

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

เรื่อง

ความต้านทานของข้าวโพดต่อด้วงงวงข้าวโพด
(Maize weevil, Sitophilus zeamais Motsch.)

Resistance of maize to maize weevil Sitophilus zeamais Motsch.
(Coleoptera, Curculionidae)

โดย

นางสาวพัฒน์นัต มั่นตัวตร

อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

(รศ.ดร.วรเดช จันทรส)

หัวหน้าภาควิชา

(.....)

(รศ.ดร.วรเดช จันทรส)

ภาควิชารับรอง

พ.พ.
พ 531ค

วันที่ ...๘... เดือน... พ.ศ. ๒๕๔๒

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
32914

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่...
วัน, เดือน, ปี 18 ส.ย. 2542
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความต้านทานของข้าวโพดต่อด้วงงวงข้าวโพด

(Maize weevil, Sitophilus zeamais Motsch.)

Resistance of maize to maize weevil, Sitophilus zeamais Motsch.

(Coleoptera, Curculionidae)

โดย

นางสาวพัฒน์ มั่นทวีตร

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.วรงค์ จันทรร

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. วรเดช จันทสร ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา ปัญหาพิเศษ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาปัญหาพิเศษ แนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ด้วยดี และให้ความเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา คุณตา คุณยาย และทุกคนในครอบครัว ที่ได้สนับสนุนด้านทุนทรัพย์ และให้กำลังใจด้านการศึกษาตลอดมาจนถึงปัจจุบัน

ตลอดจนเพื่อน ๆ ทุกคนที่ควรช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ คอยเป็นทั้งกำลังกายและกำลังใจ ในการศึกษาปัญหาพิเศษนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

พัฒน์นัต มั่นตัวตร

มีนาคม 2542



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ความต้านทานของข้าวโพดต่อด้วงงวงข้าวโพด
(Maize Weevil, Sitophilus zeamais Motsch., Coleoptera)

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา



(รศ.ดร.วรเดช จันทรร)

การศึกษาความต้านทานของข้าวโพดต่อด้วงงวงข้าวโพด (Maize weevil, Sitophilus zeamais Motsch., Coleoptera, Curculionidae) ในข้าวโพด 8 พันธุ์ คือ พันธุ์สวีทฮาโก้ ข้าวเหนียวหัวปลี เทียน ลูกผสม ATS – 2 ข้าวเหนียวดำ ข้าวเหนียว 8 แถว สุวรรณ 2 และพันธุ์สุวรรณ 1 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยไว้ในห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา นำผลไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าพันธุ์ข้าวโพดมีผลต่อการวางไข่ การเจริญเติบโตและการเข้าทำลายของด้วงงวงข้าวโพดทั้ง 8 พันธุ์ โดยพบว่าข้าวโพดพันธุ์สวีทฮาโก้มีการเข้าทำลายมากที่สุดคือ มีจำนวนไข่ของด้วงงวงข้าวโพด 30.66 ฟอง และมีจำนวนลูก 40 ตัว และข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 มีการเข้าทำลายน้อยที่สุดคือ มีจำนวนไข่ของด้วงงวงข้าวโพด 6.66 ฟอง และมีจำนวนลูกด้วง 30 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title Resistance of maize to maize weevil, Sitophilus zeamais Motsch.
(Coleoptera, Curculionidae).

By PATTANAN MONTAWAT.

Degree Bachelor of Science in Agriculture.

Major/Field Plant Pest Management Technology.

Advisor

-----/-----/-----

(Assoc. Prof. Dr. Warlardej Chantrasorn)

Resistance of maize to the maize weevil was studied by rearing 10 days old adult weevil in eight maize varieties Sweet – agro , Waxy corn var hov – pree , Waxy corn , ATS – 2 (F₁ – hybrid) , Black – waxy corn , 8 – row waxy corn , Suwan 2 , Sawan 1

The experiment was conducted in three replications at room temperature. After ten days oviposition periods and 30 days , emerging progeny, the number of oviposition and progeny were statistical analysis. It was found that maize varieties were differed the number of oviposition and emerging progeny of the weevil. Maize variety , Sweet – agro was the most susceptible. Number of egg was 30.66 and nymphs was 40 and suwan – 1, Suwan 2 was the most resistance. Number of egg was 6.66 and nymphs was 30

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	5
ผลการทดลอง	7
วิจารณ์ผลการทดลอง	16
สรุปผลการทดลอง	17
เอกสารอ้างอิง	31



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. จำนวนรอยการวางไข่ของด้วงวงข้าว โปดในข้าว โปดจำนวน 8 พันธุ์	7
2. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนรอยการวางไข่ของด้วงวงข้าว โปดในข้าว โปดจำนวน 8 พันธุ์	8
3. การเปรียบเทียบจำนวนรอยการวางไข่ของด้วงวงข้าว โปดในข้าว โปดจำนวน 8 พันธุ์	8
4. จำนวนลูกของด้วงวงข้าว โปด หลังปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วันในข้าว โปด จำนวน 8 พันธุ์	9
5. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติของการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนจำนวน ลูกของด้วงวงข้าว โปด หลังปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วันในข้าว โปดจำนวน 8 พันธุ์	10
6. การเปรียบเทียบจำนวนลูกของด้วงวงข้าว โปด หลังปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วันใน ข้าว โปดจำนวน 8 พันธุ์	10
7. จำนวนลูกของด้วงวงข้าว โปด หลังปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 45 วันในข้าว โปดจำนวน 8 พันธุ์	11
8. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนลูกในข้าว โปดจำนวน 8 พันธุ์	12
9. การเปรียบเทียบจำนวนลูกด้วงวงข้าว โปดจำนวน 8 พันธุ์	12
10. ค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวบนข้าว โปดต่อค่าเฉลี่ยของอัตราการออก ลูกของด้วงวงข้าว โปด หลังปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วันในข้าว โปดจำนวน 8 พันธุ์	13
11. ค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวบนข้าว โปดต่อค่าเฉลี่ยของอัตราการออก ลูกของด้วงวงข้าว โปด หลังปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 45 วันในข้าว โปดจำนวน 8 พันธุ์	14
12. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการออกลูกของด้วงวงข้าว โปดในข้าว โปด จำนวน 8 พันธุ์	15

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
1	แสดงลักษณะของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่สมบูรณ์	18
2	แสดงลักษณะของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่สมบูรณ์	18
3	แสดงการเตรียมการทดลองใส่เมล็ดข้าวโพดในขวดแก้วปากกว้าง	19
4	แสดงการปิดปากขวดแก้วด้วยผ้าขาวบาง	20
5	แสดงลักษณะตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด	21
6	แสดงลักษณะตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดเพศผู้	22
7	แสดงลักษณะตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดเพศเมีย	23
8	แสดงขั้นตอนการย้อมสีเมล็ดข้าวโพดด้วยน้ำยาซอมลี	24
9	แสดงรายการวางไข่ โดยด้วงงวงข้าวโพด จะปล่อยสารปิโตรที่วางไข่ไว้ เรียกว่า egg plug	25
10	แสดงรอยแตกของเมล็ดข้าวโพด	26
11	แสดงรอยเจาะของด้วงงวงข้าวโพด เพื่อเข้าไปอาศัยกักกินอยู่ภายในเมล็ด	27
12	แสดงเมล็ดข้าวโพด ก่อนถูกด้วงงวงข้าวโพดเข้าทำลาย	28
13	แสดงเมล็ดข้าวโพด หลังถูกด้วงงวงข้าวโพดเข้าทำลาย	29
14	แสดงอุปกรณ์ต่างๆ ในการทดลอง	30

คำนำ

ด้วงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motsch. , Coleoptera, curculionidae เป็นแมลงศัตรูสำคัญอันดับหนึ่งของเมล็ดข้าวโพด ทั้งที่ใช้ทำพันธุ์และเพื่อการบริโภค โดยจะอาศัยและกัดกินอยู่ภายในเมล็ดเหมือนด้วงวงง้าว และยังทำลายร่วมกับด้วงวงง้าวด้วย เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้นานเวลา 6 เดือนจะได้รับความเสียหายสูงถึง 22 % และเมล็ดที่ถูกทำลายจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปไม่ได้

ในกรณีของข้าวโพดที่อยู่ในไร่ เมล็ดข้าวโพดที่อยู่บนฝักจะมีเปลือกหุ้มหรือไม่ก็ตาม อาจจะถูกด้วงวงง้าวโพดเจาะทำลายเป็นรูทั่วไป ทำให้เมล็ดมีน้ำหนักเบา และหมดคุณค่าทางอาหาร

ดังนั้น การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้เพื่อหาแนวทางในการลดความเสียหายที่เกิดจากด้วงวงง้าวโพดที่เข้าทำลายข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อลดความเสียหายและลดต้นทุนในการผลิตข้าวโพด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความต้านทานของข้าวโพด 8 ชนิด ต่อด้วงวงง้าวโพด (Maize weevil , *Sitophilus zeamais*)
2. เพื่อศึกษาปัจจัย คือ พันธุ์ข้าวโพดว่ามีผลต่อการเข้าทำลาย การวางไข่และการพัฒนาการของด้วงวงง้าวโพด
3. เพื่อเป็นแนวทางในการหาทางป้องกันกำจัดต่อไป

การตรวจเอกสาร

Larrain et al.(1995) ได้ศึกษาเมล็ดข้าวฟ่างที่อุณหภูมิ 27 °c ความชื้นสัมพัทธ์ 70 % เพื่อคัดเลือกข้าวฟ่างพันธุ์ต้านทาน เพศเมียที่อายุ 16 – 20 วันจะมีอัตราการวางไข่มากกว่าเพศเมียที่มีอายุช่วงอื่น ๆ จำนวนไข่จะเพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับจำนวนเมล็ดพันธุ์, ความหนาแน่นของด้วงวงง, ระยะเวลาการวางไข่ที่เพิ่มขึ้น เปอร์เซนต์ของเมล็ดที่ถูกทำลายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญขึ้นกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนเมล็ดพันธุ์จำนวนด้วงวงง และระยะเวลาการวางไข่ พบว่าจำนวนเมล็ดพันธุ์ 50 เมล็ด เพศเมียของด้วงที่มีอายุ 16 –20 วัน ตลอดจนมีระยะเวลาการวางไข่ 14 วัน ปรากฏให้เห็นแพร่กระจายของด้วงจำเป็นต่อการต้านทานของด้วงวงง *S. zeamais* ในข้าวฟ่าง

Beti et. al.(1995) กล่าวว่า *Sitophilus zeamais* มีบทบาทส่งเสริมให้เกิด aflatoxin B1 ขึ้นในเมล็ดข้าวโพดในโรงเก็บ การทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่าเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อ *Aspergillus flavus* ปะปนกับด้วงวงงข้าวโพด จะมีความแตกต่างของ aflatoxin B1 ในระดับที่สูงกว่าเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อ *A. flavus* แต่ปราศจากด้วงวงง แสดงให้เห็นว่า *S. zeamais* มีผลต่อการเพิ่มความชื้นในเมล็ดข้าวโพดตลอดระยะเวลาที่จะฟักออกเป็นด้วง และความชื้นในเมล็ดข้าวโพดนี้มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับการงอกของสปอร์เชื้อรา aflatoxin ระดับของ Aflatoxin B1 ในข้าวโพดที่มีเชื้อรา *A. flavus* ปะปนกับด้วง *S. zeamais* จะสูงกว่าในข้าวโพดที่ได้รับความเสียหายจากการงอกของสปอร์จากเชื้อรา *A. flavus* เพียงอย่างเดียว

Aflatoxin B1 ในข้าวโพดจะเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาที่มีด้วงวงง *S. zeamais* ปรากฏ จาก 7-21 วัน แต่จะลดลงเมื่อด้วงปรากฏหลังจาก 28 วันผ่านไป

ระดับของ aflatoxin ในข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีจำนวนเชื้อรา *A. flavus* ที่ปะปนกับด้วง *S. zeamais* เพิ่มขึ้น พบว่า *S. zeamais* เป็นตัวช่วยให้ *A. flavus* เจริญได้ง่ายทำให้เกิด aflatoxin ในข้าวโพด โดยจะเพิ่มขึ้นที่บริเวณพื้นที่อ่อนแอต่อเส้นใยเชื้อราทำให้ติดเชื้อและปฏิกิริยา metabolic มีผลต่อการเพิ่มความชื้น

Castro (1994) ได้ศึกษาการออกไข่ของ *Sitophilus zeamais* ในข้าวโพด 30 genotype ที่อุณหภูมิ 28 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% พบว่าโปรตีนที่มีในข้าวโพดไม่ว่าจะเป็น lysine และ tryptophan ไม่มีผลต่อการวางไข่ของด้วงวงง *S. zeamais*

Faleiro (1995) มีการคัดเลือกข้าวโพดพันธุ์ต้านทาน 49 พันธุ์ จากส่วนต่าง ๆ ของประเทศบราซิล โดยการทำการศึกษาในสภาพห้องปฏิบัติการ ทำการทดลองแบบสุ่มจำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยเมล็ดข้าวโพด 30 กรัม ด้วงวงงเพศเมีย 10 ตัว เพศผู้ 5 ตัว ประเมินผลได้ว่าข้าวโพดที่อ่อนแอที่สุดจะมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ไปมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Throne (1989) ได้กล่าวไว้ว่า จำนวนประชากรของด้วงวงข้าวโพดจะลดลงขึ้นอยู่กับการรอดของตัวอ่อน

Throne (1995) ได้ร่วมกันศึกษาเรื่องการพัฒนาของด้วงวงข้าวโพดในข้าวโพดที่ต้านทานต่อ aflatoxin พบว่า จำนวนไข่ของด้วงวงข้าวโพดจะรอดชีวิตจนเป็นตัวเต็มวัยออกมาจะไม่แปรผัน ตามสายพันธุ์ของข้าวโพด

Throne and Cline (1989) ได้ศึกษาพฤติกรรมฝูงตามฤดูกาลของด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) และด้วงวงข้าว (*S. oryzae* L.) ใน South Carolina พบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญต่อพฤติกรรมฝูงตามฤดูกาลของแมลง 2 ชนิดนี้ และถูกพบมากช่วงปลายเดือนมีนาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายน

Okiwelu et al.(1987) ได้ศึกษาตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* ที่อุณหภูมิ 25 – 30°c ความชื้นสัมพัทธ์ 65 – 85 % ถึงผลที่มีคุณภาพของข้าวโพด พบว่าความชื้นที่มีอยู่ในข้าวโพดมีอยู่ในระดับ 11.5 – 12.9 % ซึ่งมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณของด้วงวงที่เข้าทำลายข้าวโพด และการงอกของเมล็ดข้าวโพดที่ถูกด้วงวงเข้าทำลาย 43 – 97.5 % พบว่าหลังจากปลูกข้าวโพด 10 วัน ความงอกไม่เพิ่มขึ้น

Walgenbach and Burkholder (1987) ทำการศึกษาพฤติกรรมการหาคู่ของด้วงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* มีการวิเคราะห์ถึงการผสมพันธุ์ของด้วงวงพบว่าการผสมพันธุ์ของด้วงวงนั้นใช้เวลาเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 4.8 ชั่วโมง โดยหลังของเพศผู้จะโค้งงอ เพศผู้จะจับ aedeagus ออกมา การหาคู่ไม่ปรากฏในด้วงที่มีอายุก่อน 3 วัน เพศเมียที่ยังบริสุทธิ์อยู่จะผสมพันธุ์ได้เร็วกว่าและดีกว่าเพศเมียที่มีคู่แล้วแต่สำหรับเพศผู้ที่เคยมีประสบการณ์ในการผสมพันธุ์แล้วจะผสมพันธุ์ได้ดีและประสบความสำเร็จกว่าเพศผู้ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ อายุและสถานะการมีคู่ หรือระยะเวลาของการผสมพันธุ์ครั้งแรกของเพศเมียไม่มีผลกระทบ ในระหว่างการผสมพันธุ์

Throne and Culik (1988) ได้กล่าวว่า เมล็ดข้าวโพดเต็มเมล็ดที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 43 % การออกลูกหลานของมอดแบน (*Cryptolestes ferrugineus*) จะมีมากและเจริญเติบโตเร็วส่วนเมล็ดข้าวโพดที่ไม่เต็มเมล็ด ลูกของมอดแบนอาจจะเพิ่มขึ้น แต่จะมีการเจริญเติบโตช้าที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 %

Throne and Cline (1991) ได้วิจัยความหนาแน่นของด้วงวงข้าวโพดและด้วงวงข้าวใน South Carolina พบการระบาดของด้วงวงจะมีมากตลอดทั้งปีในทุกพื้นที่ที่ทำการปลูกพืชทั้งสองเป็นปริมาณมาก เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ย 20°c หรือมากกว่า การระบาดจะเพิ่มสูงสุดในฤดูใบไม้ร่วง หลังการเก็บเกี่ยวใหม่ ๆ และทำการจัดเก็บไว้ในโรงเก็บ การระบาดจะลดลงในช่วงหน้าหนาว และเริ่มมีปริมาณสูงขึ้นในฤดูใบไม้ผลิ และมากที่สุดอีกครั้งระหว่างฤดูร้อนและลดลงอีกครั้งในช่วงปลายฤดูร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Throne (1994) ได้ศึกษาชีวประวัติตัวอ่อนด้วงงวงข้าวโพดที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 75 % พบว่าการมีชีวิตรอดจากไข่จนปรากฏเป็นตัวเต็มวัยพบมากที่สุดที่อุณหภูมิ 25°c อัตราส่วนของเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 1:1 ระยะเวลาการพัฒนาก่อนลูกหลานจะมีความเหมาะสมที่อุณหภูมิ 30°c และความชื้นสัมพัทธ์ 75% และเป็นดัชนีชี้ความเหมาะสมของสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของประชากรด้วงงวงข้าวโพดบนข้าวโพด

Cassen (1990) กล่าวว่า ผลของสาร phenolic acid ซึ่งบรรจุอยู่ในเมล็ดข้าวโพดจะเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญว่าเมล็ดข้าวโพดนั้นมีความต้านทานหรืออ่อนแอต่อด้วงงวงข้าวโพด

Sitophilus zeamais ซึ่งถือว่าเป็นกลไกความต้านทานหนึ่ง

Kossou et. al.(1992) ลักษณะของเมล็ดข้าวโพดและขังข้าวโพดที่ปรากฏจะมีส่วนต่อความต้านทาน เพราะจะทำให้ระดับการเข้าทำลายของด้วงงวงสูงต่ำแตกต่างกัน

Amason et.al.(1992) ได้ศึกษาสาร Phenolic ในเมล็ดข้าวโพดเป็นปัจจัยสำคัญ เพราะเป็นตัวชี้วัดความต้านทานของข้าวโพดต่อแมลงศัตรู พบว่า น้ำหนักของเมล็ดข้าวโพดที่สูญเสียไปเนื่องจากการเข้าทำลายของด้วงงวง Sitophilus zeamais มีสหสัมพันธ์ในทางลบกับสาร phenolic ทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพด

Tipping (1987) ได้ศึกษาถึงกลไกและการถ่ายทอดความต้านทานข้าวโพด โดยพบว่าระดับความกว้างของความต้านทานจะเกิดขึ้นภายในข้าวโพด นอกจากนี้พบว่า น้ำคั้นจากเมล็ดข้าวโพดจะมี genotype ทั้งที่อ่อนแอและต้านทานซึ่งทั้งสองตัวนี้จะดึงดูดให้ Sitophilus zeamais และ S. oryzae และกระตุ้นให้ด้วงงวงวางไข่ จำนวนการวางไข่และรอยที่เปลือกของเมล็ดข้าวโพดจากการเข้าทำลายของด้วงงวงมีความสัมพันธ์ในทางบวกต่อกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ขวดแก้วใสปากกว้าง 18 ขวด ขนานเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร
2. ผ้าขาวบาง , หนังกุ้ง , พู่กัน
3. กล้องสเตอริโอไมโครสโคป
4. น้ำยาส้อมสี (acid fuchsin) โดยมีส่วนผสมของ glacial acetic acid 50 มม. น้ำกลั่น 950 มม. และ acid fuchsin 0.5 กรัม
5. ตัวเต็มวัยของด้วงวงงข้าวโพดอายุประมาณ 10 วัน
6. ข้าวโพด 8 ชนิด คือ พันธุ์สวีทฮาโก้ ข้าวเหนียวหัวปดี่ เทียน ลูกผสม ATS-2 ข้าวเหนียวดำ ข้าวเหนียว 8 แฉว สุวรรณ2 สุวรรณ1
7. อื่น ๆ

วิธีการ

ทำการศึกษาข้าวโพดทั้งหมด 8 ชนิดที่มีผลต่อการวางไข่และจำนวนลูกที่ออกมาเมื่อ 26 และ 45 วัน ของด้วงวงงข้าวโพด โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design โดยทำ 3 ซ้ำ

ทำการคัดเลือกเมล็ดข้าวโพดที่สมบูรณ์ ไม่แตก ไม่หัก (ภาพที่1,2) ของข้าวโพด 8 พันธุ์ที่เตรียมไว้ นำเมล็ดข้าวโพดทั้ง 8 พันธุ์ ที่ทำการคัดเลือกแล้วใส่ในขวดปากกว้างขวดละ 50 เมล็ด (ภาพที่3) ปิดปากขวดด้วยผ้าขาวบางตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน (ภาพที่4) เพื่อให้เมล็ดข้าวโพดมีอุณหภูมิและความชื้นของเมล็ดสมดุลกับภายนอก หลังจากนั้นทำการคัดเลือกตัวเต็มวัยของด้วงวงงข้าวโพดที่มีลักษณะแข็งแรง (ภาพที่5) ทำการคัดแยกเพศตัวผู้และตัวเมียโดยดูลักษณะของงวง (rostrum) ของด้วงโดยที่เพศผู้จะมีลักษณะสั้นและป้อมด้านบนจะมีรอยขรุขระเห็นได้ชัด (ภาพที่6) เพศเมียจะมีลักษณะเรียวยาวด้านบนจะเป็นมันมีรอยขรุขระเล็กน้อย (ภาพที่7)

นำด้วงวงงข้าวโพดที่คัดเลือกไว้แล้ว ใส่ขวดข้าวโพดขวดละ 9 ตัว แบ่งเป็นเพศเมีย 6 ตัว เพศผู้ 3 ตัว พร้อมทั้งใช้ผ้าขาวบางปิดอย่างหนาแน่นทิ้งไว้ประมาณ 10 วัน เพื่อให้ด้วงวงงข้าวโพดผสมพันธุ์กันและวางไข่ หลังจาก 10 วัน พบว่าด้วงวงงข้าวโพดวางไข่บนเมล็ดข้าวโพด ก็นำเมล็ดข้าวโพดมาทำการนับจำนวนรอยการวางไข่โดยการแยกตัวเต็มวัยออก แล้วนำเมล็ดข้าวโพดที่ด้วงวงงข้าวโพดวางไข่ซ้อมสีด้วยน้ำยาส้อมสี (ภาพที่8) เพื่อให้สารปิดรูที่แมลงวางไข่ (egg plug) (ภาพที่9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นได้อย่างชัดเจนและง่ายต่อการตรวจนับจากนั้นใช้กล้องสแตริโอไมโครสโคปทำการตรวจนับพร้อมทั้งบันทึกผล แล้วเก็บเมล็ดข้าวโพดใส่ขวดพร้อมทั้งปิดปากขวดด้วยผ้าขาวบางอย่างหนาแน่นดั้งเดิม ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ให้ด้วงงวงข้าวโพดเจริญเติบโตจนกว่าจะเป็นตัวเต็มวัยประมาณ 28 – 35 วัน เมื่อตัวเต็มวัยเจาะเมล็ดข้าวโพดออกมาแล้วจึงทำการตรวจนับจำนวนด้วงงวงข้าวโพดแต่ละพันธุ์พร้อมทั้งบันทึกผล นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ และสรุปผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. การศึกษาพันธุ์ข้าวโพดต่อจำนวนรอยการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดบนข้าวโพด

จากการศึกษาพันธุ์ข้าวโพดต่อจำนวนรอยการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพด โดยการศึกษาในข้าวโพด 8 ชนิด คือ พันธุ์สวีทฮาโก้ ข้าวเหนียวหัวป्ली เทียน ลูกผสม ATS – 2 ข้าวเหนียวดำ ข้าวเหนียว 8 แถว สุวรรณ2 สุวรรณ1 (ตารางที่ 1) นำผลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางที่ 2) ปรากฏว่าพันธุ์ข้าวโพดมีผลต่อจำนวนรอยการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดบนข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และพบว่าด้วงงวงข้าวโพดจะวางไข่บนเมล็ดข้าวโพดพันธุ์สวีทฮาโก้มากที่สุด คือ 30.66 ฟองต่อ 50 เมล็ด รองลงมาคือข้าวพันธุ์ข้าวเหนียวหัวป्ली เทียน ลูกผสม ATS – 2 ข้าวเหนียวดำ ข้าวเหนียว 8 แถว สุวรรณ2 พบรอยการวางไข่บนเมล็ดข้าวโพดเท่ากับ 24.66, 20.33, 17.33, 15.66, 8.00, 7.33 ฟองต่อ 50 เมล็ด ตามลำดับ ส่วนข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ1 พบรอยการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดบนเมล็ดข้าวโพดน้อยที่สุดคือ 6.66 รอยต่อ 50 เมล็ด (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 จำนวนรอยการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดในข้าวโพด 8 พันธุ์ พันธุ์ละ 50 เมล็ด

พันธุ์ข้าวโพด	จำนวนรอยการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพด			เฉลี่ย
	ฟอง/50 เมล็ด			
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	
สวีทฮาโก้	42	30	20	30.66
ข้าวเหนียวหัวป्ली	16	40	18	24.66
เทียน	24	20	17	20.33
ลูกผสม ATS – 2	22	22	8	17.33
ข้าวเหนียวดำ	18	18	11	15.66
ข้าวเหนียว 8 แถว	6	6	12	8.00
สุวรรณ2	7	7	8	7.33
สุวรรณ1	8	2	10	6.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนรอยการวางไข่ของด้วงงวง
ข้าวโพดในข้าวโพดจำนวน 8 พันธุ์ พันธุ์ละ 50 เมล็ด

source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	1608.667	229.810	4.353*	3.49	6.27
Error	16	844.667	52.792			
Total	23	2453.333				

มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบจำนวนรอยการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดในข้าวโพดจำนวน 8 พันธุ์
พันธุ์ละ 50 เมล็ด

พันธุ์ข้าวโพด	จำนวนรอยไข่ของด้วงงวงข้าวโพดเฉลี่ย (ฟอง / 50เมล็ด)
สวีทฮาโก้	30.66 A
ข้าวเหนียวหัวปลี	24.66 AB
เทียน	20.33 B
ลูกผสม ATS-2	17.33 B
ข้าวเหนียวดำ	15.66 B
ข้าวเหนียว 8 แถว	8.00 C
สุวรรณ2	7.33 C
สุวรรณ1	6.66 C
GRAND MEAN =	276.65
	CV = 4.319
LSD.05 =	7.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาพันธุ์ข้าวโพดต่ออัตราการออกลูกของด้วงวงข้าวโพดหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพดแล้ว 26 วัน

จากการศึกษาพันธุ์ข้าวโพดต่ออัตราการออกลูกของด้วงวงข้าวโพดหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพดแล้ว 26 วัน (ตารางที่ 4) พบว่าพันธุ์ข้าวโพดไม่มีผลต่ออัตราการออกลูกของด้วงวงข้าวโพดกันทางสถิติ (ตารางที่ 5) และพบว่าจำนวนลูกด้วงวงข้าวโพดที่เจริญเติบโตในข้าวโพดแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 4 จำนวนลูกของด้วงวงข้าวโพดหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วันในข้าวโพด 8 พันธุ์

พันธุ์ข้าวโพด	จำนวนลูกด้วงวงข้าวโพดหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วัน			เฉลี่ย
	(ตัว / 50 เมล็ด)			
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	
สวีทฮาโก้	53	32	8	31.00
ข้าวเหนียวหัวปลี	62	47	21	43.33
เทียน	24	21	21	22.00
ลูกผสม ATS-2	5	9	10	8.00
ข้าวเหนียวดำ	29	24	16	23.00
ข้าวเหนียว 8 แถว	3	9	29	13.66
สุวรรณ2	3	9	29	13.66
สุวรรณ1	17	16	15	16.00

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนลูกด้วงวงงข้าวโพดหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วันในข้าวโพด 8 พันธุ์ พันธุ์ละ 50 เมล็ด

source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	2713.333	387.619	2.277 ^{ns}	3.49	6.27
Error	16	2724.000	170.250			
Total	23	5437.333				

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบจำนวนลูกด้วงวงงข้าวโพดหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วันในข้าวโพด 8 พันธุ์ พันธุ์ละ 50 เมล็ด

พันธุ์ข้าวโพด	จำนวนของด้วงวงงข้าวโพดเฉลี่ยหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วัน (ตัว / 50 เมล็ด)
ข้าวเหนียวหัวปลี	43.33 A
สวีทฮาโก้	31.00 AB
ข้าวเหนียวดำ	23.00 B
เทียน	22.00 B
สุวรรณ1	16.00 BC
สุวรรณ2	13.66 BC
ข้าวเหนียว 8 แถว	13.66 BC
ลูกผสม ATS - 2	8.00 C
GRAND MEAN = 170.65	
CV = 7.646	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การศึกษาพันธุ์ข้าวโพดต่ออัตราการออกลูกของด้วงงวงข้าวโพดหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 45 วัน

จากการศึกษาพันธุ์ข้าวโพดต่ออัตราการออกลูกของด้วงงวงข้าวโพดหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 45 วัน (ตารางที่ 7) พบว่าพันธุ์ข้าวโพดไม่มีผลต่ออัตราการออกลูกของด้วงงวงข้าวโพดกันทางสถิติ (ตารางที่ 8) และพบว่าจำนวนลูกด้วงงวงข้าวโพดที่เจริญเติบโตในข้าวโพดแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 7 จำนวนลูกของด้วงงวงข้าวโพดหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 45 วัน ในข้าวโพด 8 พันธุ์

พันธุ์ข้าวโพด	จำนวนลูกด้วงงวงข้าวโพดหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 45 วัน			เฉลี่ย
	(ตัว / 50 เมล็ด)			
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	
สวีทฮาโก้	53	42	25	40.00
ข้าวเหนียวหัวปลี	62	50	42	51.33
เทียน	25	30	21	25.33
ลูกผสม ATS-2	35	39	14	29.33
ข้าวเหนียวดำ	30	28	30	30.00
ข้าวเหนียว 8 แถว	5	13	47	21.66
สุวรรณ2	38	48	61	49.00
สุวรรณ1	28	29	33	30.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนลูกด้วงวงงข้าวโพดจำนวน 8 พันธุ์ พันธุ์ละ 50 เมล็ด หลังจากปล่อยตัวเต็มวัย 45 วัน

source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	2519.167	359.880	2.520 ^{ns}	3.49	6.27
Error	16	2284.667	142.792			
Total	23	4803.833				

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบจำนวนลูกด้วงวงงข้าวโพดจำนวน 8 พันธุ์ พันธุ์ละ 50 เมล็ด หลังจากปล่อยตัวเต็มวัย 45 วัน

พันธุ์ข้าวโพด	จำนวนของด้วงวงงข้าวโพดเฉลี่ยหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 45 วัน (ตัว / 50เมล็ด)
ข้าวเหนียวหัวป्ली	51.33 A
สุวรรณ2	49.00 A
สวีทฮาโก้	40.00 AB
สุวรรณ1	30.00 B
ข้าวเหนียวดำ	30.00 B
ลูกผสม ATS-2	29.33 B
เทียน	25.33 B
ข้าวเหนียว 8 แถว	21.66 B
GRAND MEAN = 276.65	CV = 4.319

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวโพดกับอัตราการออกลูกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัย แล้ว 26 วัน

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวโพดของด้วงงวงข้าวโพดกับอัตราการออกลูกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วัน (ตารางที่ 10) นำไปวิเคราะห์สหสัมพันธ์พบว่าจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวโพดของด้วงงวงข้าวโพดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราการออกลูกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วัน โดยมีค่า Correlation เท่ากับ 0.5277 แสดงว่าจำนวนรอยการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดบนข้าวโพดมีผลต่ออัตราการออกลูกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 26 วัน

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวโพดต่อค่าเฉลี่ยของอัตราการออกลูกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดแล้ว 26 วัน ในข้าวโพด 8 พันธุ์

พันธุ์ข้าวโพด	ค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวโพดของด้วงงวงข้าวโพด (ฟอง / 50 เมล็ด)	ค่าเฉลี่ยของอัตราการออกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดแล้ว 26 วัน (ตัว / 50 เมล็ด)
สวีทฮาโก้	30.66	31.00
ข้าวเหนียวหัวปลี	24.66	43.33
เทียน	20.33	22.00
ลูกผสม ATS - 2	17.33	8.00
ข้าวเหนียวดำ	15.66	23.00
ข้าวเหนียว 8 แถว	8.00	13.66
สุวรรณ2	7.33	13.66
สุวรรณ1	6.66	16.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวโพดกับอัตราการออกลูกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัย แล้ว 45 วัน (ตารางที่ 11) นำไปวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่าจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวโพดของด้วงงวงข้าวโพดมีความสัมพันธ์กับอัตราการออกลูกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 45 วัน โดยมีค่า Correlation เท่ากับ 0.4153 แสดงว่าจำนวนรอยการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดมีผลต่ออัตราการออกลูกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 45 วัน

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวโพดต่ออัตราค่าเฉลี่ยของอัตราการออกลูกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยแล้ว 45 วัน

พันธุ์ข้าวโพด	ค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวโพดของด้วงงวงข้าวโพด (ฟอง / 50 เมล็ด)	ค่าเฉลี่ยของอัตราการออกหลังปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด แล้ว 45 วัน (ตัว / 50 เมล็ด)
สวีทฮาโก้	30.66	40.00
ข้าวเหนียวหัวปลี	24.66	51.33
เทียน	20.33	25.33
ลูกผสม ATS - 2	17.33	29.33
ข้าวเหนียวดำ	15.66	30.00
ข้าวเหนียว 8 แถว	8.00	21.66
สุวรรณ2	7.33	49.00
สุวรรณ1	6.66	30.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การศึกษาระยะเวลาต่ออัตราการออกลูกของด้วงงวงข้าวโพด

การศึกษาระยะเวลาต่ออัตราการออกลูกของด้วงงวงข้าวโพดในข้าวโพด 8 พันธุ์ คือ พันธุ์สวี่ทอโก้ ข้าวเหนียวหัวปลี เทียน ลูกผสม ATS – 2 ข้าวเหนียวดำ ข้าวเหนียว 8 แถว สุวรรณ2 สุวรรณ1 หลังจากปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดแล้ว 26 และ 45 วัน (ตารางที่ 12) อัตราการออกลูกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดแล้ว 45 วัน โคสมิค่า Correlation เท่ากับ 0.7545 ซึ่งแสดงว่าระยะเวลาที่มีผลต่ออัตราการออกลูกของด้วงงวงข้าวโพดในข้าวโพดพันธุ์ต่าง ๆ

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการออกลูกของด้วงงวงข้าวโพดในข้าวโพด 8 พันธุ์ ที่ระยะเวลาด่างกัน

พันธุ์ข้าวโพด	ค่าเฉลี่ยของอัตราการออกลูกของด้วงงวงข้าวโพด (ตัว / 50 เมล็ด)	
	หลังจากปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดแล้ว 26 วัน	หลังจากปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดแล้ว 45 วัน
สวี่ทอโก้	31.00	40.00
ข้าวเหนียวหัวปลี	43.33	51.33
เทียน	22.00	25.33
ลูกผสม ATS – 2	8.00	29.33
ข้าวเหนียวดำ	23.00	30.00
ข้าวเหนียว 8 แถว	13.66	21.66
สุวรรณ2	13.66	49.00
สุวรรณ1	16.00	30.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองนี้ พบว่า พันธุ์ข้าวโพดมีผลต่อการเข้าทำลายของด้วงวงงข้าวโพดโดยพบว่า ด้วงวงงข้าวโพดวางไข่ในข้าวโพดพันธุ์สวีทฮาโก้ เป็นปริมาณมากที่สุด แต่จะทำการวางไข่ในข้าวโพดพันธุ์ สุวรรณ2 และ สุวรรณ1 เป็นปริมาณน้อย แสดงว่า ด้วงวงงข้าวโพดเข้าทำลายข้าวโพดพันธุ์ต่าง ๆ น้อยหรือมากแตกต่างกันไปตามพันธุ์นั้น ซึ่ง Throne et.al. (1995) ก็ได้ศึกษาเรื่องใกล้เคียงนี้ พบว่า จำนวนไข่ของด้วงวงงข้าวโพดและการรอดชีวิตจนเป็นตัวเต็มวัยออกมาจะไม่แปรผันตามสายพันธุ์ของข้าวโพด

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอยการวางไข่บนข้าวโพดของด้วงวงงข้าวโพดกับอัตราการออกลูกหลังจากปล่อยตัวเต็มวัย 26 และ 45 วัน พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวก คือ จำนวนรอยการวางไข่บนข้าวโพดของด้วงวงงข้าวโพดบนข้าวโพดพันธุ์ใดมากอัตราการออกลูกจะมากตามไปด้วย ซึ่ง Throne (1989) ได้กล่าวไว้ว่า จำนวนประชากรของด้วงวงงข้าวโพดจะลดลงขึ้นอยู่กับการรอดของตัวอ่อน

ด้วงวงงข้าวโพดจะเจริญเติบโตตั้งแต่ไข่จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยเจาะเมล็ดข้าวโพดออกมาใช้เวลาประมาณ 28 -35 วัน แต่ในผลการทดลองนี้พบว่าในข้าวโพดบางพันธุ์ เช่น ข้าวโพดพันธุ์ สุวรรณ1 และสุวรรณ2 ด้วงวงงข้าวโพดจะออกเป็นตัวเต็มวัยใช้ระยะเวลานานกว่าปกติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะภายในเมล็ดแข็ง ทำให้ยากต่อการกัดกินอยู่ภายในเมล็ดของตัวอ่อน และอาจมีสารบางชนิดที่มีผลต่อการพัฒนาการของตัวอ่อนด้วงวงงข้าวโพด ทำให้เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยช้า

อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของด้วงวงงข้าวโพดหรือมีผลต่อการดำเนินกิจกรรมของด้วงวงงข้าวโพด (Throne and Cline,1989)จากการทดลองพบว่าหากอุณหภูมิห้องลดต่ำลง (เพราะเป็นช่วงฤดูหนาว)จะทำให้ไข่เจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ช้ากว่าปกติ คือใช้เวลาประมาณ 40 - 45 วัน ตามปกติด้วงวงงข้าวโพดจะเจริญเติบโตตั้งแต่ไข่เป็นตัววัยใช้เวลาประมาณ 28 - 35 วัน ซึ่ง Throne (1994) ได้ศึกษาว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของด้วงวงงข้าวโพดประมาณ 30°c

ในการทำการทดลองต้องคัดเลือกด้วงวงง เพศผู้ 3 ตัว และเพศเมีย 6 ตัว ใส่ลงในข้าวโพดแต่ละพันธุ์ ซึ่งบางครั้งผู้ทำการทดลองอาจดูเพศของด้วงวงงผิดพลาดเนื่องจากในขณะที่กำลังสตอรีโอ ไมโครสโคปตรวจดูวงของด้วงวงงเมื่อแยกเพศอาจเกิดการฉีกของสายคา

ผลของการทดลองที่ได้ทั้งจำนวนรอยการวางไข่และอัตราการออกลูกอาจจะให้ผลที่ไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะสภาพแวดล้อมที่ทำการทดลองคือ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์หาก ทั้ง 2 ปัจจัย นี้ไม่เหมาะสมจะทำให้การวางไข่ของด้วงวงงข้าวโพดและการมีชีวิตรอดจากไข่จนปรากฏเป็นตัวเต็มวัยของด้วงวงงข้าวโพดจะแปรปรวน

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความต้านทานของข้าวโพดในพันธุ์ต่างๆ ต่อด้วงวงข้าวโพด (maize weevil, *Sitophilus zeamais*) พบว่าพันธุ์ข้าวโพดมีผลต่อการวางไข่และอัตราการออกลูกของด้วงวงข้าวโพดที่อุณหภูมิห้องพบว่า ด้วงวงข้าวโพดจะวางไข่นบนเมล็ดข้าวโพดพันธุ์สวีทฮาโก้มากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวเหนียวหัวป्ली เทียน ลูกผสม ATS-2 ข้าวเหนียวดำ ข้าวเหนียว 8 แถว สุวรรณ2 สุวรรณ1 ตามลำดับ

อัตราการออกลูกของด้วงวงข้าวโพด หลังจากปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพดแล้ว 26 วัน พบว่าในข้าวโพดพันธุ์ ข้าวเหนียวหัวป्ली มีจำนวนลูกด้วงมากที่สุด รองลงมาคือ สวีทฮาโก้ ข้าวเหนียวดำ เทียน สุวรรณ1 ข้าวเหนียว 8 แถว สุวรรณ2 และลูกผสม ATS-2 ตามลำดับ

อัตราการออกลูกของด้วงวงข้าวโพดหลังจากปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพดแล้ว 45 วัน พบว่าในข้าวโพดพันธุ์ ข้าวเหนียวหัวป्ली มีจำนวนลูกด้วงมากที่สุด รองลงมาคือ สุวรรณ2 สวีทฮาโก้ ข้าวเหนียวดำ สุวรรณ1 ลูกผสม ATS-2 เทียน ข้าวเหนียว 8 แถว ตามลำดับ

จำนวนรอยการวางไข่ของด้วงวงข้าวโพดในข้าวโพดแต่ละพันธุ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกหรือแปรผันตรงกันกับอัตราการออกลูกของด้วงวงข้าวโพดในข้าวโพด ทั้ง 8 พันธุ์ โดยพบว่าการวางไข่ของด้วงวงข้าวโพดในข้าวโพดพันธุ์ใดมากที่สุด อัตราการออกลูกของด้วงวงข้าวโพดจะสูงตามไปด้วย คือในข้าวโพดข้าวเหนียวหัวป्ली มีจำนวนรอยการวางไข่นบนข้าวโพดมากที่สุดคือ 24.66 ทำให้อัตราการออกลูกด้วงมากที่สุดด้วยคือ 51.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของเม็ล็คพันธุข้าวโพดที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๑ แสดงลักษณะของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงการเตรียมการทดลองใส่เมล็ดข้าวโพดในขวดแก้วปากกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงการปิดปากขวดแก้วด้วยผ้าขาวบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



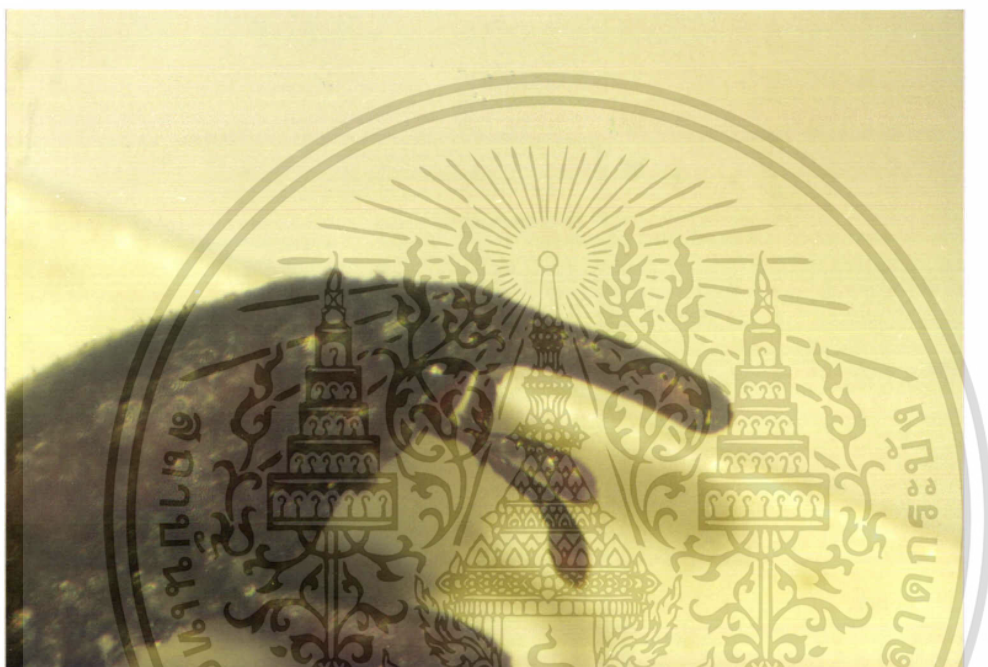
ภาพที่ 5 แสดงลักษณะตัวเต็มวัยของคิ้ววงวงข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพดเพศผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงลักษณะตัวตีมว๊ยของคู้วงวงข่าว โทคเพศเม็ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๘ แสดงขั้นตอนการย้อมสีเมล็ดข้าวโพดด้วยน้ำยาซ็อมลี (acid fuchsin)

A : เมล็ดข้าวโพดก่อนเคลือบน้ำยาซ็อมลี

B : น้ำยาซ็อมลี (acid fuchsin)

C : ขณะเคลือบน้ำยาซ็อมลี

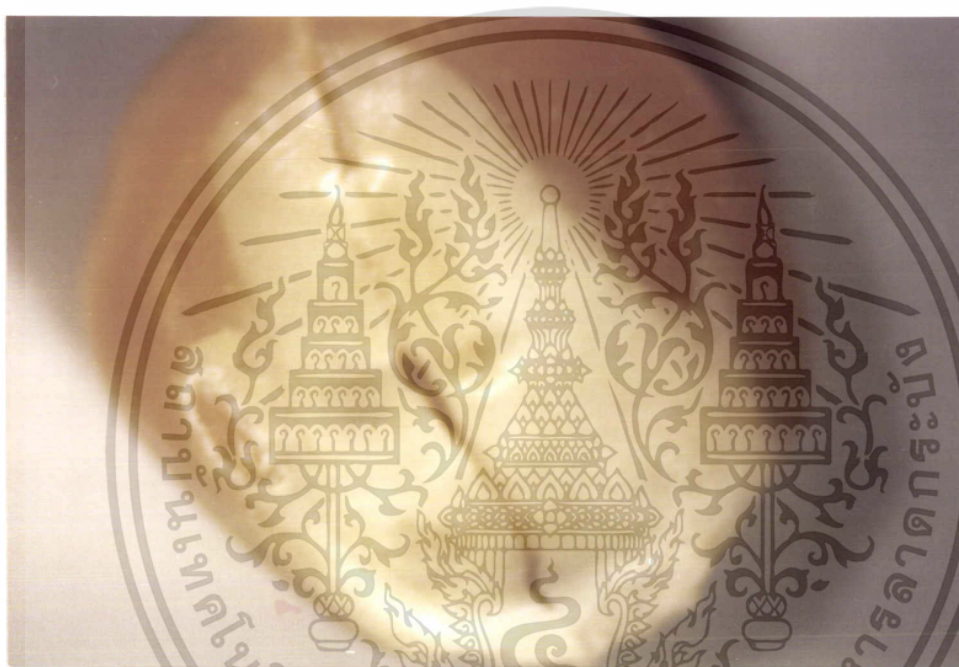
D : หลังเคลือบน้ำยาซ็อมลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 แสดงรอยการวางไข่ โดยคิ้วงวงข้าวโพดจะปล่อยสารปฏิรูปที่วางไข่ไว้เรียกว่า egg plug

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 แสดงรอยแตกของเมล็ดข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๗ แสดงรอยเจาะของด้วงงวงข้าวโพดเพื่อเข้าไปอาศัยกักกินอยู่ภายในเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดงเมล็ดข้าวโพดก่อนถูกดัดแปลงข้าวโพดเข้าทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 แสดงเมล็ดข้าวโพดหลังถูกด้วงงวงข้าวโพดเข้าทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 แสดงอุปกรณ์ต่างๆ ในการทดลอง

A : Plate

B: ขวดแก้วใสปากกว้างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร

C : ผ้าขาวบาง

D : น้ำยาค้อมสีย (acid fuchsin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reference

- Arnason J.T, Gale J., Conilh de Beyssac B., Sen A., Miller S.S Philogene J.R, Lambert D.H, Fulcher R.G, Serratos A., Mihm J..1992. Role of phenolics in resistance of maize grain to the stored grain insects *Prostephanus truncatus* (Horn) and *Sitophilus zeamais* (Motsch). J. of stored Products Research. 28 (2) : 301-0315.
- Beti J.A, Phillips T.W, Smalley E.B. 1995. Effects of maize weevils (Coleoptera : Curculionidae) on production of aflatoxin B₁ by *Aspergillus flavus* in stored corn.J of chemical ecology (USA). 16 (2) : 301 – 315.
- Castro Ortega L.A, Romero Rosales F., Mihm J.A. 1994. Oviposition preference of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera : Curculionidae) on 30 maize genotypes. Revista Colombiana de Entomologia. 20 (2) : 103 – 107.
- Classen D., Arnason J.T, Serratos J.A, Lambert J.D.H, Nozzolillo C., Philogene B.J.R. 1990. Correlation of phenolic acid content of maize to resistance to *Sitophilus zeamais*, the maize weevil, in CIMMYT's Xollections, J of xhemical ecology (USA). 16 (2) : 301 – 315.
- Faleiro F.G, Picanco M., Miranda M.M.M., Araujo J.M. de , Saraiva L.S, De Araujo J.M. 1995. Resistance of 49 corn populations to *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera : Curculionidae). Revista Brasileira de Armazenamento. 20 (1 – 2) : 17 – 21.
- Kossor D.K, Bosque Perez N.A, Mareck J.H, 1992. Effect of shelling maize cobs on the oviposition and development of *Sitophilus zeamais* Motschulsky. J. of stored Products Research. 28 (3) : 187 – 192.
- Larrain P.I, Araya J.E, Paschke J.D, 1995. Methods of infestation of sorghum lines for the evaluation of resistance to the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky. (Coleoptera : Curculionidae). Crop Protection. 14 (7) : 561 –564.
- Okiwelu S.N, adu O.O, Okonkwo V.N. 1987. The effect of *Sitophilus zeamais* (Motsch) (Coleoptera : Curculionidae) on the quality and viability of stored maize in Nigeria. Insect Science and its Application. 8 (3) : 379 – 384.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Throne J.E, and P.M. Culik 1988. Progeny production and duration of development of rusty grain beetles, Cryptolestes ferrugineus (stephens) on cracked and whole corn. J. Entomol, Sei (Us.Dep.Agric.Res.Serv.). 24 (1) : 150 – 155
- Throne J.E. 1989. Effect of non catastrophic control technologies that alter life history parameters on insect population growth : a simulation study. Environ. Entomol. 18 (6) : 1050 – 1055
- Throne J.E, and L.D. Cline. 1989. Seasonal Flight activity of the maize weevil, Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera : Curculionidae), and the rice weevil, S. oryzae in south Carolina. J. Agric. Entomol. 6 (3) : 183 – 192
- Throne J.E, and L.D. Cline. 1991. Seasonal abundance of maize weevil (Coleoptera : Curculionidae) in south Carolina. J. Agric. Entomol. 8 (2) : 93 – 100.
- Throne J.E. 1994. Life history of immature maize weevil (Coleoptera : Curculionidae) on corn stored at constant temperature and relative humidities in the laboratory. Environ. Entomol. 23 (6) : 1459 – 1471.
- Throne J.E. 1995. Development of maize weevil (Coleoptera : Curculionidae) on corn lines resistance to an aflatoxin producing fungus. Environ. Entomol. 24 (4) : 994 – 999
- Tipping P.W. 1987. Mechanisms and inheritance of resistance in whole kernel corn, *Zea mays* L., to the maize weevil, Sitophilus zeamais Motschulsky. Dissertation Abstracts International, B Sciences and Engineering. 47 (12) : 199 pp.
- Walgenbach C.A. and Burkholder W.E. 1987. Mating behavior of the maize weevil, Sitophilus zeamais (Coleoptera : Curculionidae) Annals of the Entomological Society of America. 80 (5) : 578 – 58.