ความเป็นพิษและผลในการไล่ของน้ำมันหอมระเหยต่อด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motsch.)
Insecticidal and Repellency Effects of Plant Volatile Oils on the Maize Weevil (*Sitophilus zeamais* Motsch.)

สุภาณี พิมพ์สมาน[1] สังวาล สมบูรณ์[1] และ เบญจมาภรณ์ ฤทธิ์ไธสง[1]
Supanee Pimsamarn[1], Sungwarl Somboon[1] and Benchamaporn Ritthaisong[1]

Abstract

The effects of volatile oils of rhizome of wild ginger (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith) and hedge flower (*Lantana camara* L.) obtained by steam distillation and neem oil extracted by hexane on maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motsch.) were studied under laboratory conditions. Contact toxicity by residual film test showed the median lethal concentrations (LC_{50}) of 0.099, 0.338 and 1.059%, respectively. The repellent effect was also observed with the median effective concentrations (EC_{50}) of 4.918, 10.429 and 16.063%, respectively.

In studies on inhibited insect oviposition, seed treatment by neem oil showed the highest effect (EC_{50} = 3.419%) followed by hedge flower (EC_{50} = 6.343%) and wild ginger (EC_{50} = 7.102%).

Keywords: volatile oils, *Zingiber zerumbet* (L.) Smith, *Lantana camara* L., neem oil, insecticidal, repellent, oviposition inhibition, *Sitophilus zeamais* Motsch.

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยกระทือ (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith) น้ำมันหอมระเหยผกากรอง (*Lantana camara* L.) ซึ่งสกัดด้วยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) และน้ำมันสะเดาซึ่งสกัดด้วยเฮกเซนต่อด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motsch.) ในสภาพห้องปฏิบัติการ การทดสอบฤทธิ์สัมผัสตายด้วยวิธี residual film test คำนวณค่า median lethal concentration (LC_{50}) ได้เท่ากับ 0.099 , 0.338 และ 1.059% ตามลำดับ และแสดงคุณสมบัติการไล่ (repellent effect) โดยมีค่า median effective concentration (EC_{50}) เท่ากับ 4.918, 10.429 และ 16.068% ตามลำดับ

การศึกษาผลการยับยั้งการวางไข่โดยการใช้สารคลุกเมล็ด พบว่าน้ำมันสะเดามีประสิทธิภาพสูงสุด (EC_{50} = 3.419%) รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยผกากรอง (EC_{50} = 6.343%) และน้ำมันหอมระเหยกระทือ (EC_{50} = 7.102%) ตามลำดับ

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย, กระทือ, ผกากรอง, น้ำมันสะเดา, ฤทธิ์สัมผัสตาย, การไล่, ยับยั้งการวางไข่, ด้วงงวงข้าวโพด

คำนำ

ความเสียหายของเมล็ดพืชและธัญพืชหลังเก็บเกี่ยวจากการทำลายของแมลงศัตรูในเขตร้อนอาจสูงถึง 40% ถ้าหากวิธีการเก็บรักษาไม่ถูกต้อง วิธีการป้องกันที่นิยมปฏิบัติคือการใช้สารรมควัน (fumigant) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง methyl bromide ซึ่งเป็นสารที่ทำลายชั้นบรรยากาศโลก ส่วน phosphine ก็มีปัญหาการสร้างความต้านทานของแมลง แมลงศัตรูหลังเก็บเกี่ยวที่สำคัญชนิดหนึ่งคือด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motsch.; Curculionidae : Coleoptera) แมลงชนิดนี้มีพืชอาหารหลายชนิดแต่ชอบทำลายเมล็ดข้าวโพดมากที่สุด (ชุมพล, 2533) และอาจสร้างความเสียหายให้แก่เมล็ดข้าวโพดมากถึง 15% ของผลผลิตรวมของประเทศที่ผลิต (Arnason, 1994) ผลผลิตที่ถูกทำลายจะไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

จากปัญหาดังกล่าวได้มีการศึกษาหาวิธีการต่างๆ ที่จะนำมาใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูหลังเก็บเกี่ยวโดยลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ลง เช่น การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ชนันทร และคณะ, 2541) และการใช้ประโยชน์จากเคมีธรรมชาติในพืชเพื่อกำจัดหรือป้องกันการทำลายจากแมลง การศึกษาในครั้งนี้เป็นการหาแนวทางการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยจากพืชสองชนิดคือผกากรอง (*Lantana camara* L.; Verbenaceae) และกระทือ (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith ; Zingiberaceae) และน้ำมันสะเดา (*Azadirachta siamensis* Valuton ; Meliaceae) ซึ่งเป็นชนิดที่มีรายงานการใช้ได้ผล (National Research Council, 1992) เพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูหลังเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

ทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25±2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ช่วงแสง 12 : 12 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 10 ซ้ำต่อการทดลอง

[1] ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University 40002

1. การเลี้ยงแมลงทดสอบและการสกัดน้ำมัน

เก็บรวบรวมด้วงงวงข้าวโพดจากแหล่งเก็บเมล็ดพันธุ์มาเลี้ยงเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เมล็ดข้าวโพดเป็นอาหาร ปล่อยด้วงตัวเต็มวัย 30-50 คู่ ปิดปากภาชนะด้วยผ้าตาข่าย จนกระทั่งฟักออกเป็นตัวเต็มวัย อายุ 3-5 วัน จึงนำไปใช้ทดสอบ

นำตัวอย่างสดใบและดอกของผกากรองป่า และส่วนเหง้าของกระทือมาสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธี steam distillation ส่วนน้ำมันสะเดาได้จากการใช้ส่วนเมล็ดใน (seed kernel) สกัดโดยแช่ใน hexane 48 ชั่วโมง กรองแล้วนำไประเหยตัวทำละลายออกโดยใช้ rotary evaporator

เตรียมสารสกัดความเข้มข้นต่างๆ โดยเจือจางด้วย acetone และใช้ acetone เป็นสิ่งควบคุม (control) ทุกการทดลอง

2. การทดสอบกับแมลง

2.1 ฤทธิ์ฆ่าแมลง (insecticidal effect)

ใช้วิธี residual film test ใช้สารสกัด 0.5 มิลลิลิตร เคลือบด้านในหลอดทดลอง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร) เมื่อแห้งจึงปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดเพศเมียอายุ 3-5 วัน จำนวน 10 ตัวต่อซ้ำ ปิดหลอดทดลองด้วยผ้าตาข่ายละเอียด ตรวจนับการตายทุก 24 ชั่วโมง

2.2 ผลในการไล่ (repellent effect)

ใช้กล่องพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (กว้างxยาวxสูง = 9x20x7 เซนติเมตร) ที่ด้านหัวท้ายและฝาปิดด้านบนเจาะเป็นช่องปิดด้วยผ้าตาข่ายละเอียดเพื่อระบายอากาศ ใส่เมล็ดน้ำหนัก 100 กรัม ที่คลุกด้วยน้ำมันหอมระเหย (treatment) หรือคลุกด้วย acetone (control) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในแต่ละด้านของกล่อง คั่นส่วนกลางด้วยตะแกรงซึ่งแมลงเดินผ่านได้ ปล่อยตัวเต็มวัยอายุ 3-5 วัน (ทั้งสองเพศ) จำนวน 20 ตัว บริเวณตะแกรง และตรวจนับจำนวนแมลงที่อยู่ในเมล็ดแต่ละด้านที่เวลา 1, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ คำนวณเปอร์เซ็นต์การไล่ด้วยสมการ [(control - treatment) / (control + treatment)] X 100

2.3 การยับยั้งการวางไข่ (oviposition inhibition)

เตรียมเมล็ดข้าวโพด เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.2 ใส่ในขวดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 9 เซนติเมตร ปล่อยตัวเต็มวัยเพศเมียที่พร้อมจะวางไข่ จำนวน 10 ตัวต่อซ้ำ ปล่อยให้วางไข่ 48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนไข่บนเมล็ด คำนวณเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการวางไข่ด้วยสมการ 100 - [(treatment / control) X 100]

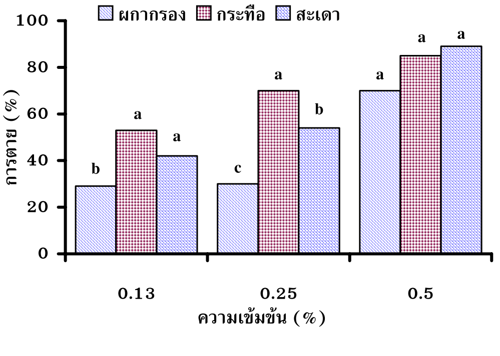
3. การวิเคราะห์ผล

วิเคราะห์ค่า median lethal concentration (LC_{50}) ในข้อ 2.1 และค่า median effective concentration (ED_{50}) ในข้อ 2.2 และ 2.3 ด้วย probit analysis ตามวิธีการของ Finney (1971) โดยใช้โปรแกรม QUANTALEXE วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย F-test และ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SAS (SAS, 1985) ในข้อ 2.2 และ 2.3

ผลและวิจารณ์

1. ฤทธิ์ฆ่าแมลง

เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดหลังจากสัมผัสสาร 72 ชั่วโมง เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยกระทือสูงกว่าน้ำมันหอมระเหยผกากรอง และน้ำมันสะเดา โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในภาพที่ 1 จากการคำนวณค่า LC_{50} พบว่า น้ำมันหอมระเหยกระทือมีค่าต่ำสุด (0.099%) ค่า LC_{50} ที่มีค่าต่ำแสดงว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงสูง เนื่องจากที่ระดับความเข้มข้นต่ำเพียง 0.099% ยังทำให้แมลงทดสอบตายถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่มีประสิทธิภาพรองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยผกากรอง (0.338%) และน้ำมันสะเดา (0.544%) ตามลำดับ (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1 การตายของด้วงงวงข้าวโพดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตัวอักษรที่เหมือนกันในระดับความเข้มข้นเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

ตารางที่ 1 ฤทธิ์ฆ่าแมลง (insecticidal effect) แสดงจากค่า median lethal concentration (LC_{50}) [1/]

สิ่งทดลอง	LC_{50} (%)	95% Fiducial Limit	LC_{95} (%)
น้ำมันหอมระเหยกระทือ	0.099	0.080 – 0.121	1.624
น้ำมันหอมระเหยผกากรอง	0.338	0.263 – 0.479	6.196
น้ำมันสะเดา	0.544	0.449 – 0.664	8.010

[1/] โดยวิธี residual film test ตรวจผลการทดลองที่ 72 ชั่วโมง

2. ผลการไล่

ผลการไล่ด้วงงวงข้าวโพดแสดงประสิทธิภาพจากค่า EC_{50} โดยค่าที่ต่ำแสดงว่ามีประสิทธิภาพสูง ค่า EC_{50} ของน้ำมันหอมระเหยกระทือ น้ำมันหอมระเหยผกากรอง และน้ำมันสะเดา คือ 4.918, 10.429 และ 16.068% ตามลำดับ (ตารางที่ 2) นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์การไล่ของน้ำมันหอมระเหยผกากรอง น้ำมันหอมระเหยกระทือ และน้ำมันสะเดา ความเข้มข้น 4% หลังจากคลุกเมล็ดที่เวลาต่างๆ พบว่า น้ำมันหอมระเหยกระทือมีเปอร์เซ็นต์การไล่สูงสุด รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยผกากรอง และน้ำมันสะเดา ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการไล่ (repellent effect) แสดงจากค่า median effective concentration (EC_{50})

สิ่งทดลอง	EC_{50} (%) [1/]	95% Fiducial Limit	EC_{95} (%)
น้ำมันหอมระเหยกระทือ	4.918	4.188 – 5.991	30.785
น้ำมันหอมระเหยผกากรอง	10.429	7.567 – 17.949	33.608
น้ำมันสะเดา	16.068	10.448 – 36.648	70.262

[1/] ที่ 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการไล่ที่ช่วงเวลาต่างๆ

สิ่งทดลอง [1/]	1 ชม.	3 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.
น้ำมันหอมระเหยกระทือ	49.82 a [2/]	47.20 a	34.96 a	15.22 a	0.00 b
น้ำมันหอมระเหยผกากรอง	26.08 b	22.34 b	11.94 b	6.46 b	0.00 b
น้ำมันสะเดา	14.80 c	14.44 c	13.10 b	11.36 b	8.48 a

[1/] ความเข้มข้น 4%

[2/] ตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

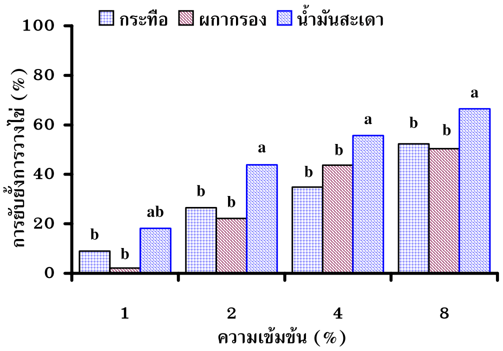
3. การยับยั้งการวางไข่

ประสิทธิภาพยับยั้งการวางไข่ของน้ำมันหอมระเหยของพืชทั้งสองชนิดและน้ำมันสะเดา ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 1 – 8% แสดงผลในการยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดแตกต่างกันดังแสดงในภาพที่ 2 โดยน้ำมันสะเดาแสดงประสิทธิภาพการยับยั้งการวางไข่สูงสุด รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยผกากรองและน้ำมันหอมระเหยกระทือ ตามลำดับ โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 3.419 , 6.346 และ 7.102% ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการตรวจนับจำนวนไข่ พบว่า เมล็ดข้าวโพดที่คลุกด้วยน้ำมันสะเดามีจำนวนไข่ต่ำกว่าเมล็ดที่คลุกด้วยน้ำมันหอมระเหยกระทือและน้ำมันหอมระเหยผกากรอง ทั้งนี้ที่ระดับความเข้มข้น 1% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 4% (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการยับยั้งการวางไข่ (oviposition inhibition) แสดงจากค่า median effective concentration (EC_{50}) [1/]

สิ่งทดลอง	EC_{50} (%)	95% Fiducial Limit	EC_{95} (%)
น้ำมันหอมระเหยกระทือ	7.102	5.436 – 10.774	80.582
น้ำมันหอมระเหยผกากรอง	6.346	5.208 – 8.324	48.662
น้ำมันสะเดา	3.419	2.764 – 4.346	52.116

[1/] ปล่อยให้วางไข่ 48 ชั่วโมง



ภาพที่ 2 การยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตัวอักษรที่เหมือนกันในระดับความเข้มข้นเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95%)

ตารางที่ 5 จำนวนไข่บนเมล็ดข้าวโพดที่คลุกด้วยสารความเข้มข้น 1% และ 4% [1/]

สิ่งทดลอง	1%	4%
น้ำมันสะเดา	116.0 ab [2/]	62.8 a
น้ำมันหอมระเหยกระทือ	129.0 b	92.4 b
น้ำมันหอมระเหยผกากรอง	138.8 b	79.8 b
สิ่งควบคุม	141.8 b	160.7 c

[1/] ปล่อยให้วางไข่ 48 ชั่วโมง

[2/] ตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

กระทือเป็นพืชในวงศ์ Zingiberaceae ซึ่งมีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยของพืชวงศ์นี้หลายชนิดมีฤทธิ์ในการฆ่าและไล่ด้วงงวงข้าวโพด (Ho *et al*., 1994) ลดปริมาณการวางไข่ของด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus* L.) (Keita *et al*., 2000) จากการศึกษาของ Tewtrakul และคณะ (1997) สารองค์ประกอบที่พบมากที่สุดในน้ำมันหอมระเหยกระทือก็คือ zerumbone มีสูงถึง 56.48% แต่การศึกษาซึ่งระบุชนิดของสารออกฤทธิ์ต่อแมลงยังไม่มีรายงาน

มีรายงานว่า น้ำมันหอมระเหยผกากรองมีฤทธิ์ต้านเชื้อราและแบคทีเรีย (Ghisalberti, 2000) สารองค์ประกอบที่พบมากที่สุด คือ β-caryophyllene (Deena and Thoppil, 2000) และ lantadene (Sharma et al., 2000) จากการศึกษาในมอดข้าวเปลือก (*Rhyzopertha dominica* F.) (Sighamony *et al.,* 1986) ใช้ใบแห้งบดละเอียดคลุกเมล็ดข้าวสาลี พบว่ามีผลยับยั้งการวางไข่ ยับยั้งการเป็นตัวเต็มวัย และทำให้การเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ นอกจากนี้มีรายงานว่าสารสกัดผกากรองมีผลยับยั้งการวางไข่ของด้วงถั่วเหลือง (*C. chinesis*) และด้วงถั่วเขียว (*C. maculatus*) (Saxena *et al*., 1992; Adebayo and Gbolade, 1994) จากการศึกษาของ Bouda และคณะ (2001) น้ำมันหอมระเหยซึ่งสกัดจากดอกและใบมีฤทธิ์ฆ่าตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด โดยมีค่า LD_{50} ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0.16% (w/v) และยังรายงานว่ามีผลในการไล่ยุง (Dua *et al*., 2002)

น้ำมันสะเดามีการนำมาใช้ประโยชน์ในการป้องกันกำจัดแมลงได้มากกว่าร้อยชนิด (National Research Council, 1992) โดยมีลักษณะการเกิดพิษกับแมลงหลายรูปแบบ จากการศึกษาสังเกตุเห็นว่าเมล็ดข้าวโพดที่คลุกด้วยน้ำมันสะเดาจะมีลักษณะลื่นมันกว่าเมล็ดที่คลุกน้ำมันหอมระเหย ซึ่งลักษณะดังกล่าวอาจจะเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งไม่ให้แมลงวางไข่

การใช้น้ำมันพืช (plant oils) หรือน้ำมันหอมระเหยจากพืช (plant volatile oils) เพื่อการป้องกันแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยว มีความเหมาะสมกับเกษตรระดับรายย่อยในประเทศกำลังพัฒนาที่ยังไม่มีโรงเก็บที่เหมาะสม (Shaaya *et al*., 1997) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ยังค่อนข้างสูง สำหรับการใช้จริงในสภาพโรงเก็บ จึงควรจะมีการศึกษาต่อไปในการพัฒนาวิธีการ และรูปแบบการใช้ประโยชน์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อทดแทนและลดการใช้สารเคมีที่อันตรายต่อไป

สรุป

จากรายงานการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยกระทือและน้ำมันหอมระเหยผกากรองและน้ำมันสะเดามีฤทธิ์ในการฆ่า การไล่ และการยับยั้งการวางไข่ของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด เพื่อการพัฒนาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาในสภาพโรงเก็บและศึกษาผลที่เกิดกับคุณภาพของผลผลิต เช่น การยอมรับของผู้บริโภค เปอร์เซ็นต์

การงอกของเมล็ด ระยะเวลาที่น้ำมันหอมระเหยป้องกันการทำลายของแมลงได้ และความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจเมื่อมีการนำไปใช้ป้องกันกำจัด เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ชนันทร โคตรนาวัง, ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย และชูวิทย์ ศุขปราการ. 2541. ผลคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการรอดชีวิตของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) และคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในระหว่างการเก็บรักษา. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 21(1): 59-70.

ชุมพล กันทะ. 2533. หลักการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ. ภาควิชากีฏวิทยา. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 249 หน้า

Adebayo,T.A. and A.A. Gbolade. 1994. Protection of store cowpea from *Callosobruchus maculates* using plant product. Insect Science and its Application. 15(2): 185-189.

Arnason, J.T., B. Baum, J. Gale, J.D.H. Lambert, D. Bergvinson, B.J.R. Philogene, J.A. Serratos, J. Mihm and D.C. Jewell. 1994. Variation in resistance of Mexican landraces of maiz to maiz weevil *Sitophilus zemais*, in relation to taxonomic and biochemical parameters. Euphytica. 74: 227-236.

Bouda, H., L.A. Tappondjou, D.A. Fontem and M.Y.D. Gumedzoe. 2001. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides, Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). J. Stored Prod. Res. 37: 103-109.

Deena, M.J. and J.E. Thopppil. 2000. Antimicrobail activity of the essential oil of *Lantana camara*. Fitoterapia. 71: 453-455.

Dua, V.K., N.C. Gupta, A.C. Pandey and V.P. Sharma. 1996. Repellency of *Lantana camara* (Verbenaceae) flowers against *Aedes* Mosquitoes. Journal of the American Mosquito Control Association. 12(3): 406-408.

Finney, D.J. 1971. Probit Analysis. 3rd ed. Cambridge University Press. London.

Ghisalberti, E.L. 2000. *Lantana camara* L. (Verbenaceae). Fitoterapia. 71: 467-486.

Ho, S.H., Y. Ma, L.P.L. Cheng and K.Y. Sim. 1994. Effects of some bioactive compounds from tumeric and cloves on stored product pests. 4th International Conference on Plant Protection in the Tropics, 28-31 March 1994. Kuala Lumpur. Malaysia.

Keita, S. M., V. Charles, P.S. Jean, R. Sonny and B. Andre. 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae). J. Stored Prod. Res. 36: 355-364.

National Research Council. 1992. Neem : A Tree For Solving Global Problems. National Academy Press. Washington. D.C.

SAS Institute. 1985. SAS user'sguide: Statistics version 5ed. SAS Institute. Cary. N.C.

Saxena, R.C., O.P. Dixit and V. Harshan. 1992. Insecticidal action of *Lantana camara* against *Callobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Prod. Res. 28(4): 279-281.

Shaaya, E., M. Kostjukovski, J. Eilberg and C. Sukprakarn. 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored product insects. J. Stored Prod. Res. 33(1): 7-15.

Sharma, O.P., A. Singh and S. Sharma. 2000. Levels of lantadenes, bioactive pentacyclic triterppenoids, in young and mature leaves of *Lantana camara* var. *aculeata*. Fitoterapia. 71: 487-491.

Sighamony, S., I. Anees, T.S. Chandrakala and Z. Osmani. 1986. Efficacy of certain indigenous plant products as grain protactants against *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.). J. Stored Prod. Res. 2(1): 21-23.

Tewtrakul, S., C. Sardsaengjun, J. Itchayapruk and P. Chaitongruk. 1997. Studies on volatile oil components in *Zingiber zerumbet* Smith rhizomes by Gas Chromatography. Songklanakarin. J. Sci. Technol. 19(2): 197-202.