บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับคลื่นเสียงกับระยะการเจริญเติบโตของ ด้วงถั่วเขียว

1.1 การศึกษาวงจรชีวิต

การศึกษาวงจรชีวิตของด้วงถั่วเขียวโดยทำการเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพันธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ พบว่า 94-99 เปอร์เซ็นต์ ของไข่ทั้งหมดฟักในระยะเวลาประมาณ 5-6 วัน ในอัตราส่วนเพศเมียเท่ากับเพศผู้ นอกจากนั้นแล้วยังพบว่าไข่ที่ทำการวางไว้โดยเพศเมียในวันแรก ๆ นับจากวันที่เพศเมียเริ่มทำการวางไข่ สามารถฟักเป็นตัวได้มากกว่าไข่ที่วางในวันหลัง ๆ เนื่องจากเพศเมียต้องแย่งชิงเมล็ดถั่วในการวางไข่ และอาหารมีจำนวนจำกัดซึ่งมีผลให้ประสิทธิภาพในการวางไข่ลดลง และยังทำให้ไข่ที่ถูกวางมีอัตราฟักต่ำลงด้วย (Credland, 1986)

Messina (1989) รายงานว่าลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ดมีอิทธิพลต่อการวางไข่ คือ การวางไข่บนเมล็ดที่มีผิวเรียบ มีประสิทธิภาพสูงกว่าบนเมล็ดที่มีผิวขรุขระและยังรายงานว่าด้วงถั่วทั่ว ๆ ไปชอบเข้าวางไข่ในเมล็ดที่เจริญเต็มที่แล้ว และ Utida (1972) รายงานว่าสามารถทำการวางไข่บนเมล็ดได้ทุกขนาดและสุกแก่เต็มที่แล้ว แต่ต้องเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ ไม่แตกหัก สามารถวางไข่ได้บนเมล็ดในแปลงและในโรงเก็บ

จากการศึกษาพบว่า

ระยะไข่ด้วงถั่วเขียววางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ บนผิวเมล็ดถั่วเขียวอย่างน้อย 1 ฟองต่อเมล็ดมีลักษณะ คล้ายหยดน้ำปลายด้านหนึ่งมนอีกด้านหนึ่งแหลม ระยะแรกของไข่จะมีสีขาวนวลใสเป็นมัน ต่อมาจะเริ่มขุ่นขาวขึ้นเรื่อยๆ พร้อมกับเกิดจุดสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำบริเวณด้านมนของไข่ แล้วเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่นทั้งฟองระยะไข่ใช้เวลาประมาณ 4-8 วัน เฉลี่ยประมาณ 5.25 วัน (ตาราง 1)

ระยะหนอน เมื่อฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ มีสีขาวขุ่นปนเหลือง ลำตัวค่อนข้างอ้วนและมีลักษณะโค้งหนอนเป็นแบบ Scarabaeiform ส่วนหัวจะมีสีน้ำตาลปนดำขนาดเล็กกว่าลำตัว ลำตัวยาวประมาณ 0.38 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 0.17 มิลลิเมตร หนอนเมื่อออกจากไข่จะเจาะผ่านส่วนเปลือกเมล็ดถั่วเขียวตรงที่ไข่ติดกับเมล็ดเข้าไปอาศัยกัดกินอยู่ข้างในเมล็ดตลอดเวลาจนโตเต็มที่ลำตัวมีลักษณะป้อมผิวหนังย่นมากขึ้น มีความยาวประมาณ 3.5-3.8 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 1.8 มิลลิเมตร ส่วนหัวและขาเริ่มเห็นได้ไม่ชัดเจน จากการศึกษาพบว่าระยะหนอนใช้เวลาประมาณ 12-17 วัน เฉลี่ยประมาณ 14.78 วัน (ตาราง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1) ในช่วงที่ก่อนจะเข้าดักแด้ หนอนจะกัดกินเมล็ดถั่วเขียวบริเวณใกล้กับเปลือกเมล็ดเป็นวงกลมจนเหลือแต่เปลือกบางๆเท่านั้นเพื่อเป็นทางออกของตัวเต็มวัย

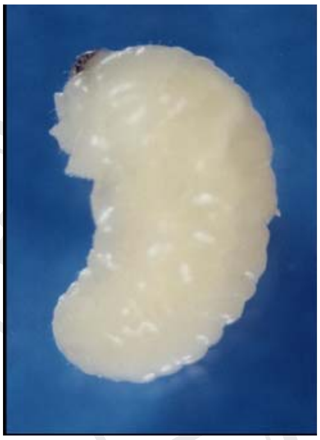
ระยะดักแด้ เป็นแบบ exarate มีสีเหลืองครีมเช่นเดียวกับระยะหนอน ซึ่งเข้าดักแด้บริเวณเดียวกับที่ตัวหนอนเข้าทำลายเป็นระยะสุดท้าย ระยะดักแด้สังเกตเห็นส่วนหัวและส่วนปลายปีกชัดเจน ดักแด้มีขนาดความยาวประมาณ 3.2-3.5 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 1.7-2 มิลลิเมตร ใช้เวลาประมาณ 3-6 วันเฉลี่ยประมาณ 4.42 วัน (ตาราง 1)

ระยะตัวเต็มวัย ก่อนที่ด้วงถั่วเขียวในระยะตัวเต็มวัยจะออกจากเมล็ดถั่วเขียวที่เข้าทำลายอยู่ภายในมีการพักตัวอยู่ในเมล็ด 2-4 วัน หลังจากนั้นตัวเต็มวัยจึงเอาหัวดันแผ่นเปลือกที่เจาะเป็นเยื่อบางตั้งแต่ในระยะหนอนออกมานอกเมล็ด ตัวเต็มวัยมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทา ปล้องท้องส่วนสุดท้ายมีขนาดใหญ่และมองเห็นได้ชัดเพราะปีกสั้นคลุมส่วนท้องไม่มิด มีแถบหรือจุดสีน้ำตาลแก่บนปีกทั้งสองข้าง ลำตัวเรียวแคบไปทางส่วนหน้าทำให้หัวเล็กและงุ้มเข้าหาส่วนอก ตามีขนาดใหญ่ หนวดเป็นแบบฟันเลื่อยสั้น ๆ และปลายปีกมีสีดำ มีขนาดลำตัวยาว 3.0-4.5 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 1.0-1.5 มิลลิเมตร ในระยะนี้ด้วงถั่วเขียวไม่มีการเข้าทำลายหรือกัดกินเมล็ดถั่ว แต่มีการผสมพันธุ์และวางไข่เท่านั้นจากการศึกษาตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวมีชีวิตอยู่ 5-9 วัน เฉลี่ยประมาณ 7.3 วัน (ตาราง 1) ส่วนรายงานการศึกษาการเจริญเติบโตของด้วงถั่วเขียวของ ชุมพล (2533) พบว่า ด้วงถั่วเขียวมีวงจรชีวิตในระยะไข่ 3-7 วัน ระยะตัวหนอน 13-20 วัน ระยะดักแด้ 3-7 วัน ระยะตัวเต็ม 3- 18 วัน และวงจรชีวิตตั้งแต่ระยะไข่จนเป็นตัวเต็มวัยใช้เวลา 19-33 วัน และเมื่อเปรียบเทียบวงจรชีวิตของด้วงถั่วเขียวจากรายงานการศึกษากับจากการทดลองพบว่า มีช่วงการเจริญเติบโตอยู่ในระยะเวลาเดียวกัน

ตาราง 1 วงจรชีวิตของด้วงถั่วเขียว

ระยะการเจริญเติบโต	เวลา (วัน)
ไข่	5.25 ± 1.34
หนอน	14.78 ± 1.96
ดักแด้	4.42 ± 1.01
ตัวเต็มวัย	7.38 ± 1.32

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 8 ระยะไข่ (ก) ตัวหนอน (ข) ดักแด้ (ค) และตัวเต็มวัย (ง) ของด้วงถั่วเขียว *Callosobruchus maculatus* (F.)

ภาพที่ 9 เมล็ดถั่วเขียวที่ถูกด้วงถั่วเขียวเข้าทำลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 ความแตกต่างระหว่างตัวเต็มวัยเพศผู้ และเพศเมียของด้วงถั่วเขียว

รูปร่างลักษณะตัวเต็มวัย	เพศผู้	เพศเมีย
หนวด	หนวดแบบฟันเลื่อย และมีขนาดยาวกว่าเพศเมีย	หนวดแบบฟันเลื่อย และมีขนาดสั้นกว่าเพศผู้
ขนาดลำตัว	ขนาดลำตัวเล็กกว่าเพศเมีย	ขนาดลำตัวใหญ่กว่าเพศผู้
ปล้องท้อง	ด้านหลัง (dorsal) ส่วนปลายสุดมีลักษณะแหลม, คม และโค้งลงด้านล่าง	ด้านหลัง (dorsal) ส่วนปลายสุดมีลักษณะมน และยื่นออกไปด้านหน้า

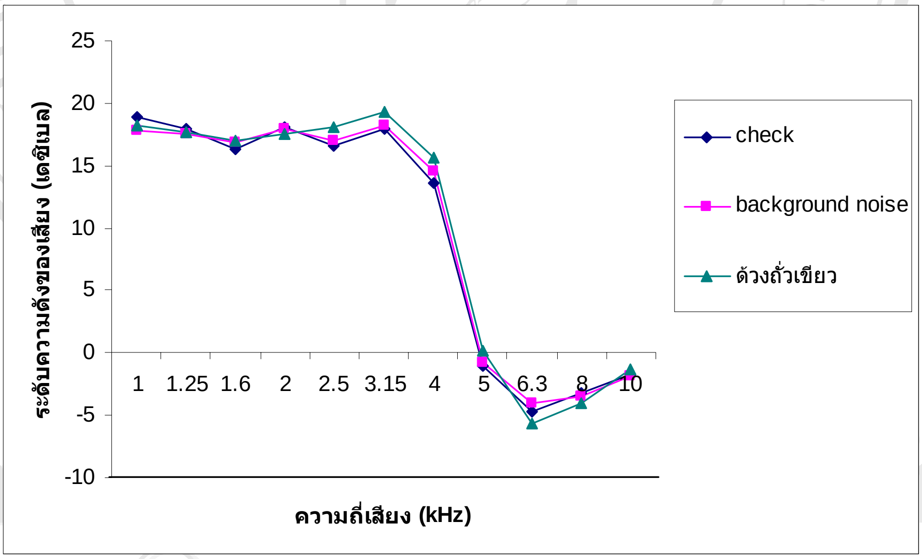
ภาพที่ 10 ด้วงถั่วเขียวเพศผู้ (บน) และเพศเมีย (ล่าง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 การบันทึกระดับความดังของเสียงของด้วงถั่วเขียวระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

การบันทึกระดับความดังของเสียงที่เกิดจากการกินอาหารหรือการเคลื่อนที่ของแมลง เริ่มตั้งแต่ระยะไข่ ไประยะหนอนซึ่งจะเจริญเติบโตอยู่ภายในเมล็ด ตลอดจนเข้าระยะดักแด้ และเจาะเมล็ดออกมาเป็นตัวเต็มวัยโดยจะบันทึกเสียงจากตัวอย่างเมล็ดถั่วเขียว 500 กรัม เปรียบเทียบกับเสียงของสภาพแวดล้อม (background noise) ขณะทำการทดลองและชุดควบคุมที่ไม่มีการปล่อยแมลง ซึ่งจะทำให้ทราบว่าเสียงที่บันทึกได้นั้นเป็นเสียงที่เกิดจากแมลง หรือเป็นเสียงที่เกิดจากสภาพแวดล้อม ในช่วงความถี่เสียงระหว่าง 1-10 kHz ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 30 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าที่ช่วงความถี่ที่ 1 kHz สามารถรับฟังเสียงจากแมลงได้ดีที่สุด

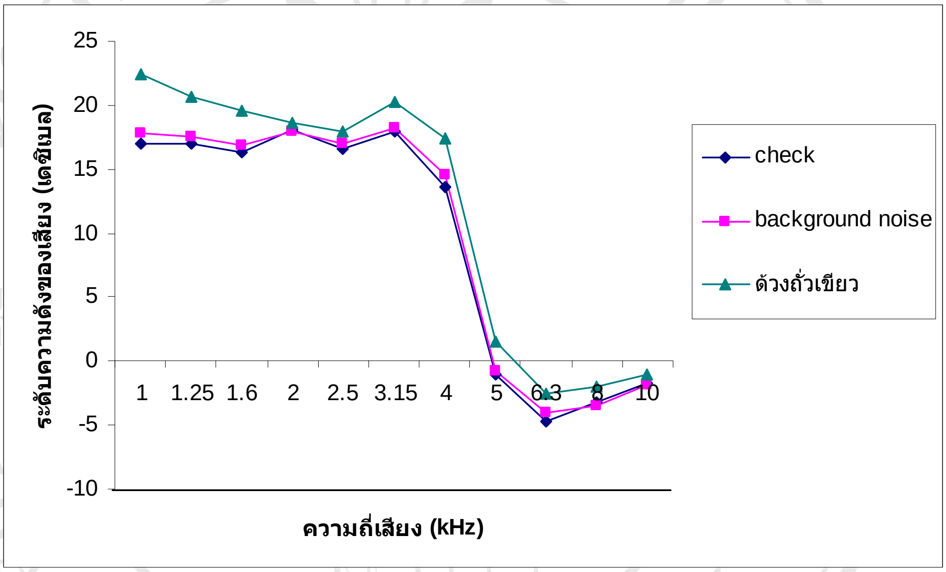
จากการตรวจวัดความดังของเสียงของด้วงถั่วเขียวตั้งแต่ระยะไข่จนกลายเป็นตัวเต็มวัยพบว่าระดับความดังของเสียงจากด้วงถั่วเขียว ในระยะไข่พบว่า ระดับความดังของเสียงแมลงมีค่าใกล้เคียงกับระดับความดังของเสียงที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อม และชุดควบคุมทุกช่วงความถี่ที่ตรวจวัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในระยะไข่แมลงมีกิจกรรมที่ทำให้เกิดเสียงขึ้นน้อยหรือไม่มีเลย ดังนั้นเสียงจากการทดลองครั้งนี้จึงเป็นเสียงที่เกิดจากอิทธิพลของเสียงสภาพแวดล้อมเป็นหลัก



ภาพที่ 11 ระดับความดังของเสียงของด้วงถั่วเขียวในระยะไข่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

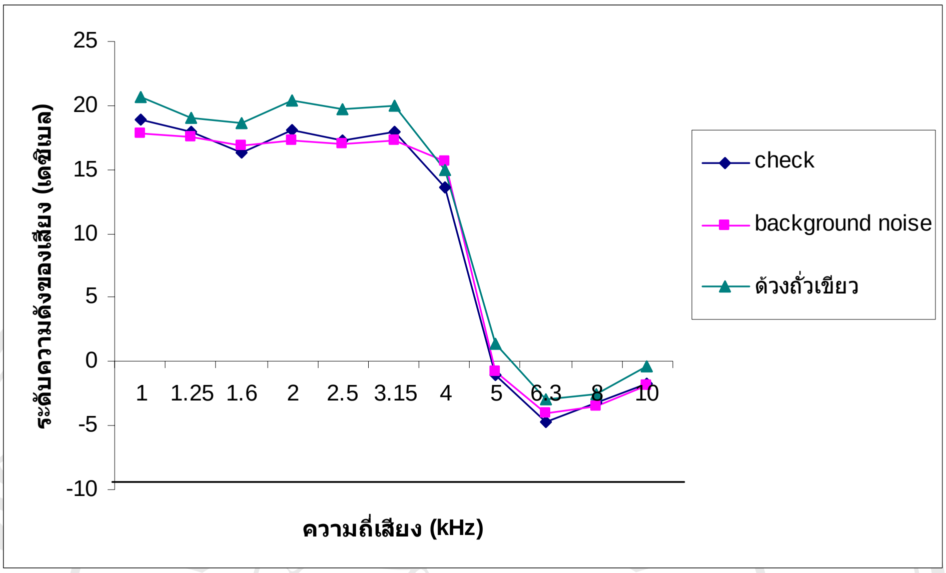
ระยะตัวหนอนเป็นช่วงที่แมลงมีกิจกรรมการกินอาหาร หรือการเคลื่อนที่เกิดขึ้นมากที่สุด ซึ่งเป็นระยะที่แมลงมีกิจกรรมที่ทำให้เกิดเสียงมากกว่าในช่วงอื่นๆ จากการทดลองพบว่าระดับความดังของเสียงจากแมลงมีค่ามากกว่าเสียงสภาพแวดล้อม และชุดควบคุมที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ตลอดช่วงความถี่ระหว่าง 1-10 kHz (ภาพที่ 12) ทั้งนี้เพราะช่วงที่ตรวจวัดเสียงตัวหนอนมีขนาดโต และมีการกินอาหารหรือการเคลื่อนที่ภายในเมล็ดอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ทำให้เกิดเสียงได้อย่างเพียงพอที่แสดงถึงความแตกต่างระหว่างเสียงของแมลงกับเสียงสภาพแวดล้อม



ภาพที่ 12 ระดับความดังของเสียงของด้วงถั่วเขียวในระยะหนอน

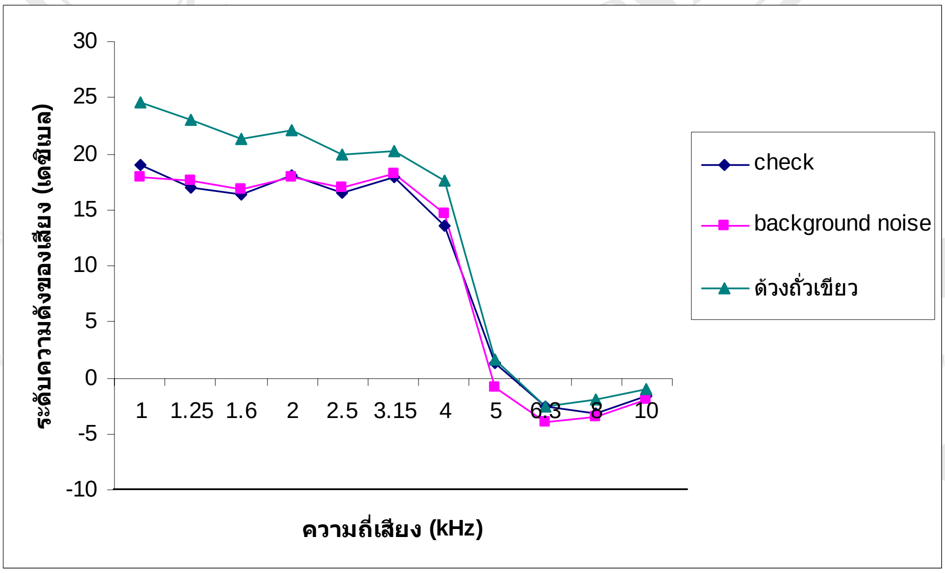
ระยะดักแด้แมลงมีกิจกรรมต่างๆ ลดลง หยุดการกินอาหาร และการเคลื่อนที่น้อยมากแมลงจะเข้าสู่ระยะพักตัวก่อนพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย เสียงของแมลงมีการปรับตัวลดลงจากระยะตัวหนอนแต่ยังมีค่ามากกว่าเสียงสภาพแวดล้อม และชุดควบคุม ทำให้การบันทึกเสียงของแมลงในช่วงนี้จึงยังไม่เห็นความแตกต่างระหว่างเสียงของแมลงกับเสียงสภาพแวดล้อม ได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบ เทียบกับในระยะตัวหนอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



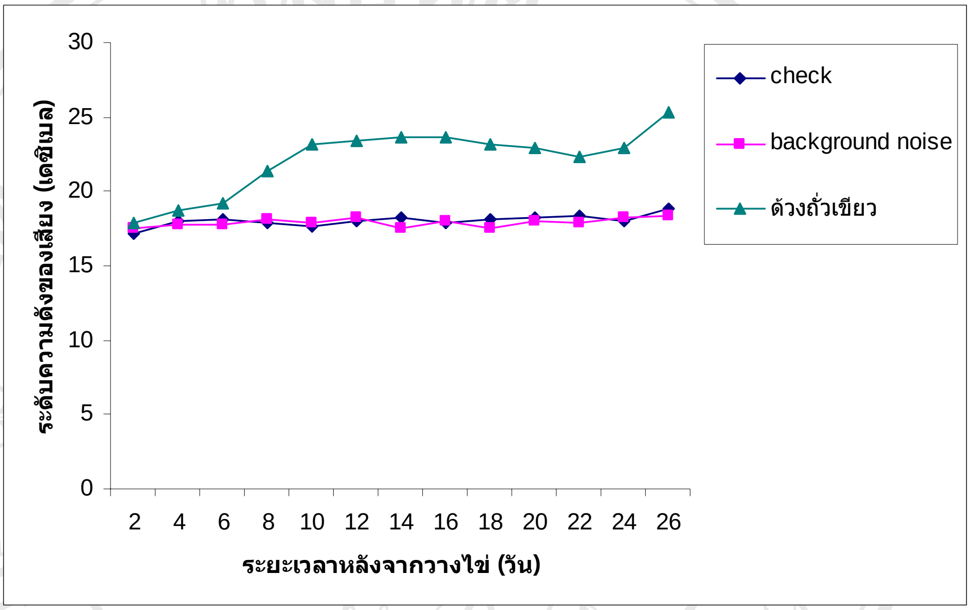
ภาพที่ 13 ระดับความดังของเสียงของด้วงถั่วเขียวในระยะดักแด้

ระยะตัวเต็มวัยแมลงมีการเคลื่อนที่ออกจากเมล็ด ทำให้เกิดเสียงหรือการสั่นสะเทือนเพียงพอสำหรับการตรวจวัด และจากการทดลองพบว่าเสียงของแมลงมีค่ามากกว่าเสียงสภาพแวดล้อม และชุดควบคุมอย่างเห็นได้ชัด โดยเสียงที่ช่วงความถี่ 1 kHz มีค่ามากที่สุด (ภาพที่14)



ภาพที่ 14 ระดับความดังของเสียงของด้วงถั่วเขียวในระยะตัวเต็มวัย

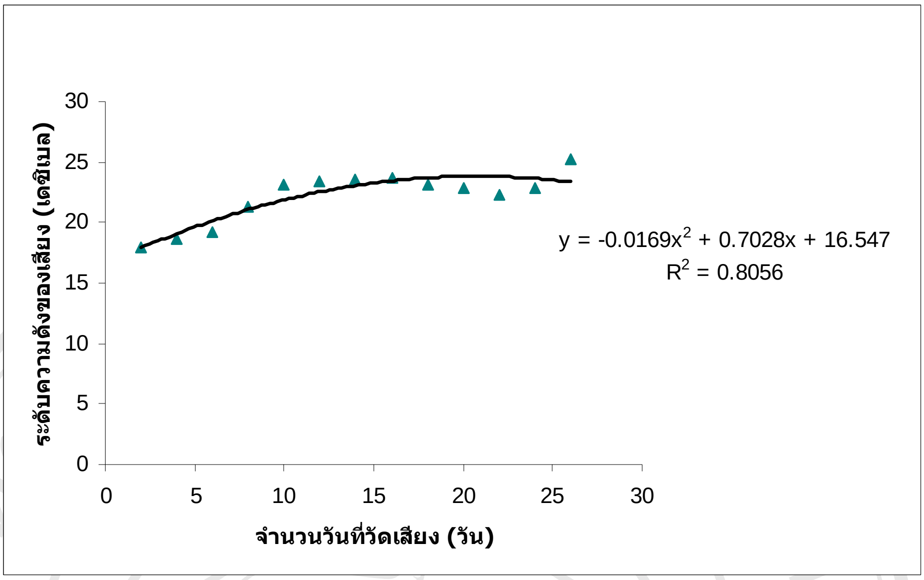
จากการตรวจวัดระดับความดังของเสียงของด้วงถั่วเขียวตั้งแต่ระยะไข่จนกลายเป็นตัวเต็มวัย พบว่า ระดับความดังของเสียงจากด้วงถั่วเขียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยระดับความดังของเสียงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาหลังจากการวางไข่ แต่พอถึงระยะดักแด้ระดับความดังของเสียงจะค่อยๆลดลง และเมื่อเป็นตัวเต็มวัย ระดับความดังของเสียงจึงเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 ระดับความดังของเสียงของด้วงถั่วเขียวตลอดระยะการเจริญเติบโต

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความดังของเสียงแมลงกับระยะการเจริญเติบโตของด้วงถั่วเขียวซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีโพลิโนเมียลพบว่า $y = -0.0169x^2 + 0.7028x + 16.547$ และ $R^2 = 0.8056$ เมื่อ y คือ ระดับความดังของเสียงแมลง (เดซิเบล) และ x คือ ระยะเวลาหลังจากการวางไข่ (วัน) (ภาพที่ 16)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

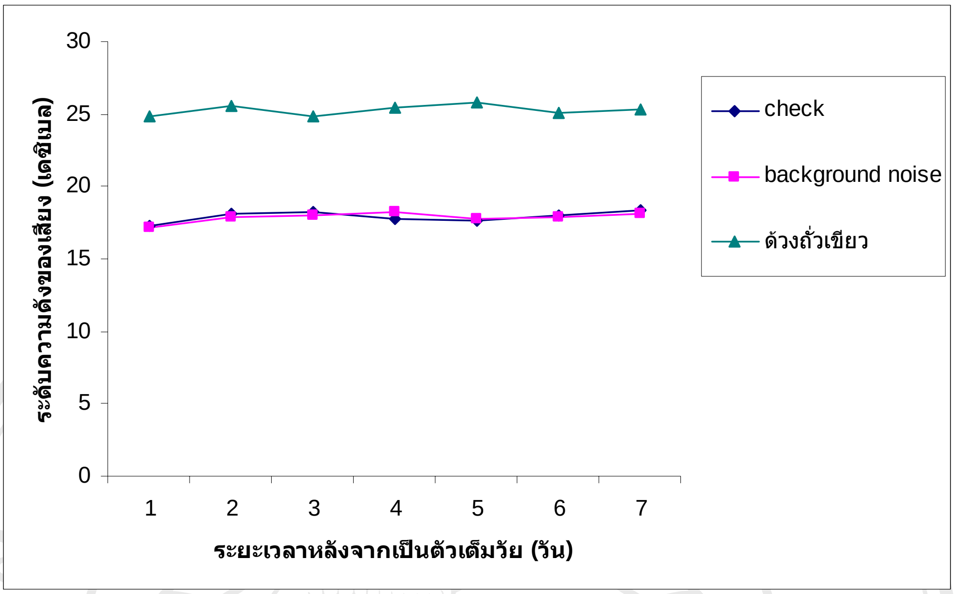


ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความดังของเสียงแมลงกับระยะการเจริญเติบโตของด้วง ถั่วเขียว

หลังจากทำการบันทึกระดับความดังของเสียงที่เกิดจากการวางไข่ หรือการเคลื่อนที่ในระยะตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว โดยจะบันทึกเสียงเป็นระยะเวลา 7 วัน จากตัวอย่างเมล็ดถั่วเขียว 500 กรัม ที่มีตัวเต็มวัยเกิดขึ้นใหม่จากการทดลองข้างต้น เปรียบเทียบกับเสียงสภาพแวดล้อม ขณะทำการทดลองและชุดควบคุม ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 30 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์

จากการตรวจวัดระดับความดังของเสียงของตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียวพบว่าระดับความดังของเสียงจากด้วงถั่วเขียวมีค่ามากกว่าระดับความดังของเสียงจากชุดควบคุมและเสียงที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยระดับความดังของเสียงจะคงที่ตามวันที่วัดเสียงขึ้นอยู่กับกิจกรรมของแมลงในขณะนั้น (ภาพที่ 17)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 17 ระดับความดังของเสียงของตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียวหลังจากออกเป็นตัวเต็มวัย

เนื่องจากในระยะตัวเต็มวัยแมลงมีทั้งการผสมพันธุ์ การเคลื่อนที่ และการวางไข่ จึงทำให้ระดับความดังของเสียงที่ตรวจวัดได้มีค่ามากกว่าระดับความดังของเสียงในระยะตัวหนอนซึ่ง Shuman *et al.*, 1993 รายงานว่า เมื่อเปรียบเทียบเสียงที่เกิดในระยะตัวหนอนกับตัวเต็มวัย ก็พบว่าเสียงที่เกิดขึ้นจากตัวเต็มวัยมีปริมาณความดังมากกว่าตัวหนอนถึง 37 เท่า โดยระดับความดังของเสียงตัวหนอนด้วงถั่วเขียวจะอยู่ในช่วง 19-24 เดซิเบล ขณะที่ระดับความดังของเสียงตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียวจะอยู่ในช่วง 23-29 เดซิเบล ซึ่งก็เป็นไปตามรายงานของ Horng *et al.*, 1997 ที่พบว่าระดับความดังของเสียงตัวหนอนด้วงถั่วเขียวที่อยู่ในเมล็ดถั่วเขียวเท่ากับ 24 เดซิเบล

1.3 ปริมาณความเสียหายจากการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว

จากการตรวจวัดเสียงของแมลงในแต่ละระยะการเจริญเติบโตข้างต้นทำให้ทราบว่าในช่วงความถี่ที่ 1 kHz เป็นระดับความถี่ที่สามารถรับฟังเสียงของด้วงถั่วเขียวได้ดีที่สุด จึงตรวจวัดเสียงที่ช่วงระดับความถี่นี้เพื่อประเมินจำนวนประชากรของด้วงถั่วเขียวในระยะตัวหนอนที่เข้าทำลายอยู่ภายในเมล็ดถั่วเขียว โดยเสียงที่บันทึกได้เป็นเสียงที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อม ขณะทำการทดลอง โดยบันทึกเสียงของแมลงตั้งแต่ช่วงที่แมลงยังอยู่ในระยะไข่ฟักออกจากเมล็ดเป็นตัวเต็มวัย เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเสียงแมลงระหว่างชุดการทดลองที่มีจำนวนแมลงแตกต่างกัน 5 กรรมวิธี โดยมีชุดควบคุมที่ไม่มีการปล่อยแมลงเป็นตัวเปรียบเทียบที่อุณหภูมิเฉลี่ย 30 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์วัด ซึ่งจำนวนของแมลงที่แตกต่างกันนั้นเป็นจำนวนของตัวเต็มวัยที่เจาะออกมาจากเมล็ดถั่ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เขียวหลังสิ้นสุดการทดลองแล้ว มีดังนี้ 257, 538, 782, 952 และ 1,253 ตัว ตามลำดับ (ตาราง 3, ภาพที่ 18) โดยปริมาณของแมลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำเมล็ดมาชั่งน้ำหนักหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

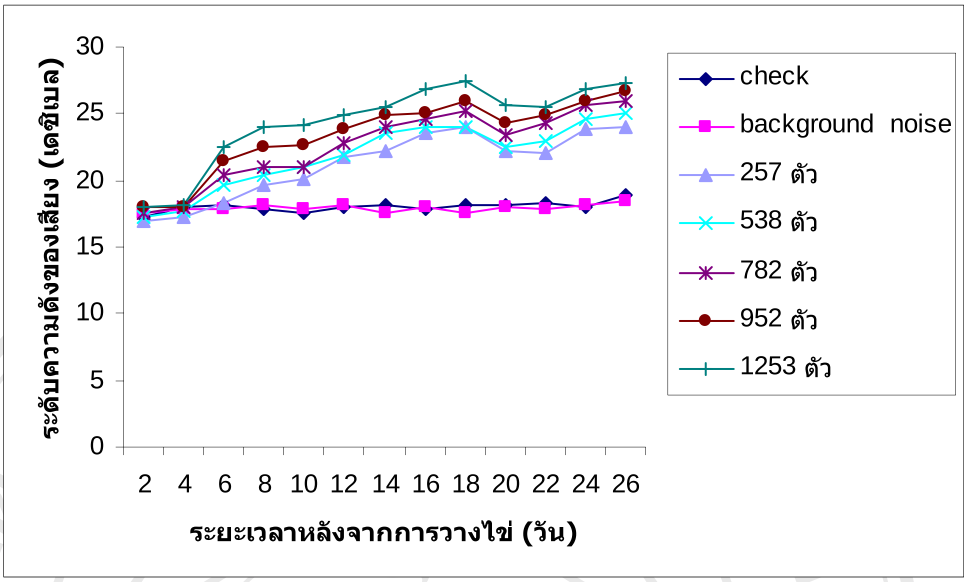
ตาราง 3 จำนวนแมลงและระดับความดังของเสียงตัวหนอนด้วงถั่วเขียว หลังจากวางไข่

กรรมวิธี	จำนวนแมลง (ตัว)	ระดับความดังของเสียง (เดซิเบล) หลังจากวางไข่ (วัน) [1]												
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
1	0	17.25^{d}	17.14^{c}	17.86^{e}	18.14^{e}	18.02^{d}	17.90^{d}	18.11^{e}	18.41^{d}	17.77^{e}	17.44^{e}	17.62^{d}	18.10^{e}	17.99^{e}
2	257	17.30^{cd}	17.27^{bc}	18.51^{de}	19.83^{d}	20.58^{c}	21.55^{c}	22.02^{d}	23.59^{c}	23.75^{d}	22.43^{d}	21.65^{c}	23.58^{d}	23.91^{d}
3	538	18.47^{a}	18.80^{a}	19.69^{cd}	20.61^{cd}	20.58^{c}	21.32^{c}	21.67^{d}	24.77^{b}	24.75^{cd}	22.50^{d}	22.49^{c}	24.94^{c}	24.98^{c}
4	782	18.23^{ab}	19.05^{a}	20.51^{bc}	20.09^{c}	21.67^{bc}	22.35^{bc}	23.60^{c}	24.73^{b}	25.29^{bc}	23.36^{c}	24.36^{b}	25.03^{b}	26.02^{b}
5	952	17.54^{bcd}	18.20^{ab}	21.45^{ab}	22.36^{b}	22.40^{b}	23.21^{b}	24.73^{b}	25.45^{b}	25.82^{b}	24.44^{b}	24.99^{ab}	26.39^{ab}	27.00^{a}
6	1253	18.13^{abc}	18.17^{abc}	22.76^{a}	23.48^{a}	23.96^{a}	24.40^{a}	26.05^{a}	26.60^{a}	27.41^{a}	25.52^{a}	25.60^{a}	26.96^{a}	27.47^{a}
$LSD_{0.05}$		0.87	1.03	1.49	0.91	1.35	1.24	1.13	0.72	1.09	0.86	1.06	0.85	0.78

หมายเหตุ [1] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

อักษรหลังตัวเลขในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

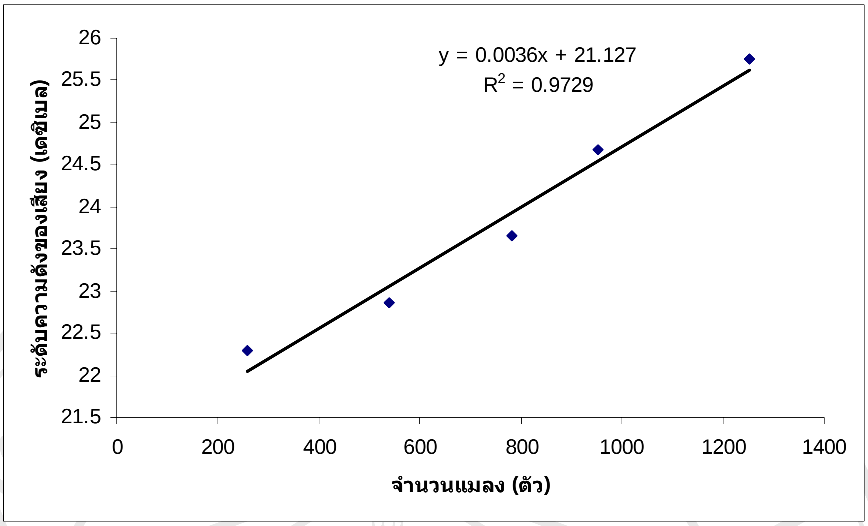
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงระดับความดังของเสียงของด้วงถั่วเขียวในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตตามปริมาณของตัวหนอนที่เข้าทำลาย

จากการตรวจวัดเสียงระดับความดังเสียงของหนอนด้วงถั่วเขียวที่วัดได้ในวันที่ 8, 10, 12, 14, 16 และ 18 วันหลังจากวางไข่ ซึ่ง Vick *et al.*(1988) ก็มีรายงานเช่นเดียวกันว่า สามารถตรวจจับวัดเสียงผีเสื้อข้าวเปลือก ด้วงงวงข้าว และมอดข้าวเปลือกที่ทำลายเมล็ดข้าว ข้าวโพด และ ข้าวสาลี ได้ดีในวันที่ 13, 16 และ 19 หลังจากวางไข่ โดยวันที่ 20 หลังจากวางไข่ เป็นวันที่มีระดับความดังของเสียงมากกว่าวันอื่นๆ เพราะช่วงเวลานี้ตัวหนอนด้วงงวงข้าวโพดมีการเจริญเติบโตสูงสุด มีกิจกรรมทั้งการกินอาหารหรือการเคลื่อนไหวที่ทำให้เกิดเสียงได้มากกว่าช่วงเวลาอื่นอย่างชัดเจน เมื่อหาสัมพันธ์ระหว่างระดับความดังของเสียงกับจำนวนตัวหนอนแมลง ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีเชิงเส้น พบว่า $y = 0.0036x + 21.127$ และ $R^2 = 0.9729$ เมื่อ y คือ ระดับความดังของเสียงแมลง (เดซิเบล) และ x คือ จำนวนแมลง (ตัว) (ภาพ 19)

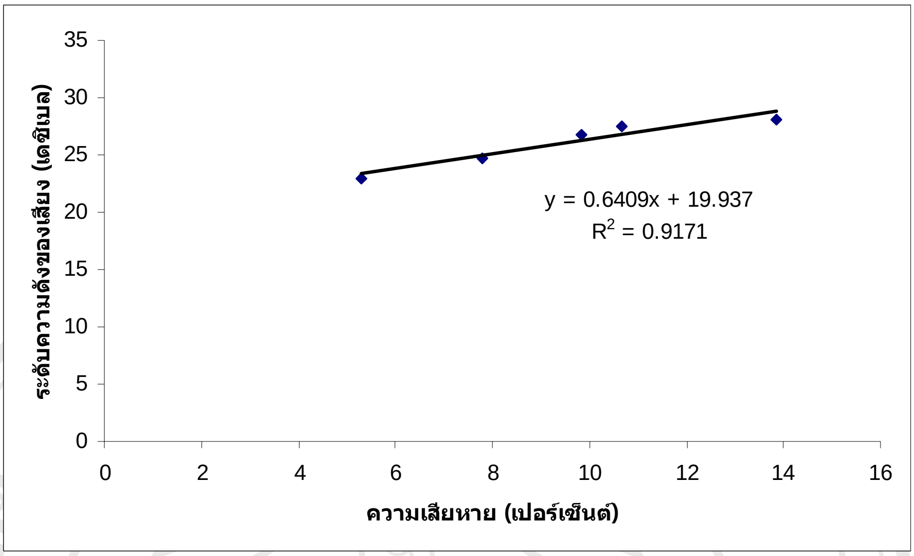
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความดังของเสียงแมลงกับจำนวนตัวหนอนด้วงถั่วเขียวที่อายุ 18 วันหลังจากวางไข่

การตรวจวัดเสียงของด้วงถั่วเขียวที่เกิดจากการเข้าทำลายภายในเมล็ดถั่วเขียวเพื่อใช้ประเมินความเสียหายของเมล็ดโดยชั่งหาน้ำหนักที่หายไป หลังจากที่ตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียวเจาะออกมาจากเมล็ดในวันที่ 26 หลังจากวางไข่ โดยพบแมลง 257, 538, 782, 952 และ 1,253 ตัว ตามลำดับ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักของเมล็ดถั่วเขียวมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับจำนวนตัวหนอนที่เข้าทำลายและระดับความดังของเสียงแมลงที่ตรวจวัดได้ และเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความดังของเสียงกับเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนัก ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีเชิงเส้น พบว่า $y = 0.6409x + 19.937$ และ $R^2 = 0.9171$ เมื่อ y คือ ระดับความดังของเสียงแมลง (เดซิเบล) และ x คือ ความเสียหายโดยน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความดังของเสียงแมลงกับเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักของเมล็ดถั่วเขียวจากการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียวที่อายุ 26 วัน

การทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับคลื่นเสียงที่เกิดจากแมลงกับจำนวนประชากรตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว

การตรวจวัดเสียงของแมลงเพื่อประเมินจำนวนประชากรของด้วงถั่วเขียวในระยะตัวเต็มวัยโดยเสียงที่บันทึกได้เป็นเสียงที่เกิดจากกิจกรรมทั้งการผสมพันธุ์ หรือการเคลื่อนที่ของแมลงรวมไปถึงเสียงที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อม ขณะทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเสียงแมลงระหว่างชุดการทดลองที่มีจำนวนแมลงแตกต่างกัน 5 กรรมวิธี โดยปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวจำนวน 100, 200, 300, 400 และ 500 ตัวตามลำดับ และมีชุดควบคุมที่ไม่มีแมลงเข้าทำลายอยู่ภายในเมล็ดเป็นตัวเปรียบเทียบที่อุณหภูมิเฉลี่ย 30 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณแมลงทั้งหมดมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การเปลี่ยนแปลงของลักษณะคลื่นเสียงของด้วงถั่วเขียวในแต่ละวันตามปริมาณของตัวเต็มวัยที่เข้าทำกิจกรรมต่างๆในถั่วเขียวพบว่า ตั้งแต่วัดระดับความดังของเสียงได้ 1 วัน จนกระทั่งวัดระดับความดังของเสียงได้ 7 วัน ระดับความดังของเสียงจากด้วงถั่วเขียวในทุกกรรมวิธีมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับจำนวนของแมลงและจำนวนวันที่วัดเสียง โดยระดับความดังของเสียงจะคงที่ตั้งแต่วัดได้หนึ่งวันไปจนวัดเสียงได้ 7 วัน ซึ่งระดับความดังของเสียงที่ตรวจวัดได้นั้นขึ้นอยู่กับกิจกรรมของแมลงในขณะนั้น (ตาราง 4, ภาพที่ 21)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

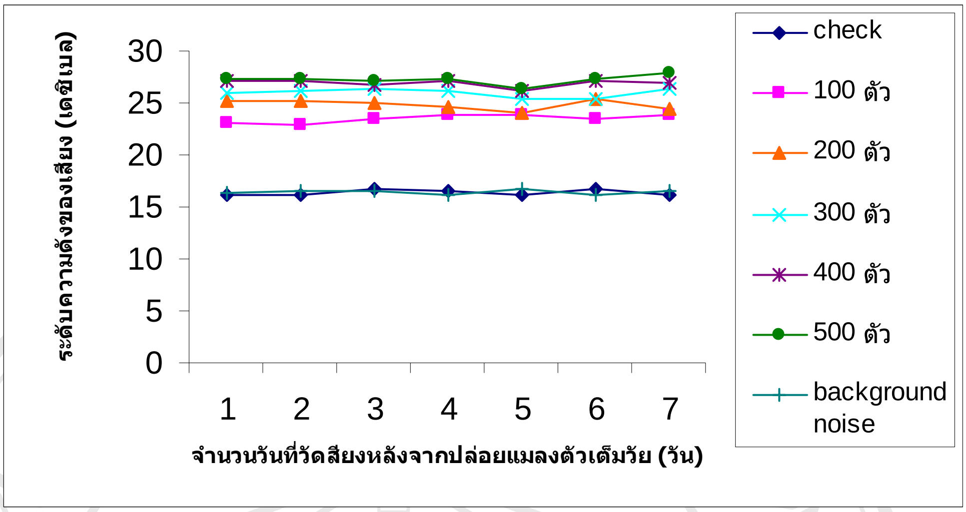
ตาราง 4 จำนวนแมลงและระดับความดังของเสียงของตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียว หลังจาก วัดเสียงเป็นระยะเวลา 7 วัน

กรรมวิธี	จำนวนแมลง (ตัว)	ระดับความดังของเสียง (เดซิเบล) [1]						
		1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน	6 วัน	7 วัน
1	0	17.80 d	17.36 e	17.53 e	17.96 e	17.64 d	18.05 d	17.89 d
2	100	22.99 c	23.03 d	23.96 d	23.99 d	24.10 c	23.94 c	24.18 c
3	200	25.39 b	25.37 c	25.15 c	24.99 c	24.56 bc	25.61 b	24.88 c
4	300	25.79 b	26.53 b	26.61 b	26.34 b	25.27 b	25.62 b	26.61 b
5	400	27.39 a	27.11 ab	27.02 ab	27.31 a	26.36 a	27.31 a	26.78 ab
6	500	27.64 a	27.57 a	27.55 a	27.56 a	26.71 a	27.45 a	27.98 a
$LSD_{0.05}$		0.79	0.65	0.69	0.54	0.80	0.79	1.19

หมายเหตุ [1] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

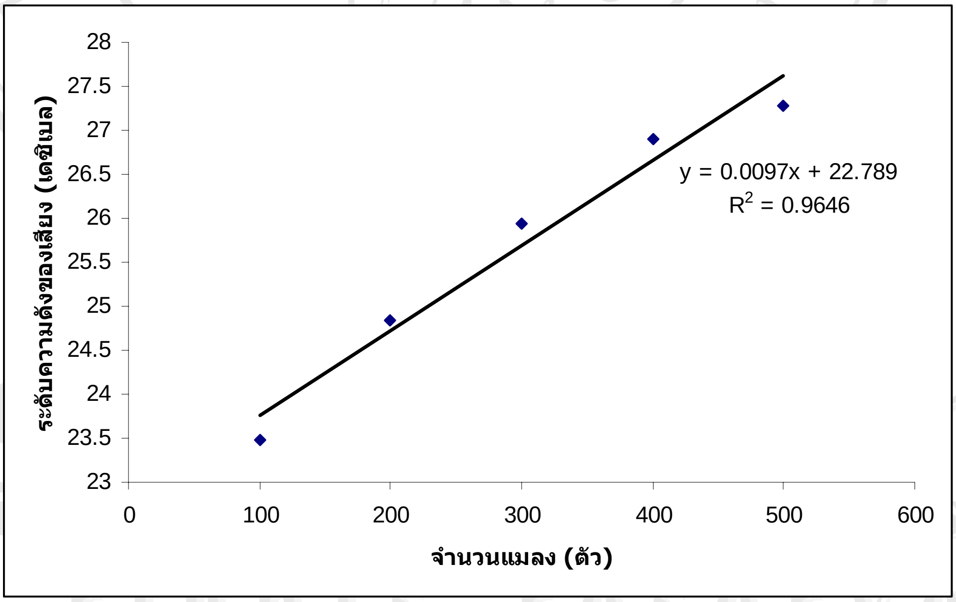
อักษรหลังตัวเลขในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงระดับความดังของด้วงถั่วเขียวในแต่ละวันตามปริมาณของตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว

และเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความดังของเสียงกับจำนวนแมลงหลังจากวัดเสียง 7 วันซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีเชิงเส้นพบว่า $y = 0.0097x + 22.789$ และ $R^2 = 0.9646$ เมื่อ y คือ ระดับความดังของเสียงแมลง (เดซิเบล) และ x คือ จำนวนแมลงตัวเต็มวัย (ตัว) (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความดังของเสียงแมลงกับจำนวนของตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียว

Copyright
All rights reserved

การทดลองที่ 3 ศึกษาระดับคลื่นเสียงที่ช่วงความถี่ต่าง ๆ กับพฤติกรรมการวางไข่ การกินอาหาร และการเพิ่มจำนวนของตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียว

3.1 การศึกษาระดับคลื่นเสียงที่ช่วงความถี่ต่าง ๆ ที่มีผลต่อการวางไข่

จากการศึกษาประเมินการตอบสนองในการวางไข่ของด้วงถั่วเขียว โดยการนับจำนวนไข่ของด้วงถั่วเขียว พบว่าจำนวนไข่ของด้วงถั่วเขียวที่คลื่นเสียงช่วงความถี่ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ระดับความถี่ 2 kHz มีจำนวนไข่ของด้วงถั่วเขียวมากที่สุด ขณะที่ระดับความถี่ 8 kHz มีจำนวนไข่ของด้วงถั่วเขียวน้อยที่สุด ซึ่งระดับความถี่ 2, 4 และ 8 kHz มีจำนวนไข่ของด้วงถั่วเขียวน้อยกว่าชุดควบคุม แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาที่ใช้คลื่นเสียงให้นานขึ้น พบว่าจำนวนไข่ของด้วงถั่วเขียวมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นคลื่นเสียงที่ระดับความถี่ 8 kHz จึงมีผลต่อพฤติกรรมในด้านการวางไข่ของด้วงถั่วเขียวมากกว่าระดับความถี่อื่น ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันการวางไข่ของด้วงถั่วเขียวในยุ้งฉางต่อไป

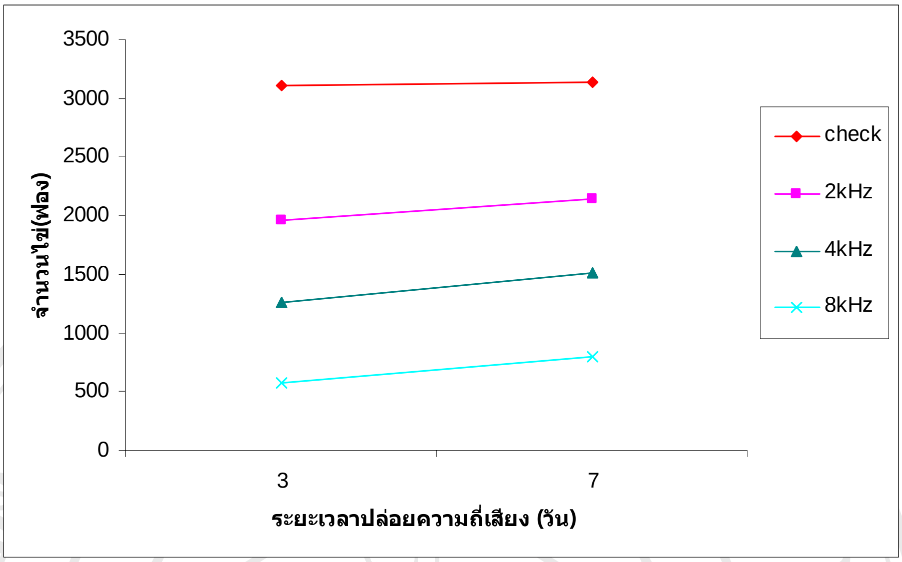
ตาราง 5 ปริมาณไข่ของด้วงถั่วเขียว หลังจากการใช้คลื่นเสียงที่ระดับความถี่ต่างๆ

ความถี่ (kHz)	ค่าเฉลี่ยปริมาณการวางไข่ของแมลง (ฟอง) [1]	
	3 วัน	7 วัน
Check	3106.75 [a]	3139.75 [a]
2 kHz	1958.00 [b]	2136.25 [b]
4 kHz	1264.50 [c]	1518.00 [c]
8 kHz	574.25 [d]	801.00 [d]
$LSD_{0.05}$	297.70	271.41

หมายเหตุ [1] ค่าเฉลี่ยปริมาณไข่ของแมลงจาก 4 ซ้ำ

อักษรหลังตัวเลขในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 23 ปริมาณไข่ของด้วงถั่วเขียว หลังจากการใช้คลื่นเสียงที่ระดับความถี่ต่างๆ

3.2 การศึกษาระดับคลื่นเสียงที่ช่วงความถี่ต่าง ๆ ที่มีผลต่อการกินอาหาร

จากการศึกษา ดูการตอบสนองในด้านการกินของด้วงถั่วเขียวด้วยการหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนัก โดยคำนวณจากสมการ

$$\% \text{ สูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดตอนเริ่มการทดลอง} - \text{น้ำหนักเมล็ดหลังการทดลอง}}{\text{น้ำหนักเมล็ดตอนเริ่มการทดลอง}} \times 100$$

พบว่า เปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักจากการเข้าทำลายของแมลงที่ระดับความถี่ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระยะเวลา 3 และ 7 วัน โดยที่ระดับความถี่ 2 kHz มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักมากที่สุด ขณะที่ระดับความถี่ 8 kHz มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักน้อยที่สุด ซึ่งทั้งระดับความถี่ 2, 4 และ 8 kHz มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักน้อยกว่าชุดควบคุม และเมื่อระยะเวลาที่ใช้คลื่นเสียงนานขึ้นจะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักมากขึ้นตามไปด้วย (ตาราง 6 ภาพที่ 24) ทั้งนี้เนื่องจากคลื่นเสียงที่ระดับความถี่ต่ำๆมีผลต่อพฤติกรรมหรืออุปนิสัยของแมลง (ชุมพล, 2533) ดังนั้นคลื่นเสียงที่ระดับความถี่ 8 kHz จึงมีผลต่อพฤติกรรมในด้านการกินของด้วงถั่วเขียว ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันกำจัด

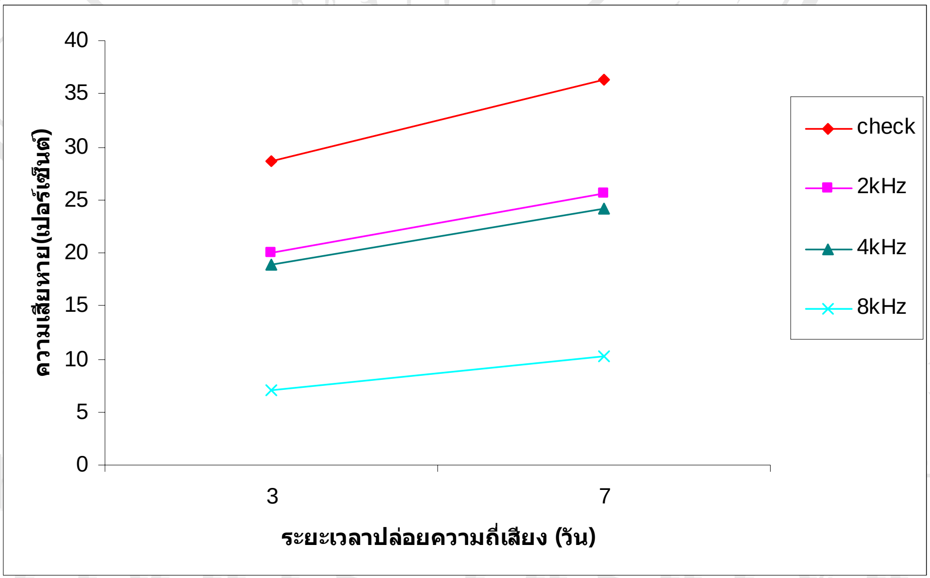
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 6 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักจากการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว หลังจากใช้คลื่นเสียงที่ระดับความถี่ต่างๆ

ความถี่ (kHz)	ค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักถั่วเขียวจากการทำลายของแมลง (เปอร์เซ็นต์) [1]	
	3 วัน	7 วัน
Check	28.70 [a]	36.30 [a]
2 kHz	20.02 [b]	25.55 [b]
4 kHz	18.87 [b]	24.20 [b]
8 kHz	7.07 [c]	10.20 [c]
$LSD_{0.05}$	4.69	5.25

หมายเหตุ [1] ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

อักษรหลังตัวเลขในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 24 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักจากการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว หลังจากใช้คลื่นเสียงที่ระดับความถี่ต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ Copyright All rights reserved

3.3 การศึกษาระดับคลื่นเสียงที่ช่วงความถี่ต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแมลง

จากการศึกษา ดูการตอบสนองในด้านการเพิ่มจำนวนของด้วงถั่วเขียวด้วยการนับจำนวนด้วงถั่วเขียวที่เกิดขึ้นใหม่พบว่า จำนวนด้วงถั่วเขียวที่เกิดขึ้นมาใหม่ที่ระดับความถี่ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระยะเวลา 3 และ 7 วัน โดยที่ระดับความถี่ 8 kHz มีจำนวนแมลงที่เกิดขึ้นใหม่น้อยที่สุด ขณะที่ระดับความถี่ 2 kHz มีจำนวนแมลงที่เกิดขึ้นใหม่มากที่สุดซึ่งที่ระดับความถี่ 2, 4 และ 8 kHz มีจำนวนแมลงที่เกิดขึ้นใหม่น้อยกว่าชุดควบคุม (ตาราง 7 , ภาพที่ 25) ดังนั้นคลื่นเสียงที่ระดับความถี่ 8 kHz จึงมีผลต่อพฤติกรรมในด้านการเพิ่มจำนวนของด้วงถั่วเขียว ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันกำจัด

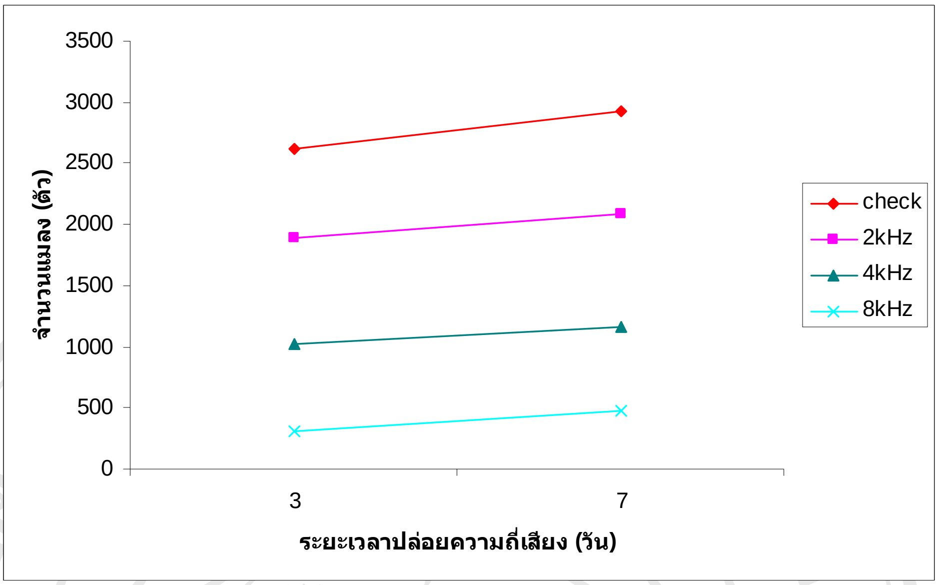
ตาราง 7 จำนวนประชากรด้วงถั่วเขียวที่เกิดขึ้นใหม่ หลังจากใช้คลื่นเสียงที่ระดับความถี่ต่างๆ

ความถี่	ค่าเฉลี่ยปริมาณการเกิดใหม่ของแมลง (ตัว)[1]	
(kHz)	3 วัน	7 วัน
Check	2618.00 [a]	2926.50 [a]
2 kHz	1893.50 [b]	2090.75 [b]
4 kHz	1019.75 [c]	1168.75 [c]
8 kHz	315.00 [d]	476.25 [d]
$LSD_{0.05}$	228.56	196.79

หมายเหตุ [1] ค่าเฉลี่ยแมลงตัวเต็มวัยที่เกิดขึ้นใหม่จาก 4 ซ้ำ

อักษรหลังตัวเลขในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 25 จำนวนประชากรตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียวที่เกิดขึ้นใหม่ หลังจากใช้คลื่นเสียงที่ระดับความถี่ต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved