of control of a stored product insect by ozonation. p. 75 *In*: Proceedings of the Second International Working Conference on Stored-Product Entomology. 10-16 September, Ibadan, Nigeria.

Haines, C. P. (ed.). 1991. Insects and Arachnids of Tropical Stored Products: Their Biology and Identification– A Training Manual. 2nd ed. Natural Resources Institute, Chatham. 246 p.

Hollingsworth, R.G. and J.W. Armstrong. 2005. Potential of temperature, controlled atmospheres, and ozone fumigation to control thrips and mealybugs on ornamental plants for export. Journal of Economic Entomology 98(2): 289-298.

Kells, S. A., L. J. Mason, D. E. Maier and C. P. Woloshuk. 2001. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. Journal of Stored Products Research 37(4): 371- 382.

Leonard, L.G., McCray and L. Thelma. 1973. Multiplication of *Oryzaephilus* spp. and *Tribolium* spp. on 20 natural product diets. Environmental Entomology 2(2): 176-179.

Mason, L.J. 2003. Sawtoothed grain beetle *Oryzaephilus surinamensis* (L.). Grain Insect Fact Sheet, E-228-w. Department of Entomology, Purdue University.

Mason, L.J., C.P. Woloshuk and D.E. Maier. 1997. Efficacy of ozone to control insects, molds and mycotoxins,pp. 665-670. *In:* E.J. Donahaye, S. Navarro and A. Varnava (eds.). Proceedings of the International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products. Cyprus Printer Ltd., Nicosia.

Schmolz, E. and I. Lamprecht. 2000. Calorimetric investigations on activity states and development of holometabolous insects. Thermochimica Acta 349: 61-68.

Sinha, R. N. 1971. Multiplication of some stored-product insects on varieties of wheat, oats, and barley.Journal of Economic Entomology 64(1): 98-102.

Yoshida, T. 1974. Lethal effect of ozone gas on the adults of *Sitophilus oryzae* and *Oryzaephilus surinamensis*. Scient. Rep. Fac. Agric. Okayama University 45: 9-15.