Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 392-395 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 392-395 (2554)

ผลของความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุต่อด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*)

Effect of heat from radio frequency on maize weevil (*Sitophilus zeamais*)

วีรยุทธ ใฝ่กระจายเพื่อน[1] เยาวลักษณ์ จันทร์บาง[1,2] และ สุชาดา เวียรศิลป์[1,3]
Weerayout Faikrajaypuan,[1] Yaowaluk Chanbang[1,2] and Suchada Vearasilp[1,3]

Abstract

Maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) is one of the most important insect pests of maize and other cereals during storages. The immature stages develop inside kernels and cause weight loss and deterioration directly on grain. The objective of this experiment was to determine the effects of heat from radio frequency (RF) at 27.12 MHz against maize weevil. In experiment 1, adults of maize weevils and infested grain with each stage of maize weevil; egg, larval and pupal stages, were packed with 1,000 g maize at 12.5% moisture content in polyethylene bag and then were exposed to the RF at the power of 670 watts for 120 seconds. The result showed that adult stage was the most tolerant stage to RF treatment. The mortality of eggs, larvae, pupae and adults were 76.13, 66.59, 70.27 and 49.93% respectively. Comparing to the untreated maize, the RF treated on egg, larval, pupal and adult stage is able to reduce maize weevil damage as 15.81, 12.81, 7.06 and 9.08% by number of grains. Moreover, the RF treated survivals could be able to lay eggs and develop their progeny significantly less than in untreated control. In experiment 2, the most tolerant stage to RF treatment (adult stage) was exposed to combination of RF treatment at 4 different levels of RF power (700, 730, 750 and 780 watts) and for 60, 120 and 180 seconds. The result showed that mortality of insect increased with increasing power and exposure time. Insect mortality was 80.25% at combination of 780 watts power and 180 second exposure.

Keywords: Maize weevil, radio frequency, maize

บทคัดย่อ

ด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motschulsky เป็นแมลงที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง เข้าทำลายเมล็ดข้าวโพดและเมล็ดธัญพืชระหว่างการเก็บรักษา ระยะตัวอ่อนเจริญเติบโตภายในเมล็ด และเป็นสาเหตุให้เมล็ดสูญเสียน้ำหนัก และทำให้เมล็ดเสื่อมสภาพ ในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้คลื่นความถี่วิทยุ ที่ความถี่ 27.12 MHz ในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด การทดลองที่ 1 นำด้วงงวงข้าวโพด ระยะ ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ที่อาศัยอยู่ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มาบรรจุถุง polyethylene พร้อมกับเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้นเมล็ด 12.5% ในปริมาณ 1,000 กรัม แล้วนำไปให้คลื่นความที่วิทยุที่พลังงาน 670 วัตต์ เวลา 120 วินาที พบว่า ตัวเต็มวัยเป็นระยะที่ทนทานที่สุด และยังพบว่าโดยมีอัตราการตาย 76.13, 66.59, 70.27 และ 49.93% ตามลำดับ คลื่นความถี่วิทยุสามารถ ลดความเสียหายของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเมล็ดดีเป็น 15.81, 12.81, 7.06 และ 9.08% ตามลำดับ และยังพบว่าระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ที่เหลือรอดจากการผ่านคลื่นความถี่วิทยุ พัฒนาเป็นตัวเต็มวัยและให้รุ่นลูก (F1) แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดลองที่ 2 นำด้วงงวงข้าวโพดระยะที่ทนทาน (ระยะตัวเต็มวัย) ไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับพลังงาน 4 ระดับ (700, 730, 750 และ 780 วัตต์) เวลา 60, 120 และ 180 วินาที พบว่าเมื่อเพิ่มระดับพลังงานและระยะเวลาในการผ่านคลื่นวิทยุเพิ่มขึ้น ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดมีอัตราการตายเพิ่มขึ้น และที่ระดับพลังงาน 780 วัตต์ เวลา 180 วินาที ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดมีอัตราการตาย 80.25%

คำสำคัญ: ด้วงงวงข้าวโพด คลื่นความถี่วิทยุ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
[1] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University/ Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education
[2] ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[2] Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
[3] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[3] Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

คำนำ

ด้วงงวงข้าวโพดเป็นแมลงที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง สามารถแพร่ขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณและเข้าไปทำลายได้ทั้งเมล็ดข้าวโพดในแปลงและเมล็ดที่เก็บรักษาในโรงเก็บ ทำให้เกิดความเสียหายได้อย่างรวดเร็ว มีระยะตัวอ่อนเจริญเติบโตภายในเมล็ดข้าวโพด การป้องกันด้วยการร่อนแยกไม่สามารถทำได้ และหากมีแมลงติดอยู่ภายในเมล็ดข้าวโพดสามารถกัดกินสร้างความเสียหาย ทำให้เมล็ดสูญเสียน้ำหนัก และคุณค่าทางอาหาร การใช้ความร้อนเป็นวิธีหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของแมลง (ใจทิพย์และคณะ, 2550) การใช้คลื่นความถี่วิทยุซึ่งทำให้เกิดความร้อนได้อย่างรวดเร็วจากการย้ายขั้วของโมเลกุลอย่างรวดเร็ว และการหมุนของไอออนภายในวัตถุ ที่คลื่นความถี่วิทยุสามารถผ่านทะลุลงไปในวัตถุได้ (Hansen and Johnson, 2007) ดังนั้นความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาใช้ในการกำจัดแมลงที่อยู่ในผลผลิตได้ เพื่อลดการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลง

อุปกรณ์และวิธีการ

1 การศึกษาระยะการเจริญเติบโตของด้วงงวงข้าวโพดที่มีความทนทานที่สุดเมื่อได้รับคลื่นความถี่วิทยุ

นำด้วงงวงข้าวโพดระยะ ไข่ หนอน ดักแด้ ซึ่งอยู่ภายในเมล็ดข้าวโพด และตัวเต็มวัย (กรรมวิธี) จำนวน 30 ตัว ใส่ลงในถุงพลาสติกชนิด polyethylene บรรจุเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1,000 กรัม ความชื้น 12.5% แล้วนำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ที่ระดับ 27.12 MHz พลังงาน 670 วัตต์ เป็นเวลา 120 วินาที ตรวจนับตัวเต็มวัยที่รอดในแต่ละกรรมวิธี หลังจากเก็บรักษาเมล็ดข้าวโพดเป็นเวลา 6, 4, 2 และ 1 สัปดาห์ตามลำดับ ซึ่งแมลงในระยะ ไข่ หนอน ดักแด้จะพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ตัวเต็มวัยจะตรวจนับการรอดใน 1 สัปดาห์หลังจากได้รับคลื่นความถี่วิทยุ ทำการนับแมลงในรุ่นลูกที่เกิดจากตัวเต็มวัยดังกล่าวในกรรมวิธีต่างๆ โดยปล่อยให้แมลงเจริญต่อไปอีก 6 สัปดาห์พร้อมกับตรวจวัดความเสียหาย

2 การศึกษาหาระดับพลังงานคลื่นความถี่วิทยุและเวลาที่เหมาะสมในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด

นำแมลงระยะที่มีความทนทานที่สุดในการทดลองที่ 1 มาศึกษาประสิทธิภาพของคลื่นความถี่วิทยุในช่วงพลังงานต่างๆ โดยนำเมล็ดข้าวโพดปริมาณ 1,000 กรัม ความชื้น 12.5% มาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด polyethylene พร้อมกับด้วงงวงข้าวโพด จำนวน 30 ตัว นำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 700, 730, 750 และ 780 วัตต์ เป็นเวลา 60, 120 และ 180 วินาทีเปรียบเทียบกับแมลงที่ตายโดยไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ (ชุดควบคุม) รวม 12 กรรมวิธี (4 ระดับพลังงาน x 3 ระยะเวลา) ทุกกรรมวิธีทำ 5 ซ้ำ หาความแตกต่างเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของด้วงงวงข้าวโพดโดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุม จัดการทดลองแบบแฟกทอเรียล วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วย Tukey HSD

ผล

1 การศึกษาระยะการเจริญเติบโตของด้วงงวงข้าวโพดที่มีความทนทานที่สุดเมื่อได้รับคลื่นความถี่วิทยุ

ด้วงงวงข้าวโพด ระยะ ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ที่อาศัยอยู่ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ บรรจุถุง polyethylene ขนาด 1,000 กรัม เมื่อได้รับพลังงาน 670 วัตต์ เวลา 120 วินาที พบว่าตัวเต็มวัยเป็นระยะที่ทนทานที่สุดโดยมีอัตราการตายน้อยที่สุด 49.93±2.81% แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P<0.05)* จากระยะ ไข่ หนอน และดักแด้ ซึ่งมีอัตราการตายเท่ากับ 76.13±1.52, 66.59±5.30 และ 70.27±5.36% ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Average mortality of maize weevil various developmental stages when exposed to the radio frequency at power of 670 watts for 120 seconds.

Developmental stage	Mortality (%)± SE[1]
Egg	76.13 ± 1.52 b
Larval	66.59 ± 5.30 b
Pupal	70.27 ± 5.36 b
Adult	49.93 ± 2.81 a

[1]Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at 95% confidence.

ด้วงงวงข้าวโพดในระยะ ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยที่เหลือรอดจากการผ่านคลื่นความถี่วิทยุพลังงาน 670 วัตต์ ระยะเวลา 120 วินาที และเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ พบว่าเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมความเสียหายลดลง 15.81±5.95, 12.81±11.22, 7.06±10.57 และ 9.08±12.89% ตามลำดับ และยังพบว่าระยะการเจริญเติบโตของด้วงงวงข้าวโพดตอบสนองกับคลื่นความถี่วิทยุให้ลูกมีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P<0.05)* ด้วงงวงข้าวโพดกรรมวิธีที่ให้คลื่นความถี่วิทยุ และชุดควบคุมมีผลทำให้ลูก (F1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ *(P>0.05)* ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกรรมวิธีที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุกับระยะการเจริญเติบโตของแมลง แมลงในระยะตัวเต็มวัย ดักแด้ และระยะหนอน ที่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุในรุ่นพ่อแม่ส่งผลให้เกิดแมลงรุ่นลูกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.8, 34.4 และ 27.8 ตัวตามลำดับ จากจำนวนแมลงในรุ่นพ่อแม่ 30 ตัว (คละเพศ) ซึ่งแตกต่างจากด้วงงวงข้าวโพดระยะไข่ที่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz พลังงาน 670 วัตต์ เป็นเวลา 120 วินาที มีผลทำให้แมลงที่เหลือรอดให้จำนวนลูกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P<0.05)* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.4 ตัว (table 2)

Table 2 Percentage of maize weevil damaged kernel after 6-week storage and number of progeny production after treated with 27.12 MHz radio frequency (RF) at the power of 670 watts for 120 seconds.

Developmental stage	(%) decreasing damaged compared with untreated control in each stage ± SE[1]	number of progeny± SE[2]	
		after RF treated	untreated control
egg	15.81 ± 5.95 a	5.4 ± 2.06 b	9.6 ± 1.63 ab
larval	12.81 ± 11.22 a	27.8 ± 10.87 ab	26.4 ± 18.21 ab
pupal	7.06 ± 10.57 a	34.4 ± 6.61 ab	26.4 ± 6.67 ab
adult	9.08 ± 12.89 a	58.8 ± 24.98 a	22.0 ± 5.91 ab

[1]Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at 95% confidence.

[2]Means followed by the same letters in the same column and row are not significantly different at 95% confidence.

2 การศึกษาหาระดับพลังงานคลื่นความถี่วิทยุและเวลาที่เหมาะสมในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด

ด้วงงวงข้าวโพดระยะตัวเต็มวัยซึ่งเป็นระยะที่ทนทานที่สุด หลังจากได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับพลังงาน 4 ระดับ (700, 730, 750 และ 780 วัตต์) เวลา 60, 120 และ 180 วินาที พบว่าทุกกระดับพลังงาน ที่เวลา 120 วินาทีขึ้นไปมีแมลงค่าเฉลี่ยอัตราการตายไม่แตกต่างกัน (*P>0.05*) โดยที่ระดับพลังงาน 780 วัตต์ เวลา 180 วินาที ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดมีอัตราการตายสูงสุด 80.25% (table 3)

Table 3 Average mortality of adult maize weevil when exposed to combination of RF treatment at 4 different levels of RF power (700, 730, 750 and 780 watts) and for 60, 120 and 180 seconds.

Radio frequency power (watts)	Mortality of maize weevil (%) ± SE[1] at heating time (seconds)		
	60	120	180
700	1.99 ± 0.82 a	58.00 ± 5.23 cd	72.00 ± 6.55 d
730	22.92 ± 4.35 ab	68.55 ± 7.59 d	72.48 ± 4.99 d
750	27.25 ± 2.87 b	60.32 ± 5.07 cd	79.50 ± 3.00 d
780	39.93 ± 6.21 bc	67.26 ± 4.66 d	80.25 ± 4.43 d

[1]Means followed by the same letters in the same column and row are not significantly different at 95% confidence.

วิจารณ์ผล

ด้วงงวงข้าวโพดในระยะตัวเต็มวัยเป็นระยะที่ทนทานที่สุดต่อคลื่นความถี่วิทยุ รองลงมาได้แก่ ระยะหนอน และดักแด้ อาจเป็นเพราะหนอนและดักแด้มีความชื้นหรือน้ำในลำตัวมาก ประกอบกับผนังลำตัวบาง เป็นเหตุให้เมื่อได้รับความร้อนจะได้รับผลกระทบรุนแรงกว่าระยะตัวเต็มวัยซึ่งมีโครงสร้างแข็งภายนอก ผลกระทบของความร้อนที่เกิดขึ้นกับแมลงในเบื้องต้นมี

ผลทำให้แมลงขาดน้ำ (Nelson *et al*., 1998; Chapman, 1998) นอกจากนี้มีผลกระทบต่อระบบการหายใจของแมลงทำให้อัตราการหายใจ และขบวนการเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้น ระบบการทำงานของเอนไซม์และฮอร์โมนในร่างกายบางอย่างมีความเฉพาะเจาะจงต่ออุณหภูมิ ดังนั้นเมื่อได้รับความร้อนจะมีผลต่อระบบดังกล่าวและเกิดสภาพที่ไม่เป็นไปตามปกติ เช่น การมี Juvenile hormone ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนรูปร่างของแมลงในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้แมลงระยะตัวอ่อนมีการลอกคราบมากขึ้น หรือมีระยะการเจริญเติบโตผิดปกติ นอกจากนี้ความร้อนมีผลในการยับยั้งการสร้างสาร vitellin ซึ่งเป็นโปรตีนสำคัญในการสร้างและพัฒนาไข่ของแมลง ด้วยเหตุนี้แมลงระยะไข่จึงได้รับผลกระทบและไม่สามารถพัฒนาไปเป็นหนอนได้ (Neven, 2000) ในการทดลองนี้แมลงระยะไข่หลังจากได้รับคลื่นความถี่วิทยุพบว่า มีแมลงเหลือรอดเจริญเติบโตให้ลูกลดลงแตกต่างจากแมลงชุดควบคุมที่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุ Mahroof *et al*. (2005) รายงานว่ามอดแป้ง *Tribolium casteneum* ที่ได้รับความร้อนที่ 50°C ส่งผลกระทบถึงความอุดมสมบูรณ์ (fecundity) ทำให้อัตราการอยู่รอดตั้งแต่ระยะไข่จนถึงระยะตัวเต็มวัย และจำนวนแมลงรุ่นลูกลดลง และพบว่าระยะดักแด้ได้รับผลกระทบมากกว่าระยะตัวเต็มวัย ยิ่งไปกว่านั้นแมลงเพศเมียได้รับผลกระทบมากกว่าเพศผู้ ด้วงงวงข้าวโพดระยะตัวเต็มวัย เป็นระยะที่ทนทานต่อคลื่นความถี่วิทยุโดยพบว่า สอดคล้องกับผลการทดลองของ พัทยาและสุชาดา (2549) และ กฤษณา (2552) ที่พบว่าตัวเต็มวัยของมอดหัวป้อมเป็นระยะที่ทนทานต่อคลื่นความถี่วิทยุมากที่สุด

สรุป

ด้วงงวงข้าวโพดระยะต่างๆ เมื่อนำมาผ่านคลื่นความถี่วิทยุความถี่ 27.12 MHz พลังงาน 670 วัตต์ เวลา 120 วินาที พบว่า ระยะตัวเต็มวัยเป็นระยะที่ทนทานที่สุด รองลงมาเป็นระยะหนอน ดักแด้ และไข่ คลื่นความถี่วิทยุเมื่อนำมาใช้กับแมลงในระยะไข่สามารถลดปริมาณรุ่นลูกของด้วงงวงข้าวโพดได้ดีกว่าแมลงที่เข้าทำลายระยะหนอน ดักแด้และตัวเต็มวัย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว บัณฑิตวิทยาลัยและภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และสนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา สุเมธะ. 2552. ผลของการใช้คลื่นความถี่วิทยุต่อมอดหัวป้อม *Rhyzopertha dominica* (F.) และคุณภาพของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 69 หน้า.

ใจทิพย์ อุไรชื่น, พรทิพย์ วิสารทานนท์ และภาวินี หนูชนะภัย. 2550. การใช้ความร้อนในการควบคุมแมลงศัตรูข้าวหลังเก็บเกี่ยว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://it.doa.go.th/refs/search.php (1 เมษายน 2553).

พัทยา จันทร์แหง และ สุชาดา เวียรศิลป์. 2549. การใช้คลื่นความถี่วิทยุในการควบคุมเชื้อราและแมลงในเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 37(2): 77-80.

Chapman, R. F. 1998. *The Insects Structure and Function*. 4th ed. The United Kingdom at the University Press, Cambridge. 770 pp.

Hansen, J. D. and J. A. Johnson. 2007. Survey of heat treatment. pp. 8-15. *In*: J. Tang, E. Mitcham, S. Wang and S. Lurie (eds.), *Heat Treatment for Postharvest Pest Control*: *Theory and practice*. USDA-ARS. California, USA.

Mahroof, R., B. Subramanyam, and P. Flinn. 2005. Reproductive Performance of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) Exposed to the Minimum Heat Treatment Temperature as Pupae and Adults. *Journal of Economic Entomology* 98 (2): 626-633.

Nelson, S. O., P. G. Bartley, Jr., K. C. Lawrence. 1998. Rf and Microwave Dielectric Properties of Stored-Grain Insects and Their Implications for Potential Insect Control. *American Society of Agricultural Engineers* 41(3): 685-692.

Neven, L. G. 2000. Physiological responses of insects to heat. *Postharvest Biology and Technology* 21: 103-111.