

ฤทธิ์ชีวภาพของผงใบน้อยหน่า ใบน้อยโหน่ง และใบทุเรียนเทศ ต่อการควบคุมด้วงงวงข้าว

Bioactivities of leaf powders of sugar apple (*Annona squamosa* L.), custard apple (*A. reticulata* L.) and soursop (*A. muricata* L.) against rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae)

พัชรารรณ์ วาณิชย์ปกรณ์* และ ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์¹

Pacharaporn Vanichpakorn¹* and Yuenyong Vanichpakorn¹

บทคัดย่อ: การทดสอบฤทธิ์ชีวภาพฤทธิ์ฆ่าแมลง ฤทธิ์ยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่นใหม่ และฤทธิ์ไล่แมลงของผงใบน้อยหน่า ใบน้อยโหน่ง และใบทุเรียนเทศ ต่อการควบคุมตัวของผงใบน้อยหน่า ใบน้อยโหน่ง และใบทุเรียนเทศ ที่เต็มวัยของด้วงงวงข้าว ที่ความเข้มข้น 0.5, 1, 2, 3, 4 และ 5% ต่อการฆ่า การยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่นใหม่ (F1) และการไล่ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าว โดยการทดสอบฤทธิ์ฆ่าแมลง และฤทธิ์ยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่นใหม่ ใช้วิธี grain treatment test ส่วนฤทธิ์ไล่แมลงใช้วิธี cup bioassay ผลการทดสอบพบว่า ผงใบพืชทั้งสามชนิดมีความเป็นพิษต่อแมลงสูงมาก ซึ่งผงใบน้อยหน่ามีฤทธิ์ฆ่าแมลงสูงสุด โดยความเข้มข้น 4 และ 5 % ทำให้แมลงตาย 100% ภายในระยะเวลาเพียง 3 วัน รองลงมาได้แก่ ผงใบทุเรียนเทศและผงใบน้อยโหน่งตามลำดับ นอกจากนี้ผงใบน้อยหน่าที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 2% ขึ้นไป ยังมีฤทธิ์ยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่นใหม่ 100% อย่างไรก็ตาม ผงใบน้อยหน่ามีฤทธิ์ไล่ด้วงงวงข้าวในระดับปานกลาง (class II – class IV) ในขณะที่ผงใบน้อยโหน่ง (class II – class III) และผงใบทุเรียนเทศ (class I – class IV) มีฤทธิ์ไล่แมลงค่อนข้างต่ำ ดังนั้นน้อยหน่า น้อยโหน่งและทุเรียนเทศ จึงเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้ฆ่า ยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่นใหม่ และไล่ด้วงงวงข้าวควบคุมด้วงงวงข้าว

คำสำคัญ: ด้วงงวงข้าว, น้อยหน่า, น้อยโหน่ง, ทุเรียนเทศ, ฤทธิ์ชีวภาพ

ABSTRACT: Leaf powders of *Annona squamosa*, *A. reticulata* and *A. muricata* were evaluated for their insecticidal, adult emergence inhibition, and repellent activities at 0.5, 1, 2, 3, 4, and 5% concentrations against adults of *Sitophilus oryzae*. The adult weevils were exposed to test powders by grain treatment test. The repellent activity of the previous leaf powders was also studied using cup bioassay. The leaf powders of all the three plants were highly toxic to the insect. Among them, *A. squamosa* leaf powders showed the strongest insecticidal activity and caused 100% mortality at 4 and 5% concentrations at 3 days, followed by *A. muricata* and *A. reticulata* leaf powders, respectively. In addition, the grains treated with *A. squamosa* leaf powders at concentrations of 2% to 5% produced no adult emergence and 100% inhibition rate of *S. oryzae*. However, *A. squamosa* leaf powders had moderate repellent activity to the insect between class II and class IV while *A. reticulata* (class II – class III) and *A. muricata* (class I – class IV) leaf powders showed low repellent activity. The results suggested that *A. squamosa*, *A. reticulata* and *A. muricata* have a good potential for development as botanical insecticides for *S. oryzae* control.

Keywords: *Sitophilus oryzae*, *Annona squamosa*, *Annona reticulata*, *Annona muricata*, bioactivity

¹ สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Plant Science Division, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya

* Corresponding author: pvanich@gmail.com

บทนำ

ด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* L.) จัดเป็นแมลงศัตรูภายหลังการเก็บเกี่ยว ที่สร้างความเสียหายร้ายแรงแก่เมล็ดธัญพืชทั่วโลก โดยมีวงจรชีวิตจากไข่ถึงตัวเต็มวัยประมาณ 30-35 วัน (กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2548) การใช้สารธรรมชาติจากพืชเพื่อควบคุมด้วงงวงข้าว เป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความสนใจมากในปัจจุบัน ที่จะช่วยลดปริมาณการใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลง สารธรรมชาติจากพืชหลายตัวเร็ว จึงมีความปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ชีวภาพต่อแมลงในหลายลักษณะ เช่น มีฤทธิ์ฆ่าแมลง ยับยั้งการกินอาหารของแมลง ไล่แมลง และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง เป็นต้น รวมทั้งมีสารออกฤทธิ์ปนกันหลายชนิด จึงช่วยชะลอการสร้างความต้านทานของแมลงศัตรูพืช (Wang et al., 2007)

น้อยหน่า น้อยหน่า น้อยโหน่งและทุเรียนเทศ จัดเป็นพืชในวงศ์ Annonaceae ซึ่งมีรายงานวิจัยแล้วว่า พืชทั้งสามชนิดมีฤทธิ์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชส่วนใหญ่เป็นการศึกษาฤทธิ์ชีวภาพจากเมล็ด การศึกษาฤทธิ์ชีวภาพของใบน้อยหน่า ใบน้อยโหน่งและใบทุเรียนเทศต่อการควบคุมตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าว ยังมีรายงานการวิจัยค่อนข้างน้อย การทำวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาฤทธิ์ฆ่าแมลง ฤทธิ์ไล่แมลง และฤทธิ์ยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกธัญใหม่ จากผงใบน้อยหน่า ใบน้อยโหน่งและใบทุเรียนเทศที่มีต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าว

วิธีการศึกษา

1. การเตรียมผงใบพืช

เก็บรวบรวมใบน้อยหน่า ใบน้อยโหน่ง และใบทุเรียนเทศระยะใบแก่ที่เจริญเติบโตเต็มที่ มาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ผึ่งลมจนแห้ง แล้วบดให้เป็นผงละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh

2. การทดสอบฤทธิ์ฆ่าแมลงและฤทธิ์ยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกธัญใหม่ (F1)

ใช้วิธี grain treatment test โดยนำผงใบพืชแต่ละชนิดอัตรา 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 กรัม คลุกกับเมล็ดข้าวเปลือกหนัก 20 กรัม ซึ่งบรรจุในภาชนะพลาสติกปริมาตร 250 มิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้น 0.5, 1, 2, 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนัก) ใส่ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวจำนวน 10 ตัวลงในภาชนะ ชุดควบคุมคือไม่ใช้ผงใบพืช แต่ละสิ่งทดลองมี 4 ซ้ำ บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงที่เวลา 1, 2, 3 และ 4 วันหลังการทดสอบ เมื่อครบ 4 วัน ร่อนเอาตัวแมลงออกออกให้หมด เก็บภาชนะบรรจุที่อุณหภูมิห้อง เก็บเมล็ดในภาชนะบรรจุเหมือนเดิม เลี้ยงแมลงในภาชนะจนฟักเป็นตัวเต็มวัย บันทึกจำนวนแมลงที่ฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกธัญใหม่ (F1) ในวันที่ 45 ของการทดลอง แล้วหลังการทดลอง 45 วัน คำนวณค่า inhibition rate (IR) ตามวิธีของ Tapondjou et al. (2002) ด้วยสูตรโดยใช้สูตร

$$\% IR = \frac{Cn - Tn}{Cn} \times \frac{100}{1}$$

Cn = จำนวนแมลงที่ฟักเป็นตัวเต็มวัยในชุดควบคุม,
Tn = จำนวนแมลงที่ฟักเป็นตัวเต็มวัยในชุดที่ใช้สาร

3. การทดสอบฤทธิ์ไล่แมลง

ใช้วิธี cup bioassay (Kumar et al., 2004) โดยนำผงใบพืชแต่ละชนิดทั้ง 6 อัตรา คลุกกับเมล็ดข้าวเปลือกหนัก 20 กรัม ซึ่งบรรจุในภาชนะพลาสติกขนาด 11 ซม. x 5 ซม. ที่เจาะรูจำนวน 50 รู ใส่ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวจำนวน 10 ตัวลงในภาชนะ นำภาชนะขนาดดังกล่าวพลาสติกใส่ในภาชนะที่มีขนาดใหญ่กว่า (25 ซม. x 10 ซม.) นับจำนวนเปอร์เซ็นต์แมลงที่ลอดออกมาจากภาชนะขนาดเล็กมาอยู่ในภาชนะขนาดใหญ่ที่เวลา 1, 2, 3, 4 และ 24 ชั่วโมง หลังการทดสอบ คำนวณเป็นอัตราการไล่แมลง (%) แล้วจัดกลุ่มอัตราเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเป็น 6 กลุ่ม ตามเกณฑ์ของ Roy et al. (2005) ดังนี้ Class 0 => 0.01 to <0.1%; Class I = 0.1 to 20%; Class II = 20.1 to 40%; Class III =

40.1 to 60%; Class IV = 60.1 to 80%; Class V = 80.1 to 100%4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ด้วยโปรแกรม SPSS (V.17) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการศึกษา

การทดสอบฤทธิ์ฆ่าแมลงของผงใบน้อยหน่า ใบน้อยหน่าและใบทุเรียนเทศ ที่มีต่อด้วงงวงข้าว พบว่า ผงใบพืชทั้งสามชนิดมีฤทธิ์ฆ่าแมลงสูงมาก และฤทธิ์ฆ่าแมลงของสารขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร และระยะเวลาที่ใช้ทดสอบ ซึ่งผงใบน้อยหน่ามีฤทธิ์ฆ่าแมลงสูงสุด โดยความเข้มข้นตั้งแต่ 3 % ขึ้นไป ทำให้แมลงตาย 100 % ภายในเวลา 4 วัน สารที่มีฤทธิ์รองลงมา ได้แก่ ผงใบทุเรียนเทศมีฤทธิ์ควบคุมด้วงงวงข้าวในระดับใกล้เคียงกับผงใบน้อยหน่า ส่วนผงใบน้อยหน่า สามารถควบคุมแมลงอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ประมาณ 75.0-100.0% และไม่พบการตายของแมลงในชุดควบคุม (Figure 1)

นอกจากนี้ยังพบว่า ผงใบน้อยหน่ามีฤทธิ์ยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่นใหม่สูงสุด โดยความเข้มข้นตั้งแต่ 2% ขึ้นไป สามารถยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่นใหม่ได้ 100 % รองลงมา ได้แก่ ผงใบทุเรียนเทศ และผงใบน้อยหน่า โดยมีฤทธิ์ยับยั้งอยู่ในช่วงในระดับ 94.494.4-100.0 0% และในขณะที่ 76.476.4-93.4 4% ตามลำดับ ขณะที่ชุดควบคุมไม่มีฤทธิ์ยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแมลง โดยพบแมลงเฉลี่ย 18.0 ตัว ซึ่งซึ่งฤทธิ์ยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่นใหม่ของผงใบพืชทั้งสามชนิด ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร (Figure 2)

เมื่อพิจารณาฤทธิ์ไล่แมลงของสาร พบว่าสำหรับฤทธิ์ไล่แมลงพบว่า ผงใบพืชทั้งสามชนิดมีฤทธิ์ไล่แมลงเพิ่มขึ้นจากชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 3 จากนั้นฤทธิ์ไล่แมลงของผงใบน้อยหน่าลดลงตามระยะเวลาที่ใช้

ทดสอบ ยกเว้นความเข้มข้น 5% ซึ่งมีอัตราการไล่แมลงสูงสุด 85.0% ที่เวลา 24 ชั่วโมง ส่วนฤทธิ์ไล่แมลงของผงใบน้อยหน่าและผงใบทุเรียนเทศ หลังชั่วโมงที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นๆลงๆ โดยความเข้มข้น 5% มีอัตราการไล่แมลงสูงสุด 75.0 และ 67.5% ตามลำดับที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังการทดสอบ ในภาพรวมพบว่า ผงใบน้อยหน่ามีอัตราการไล่แมลงเฉลี่ยระดับปานกลาง 31.0-68.5% (class II-class IV) ส่วนผงใบน้อยหน่าและผงใบทุเรียนเทศ มีอัตราการไล่แมลงเฉลี่ย 22.0-55.0% (class II-class III) และ 15.5-60.5% (class I-class IV) ตามลำดับ ซึ่งฤทธิ์ไล่แมลงของสารขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร (Table 1)

วิจารณ์

ผงใบน้อยหน่า ใบน้อยหน่าและใบทุเรียนเทศ มีฤทธิ์ฆ่าแมลงสูงมาก สอดคล้องกับการทดลองของ Pandey and Barve (2011) และ Asmanizar et al. (2012) เนื่องจากสารที่เป็นองค์ประกอบในใบพืชได้แก่ สารในกลุ่ม acetogenins, alkaloids, flavonoids, terpenoids และ น้ำมันหอมระเหย (essential oils) เป็นต้น ซึ่งสารในกลุ่ม acetogenins, alkaloids และ flavonoids มีฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลง (Begum et al., 2010; Zaman and Pathak, 2013) acetogenins เป็นกลุ่มสารที่มีการศึกษาฤทธิ์ชีวภาพมากที่สุด มีกลไกการออกฤทธิ์ต่อแมลง โดยไปยับยั้งการเคลื่อนย้ายอิลเลคตรอนของกระบวนการขนานการหายใจที่เกิดในไมโทคอนเดรีย มีผลทำให้แมลงตายในที่สุด นอกจากนี้ ผงใบพืชที่มีขนาดเล็ก อาจไปอุดตันรูหายใจของแมลง ทำให้แมลงขาดก๊าซออกซิเจนในการหายใจ สำหรับฤทธิ์ไล่แมลงเกิดจากการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหย จากรายงานวิจัยของ Pandey and Barve (2011) พบว่า borneol เป็นน้ำมันหอมระเหยที่ออกฤทธิ์ไล่แมลงในใบน้อยหน่า แต่ยังไม่มียางานวิจัยเกี่ยวกับชนิดของน้ำมันหอมระเหย ที่ออกฤทธิ์ไล่แมลงในใบน้อยหน่าและใบทุเรียนเทศ

สรุป

ผงใบน้อยหน่าความเข้มข้นตั้งแต่ 2% ขึ้นไป ผงใบทุเรียนเทศและผงใบน้อยหน่าความเข้มข้นตั้งแต่ 4% ขึ้นไป สามารถนำมาใช้ควบคุมด้วงงวงข้าวอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามในการนำผงใบพืชทั้งสามชนิดไปประยุกต์ใช้ควบคุมด้วงงวงข้าว ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องผลกระทบของผงใบพืชที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดและระยะเวลาที่ผงใบพืชสามารถป้องกันเมล็ดพืชจากการถูกทำลายโดยแมลง

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่สนับสนุนงบประมาณเพื่อการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2548. แมลงศัตรูข้าวเปลือกและการป้องกันกำจัด. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- Asmanizar, A. Djamin, . and A.B. Idris. 2012. Effect of four plant powder as rice protectant against *Sitophilus Zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Sains Malaysiana*. 4: 863-869.
- Begum, N., B. Sharma, and R.S. Pandey. 2010. Evaluation of insecticidal efficacy of *Calotropis procera* and *Annona squamosa* ethanol extracts against *Musca domestica*. *J. Biofertili Biopestici*. 1: 1-6.
- Kumar, P.P., S. Moham, and G. Balasubramanian. 2004. Effect of whole-pea flour and a protein-rich fraction as repellents against stored-product insects. *J. Stored. Prod. Res.* 40:Journal of Stored Products Research. 40: 547-552.
- Pandey, N, and D. Barve. 2011. Phytochemical and pharmacological review on *Annona squamosa* Linn. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*. 2: 1404-1412.
- Roy, B., R. Amin, and M.N. Uddin., M.N. 2005. Leaf extracts of *Shiyalmutra* (*Blumea lacera*) as botanical Insecticides against lesser grain borer and rice weevil. *J.ournal of Bio. logical Sci.ence* . 5: 201-204.
- Tapondjou, L.A., C. Adler, H. Bouda, . and D.A. Fontem. 2002. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored products beetles. *Journal of Stored Products Research. J. Stored. Prod. Res.* 38: 395-402.
- Wang, Y.N., G.L. Shi, L.L. Zhao, S.Q. Liu, T.Q. Yu, S.R. Clarke, . and J.H. Sun. 2007. Acaricidal activity of *Juglans regia* leaf extracts on *Tetranychus viennensis* and *Tetranychus cinnabarinus* (Acari:Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 100: 1298-1303.
- Zaman, K., and K. Pathak. 2013. Pharmacognostical and phytochemical studies on the leaf and stem bark of *Annona reticulata* Linn. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 1: 1-7.

Table 1 Repellent activity of leaf powders of *A. squamosa*, *A. reticulata* and *A. muricata* against adults of *Sitophilus oryzae*

Plant species	Concentration (%)	Repellent activity at different hours (mean $\pm$ SE, %) ^{xy}						Repellency class
		1 h	2 h	3 h	4 h	24 h	Mean Repellency (%)	
<i>A. squamosa</i>	0.5	25.0 $\pm$ 2.9ef	32.5 $\pm$ 2.5def	37.5 $\pm$ 2.5efg	32.5 $\pm$ 2.5gh	22.5 $\pm$ 2.5ij	31.0 $\pm$ 1.8fgh	II
	1	27.5 $\pm$ 2.5efg	35.0 $\pm$ 2.9def	45.0 $\pm$ 2.9def	40.0 $\pm$ 0.0efgh	30.0 $\pm$ 0.0hi	36.5 $\pm$ 2.0efg	II
	2	37.5 $\pm$ 2.5cde	40.0 $\pm$ 0.0cd	47.5 $\pm$ 2.5cde	47.5 $\pm$ 2.1cdef	35.0 $\pm$ 2.9gh	41.5 $\pm$ 1.5def	III
	3	45.0 $\pm$ 2.9bcd	47.5 $\pm$ 2.5bc	57.5 $\pm$ 2.5abcd	52.5 $\pm$ 2.5cde	47.5 $\pm$ 2.5ef	51.0 $\pm$ 1.6bcd	III
	4	47.5 $\pm$ 2.5abc	52.5 $\pm$ 2.5ab	62.5 $\pm$ 2.5ab	55.0 $\pm$ 2.9bcd	60.0 $\pm$ 4.1cd	57.0 $\pm$ 1.8b	III
	5	57.5 $\pm$ 2.5a	60.0 $\pm$ 0.0a	70.0 $\pm$ 0.0a	67.5 $\pm$ 2.5ab	85.0 $\pm$ 2.9a	68.5 $\pm$ 2.3a	IV
<i>A. reticulata</i>	0.5	5.0 $\pm$ 2.9ij	10.0 $\pm$ 0.0ij	32.5 $\pm$ 2.5fgh	35.5 $\pm$ 6.5fgh	30.0 $\pm$ 4.1hi	22.0 $\pm$ 3.0hi	II
	1	10.0 $\pm$ 4.1hij	20.0 $\pm$ 4.1ghi	37.5 $\pm$ 4.8efg	45.0 $\pm$ 2.9cdefg	30.0 $\pm$ 0.0hi	27.0 $\pm$ 2.9gh	II
	2	10.0 $\pm$ 0.0hij	25.0 $\pm$ 2.9fgh	47.5 $\pm$ 4.8cde	45.0 $\pm$ 2.9cdefg	32.5 $\pm$ 2.5hi	32.5 $\pm$ 3.6fgh	II
	3	15.0 $\pm$ 2.9ghij	35.0 $\pm$ 2.9def	52.5 $\pm$ 6.3bcd	55.0 $\pm$ 5.0bcd	45.0 $\pm$ 2.9efg	40.0 $\pm$ 3.7def	II
	4	17.5 $\pm$ 4.8ghi	37.5 $\pm$ 4.8cde	60.0 $\pm$ 4.1abc	57.5 $\pm$ 4.8bc	55.0 $\pm$ 2.9de	46.0 $\pm$ 4.1cde	III
	5	20.0 $\pm$ 0.0gh	40.0 $\pm$ 4.1cd	70.0 $\pm$ 0.0a	75.0 $\pm$ 2.9a	75.0 $\pm$ 2.9ab	55.0 $\pm$ 5.0bc	III
<i>A. muricata</i>	0.5	5.0 $\pm$ 2.9ij	15.0 $\pm$ 2.9hij	20.2 $\pm$ 0.0hi	30.0 $\pm$ 0.0h	17.5 $\pm$ 2.5gk	15.5 $\pm$ 1.5i	I
	1	17.5 $\pm$ 2.5ghi	15.0 $\pm$ 2.9hij	25.0 $\pm$ 2.9gh	30.0 $\pm$ 4.1h	30.0 $\pm$ 0.0hi	22.5 $\pm$ 1.6hi	II
	2	20.0 $\pm$ 0.0gh	25.0 $\pm$ 2.9fgh	30.0 $\pm$ 4.1gh	42.5 $\pm$ 4.8defgh	37.5 $\pm$ 2.5fgh	28.5 $\pm$ 1.8gh	II
	3	27.5 $\pm$ 4.8efg	27.5 $\pm$ 2.5efg	32.5 $\pm$ 2.5fgh	45.0 $\pm$ 2.9cdefg	42.5 $\pm$ 2.5fgh	32.5 $\pm$ 1.8fgh	II
	4	35.0 $\pm$ 2.9def	32.5 $\pm$ 2.5def	45.0 $\pm$ 2.9def	42.5 $\pm$ 2.5defgh	47.5 $\pm$ 4.8ef	41.0 $\pm$ 1.9def	III
	5	52.5 $\pm$ 4.8ab	62.5 $\pm$ 2.5a	60.0 $\pm$ 0.0abc	52.5 $\pm$ 2.5cde	67.5 $\pm$ 4.8bc	60.5 $\pm$ 1.7ab	IV
Control	-	2.5 $\pm$ 2.5j	7.5 $\pm$ 2.5j	12.5 $\pm$ 2.5i	7.5 $\pm$ 2.5i	7.5 $\pm$ 2.5k	13.0 $\pm$ 4.8i	I

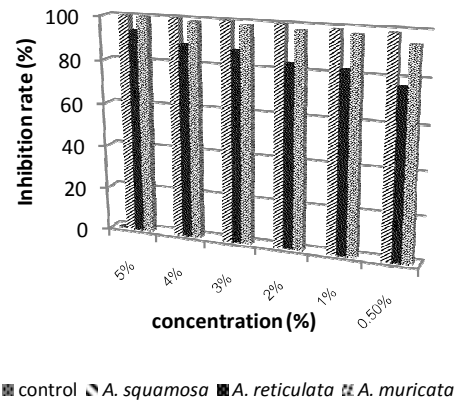
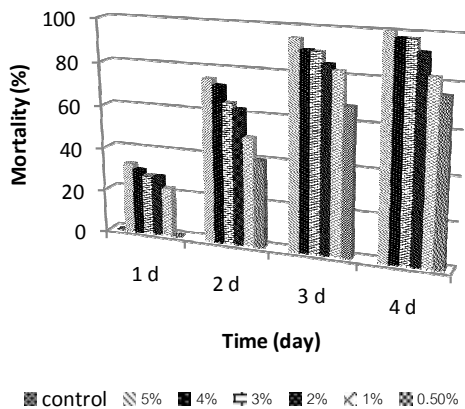
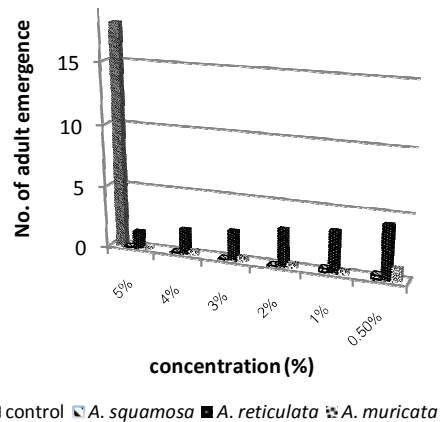
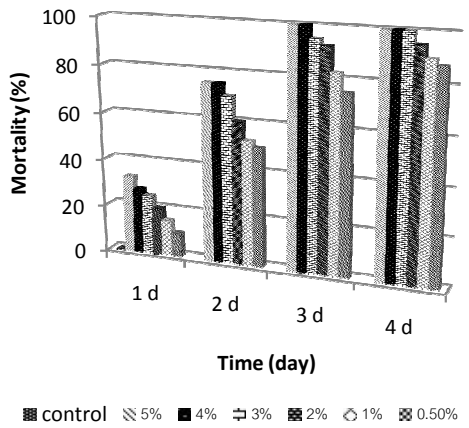


Figure 2 Effect of leaf powders of *A. squamosa*, *A. reticulata* and *A. muricata* on adult emergence of *S. oryzae* a) No. of adult emergence b) Inhibition rate (%)

Figure 1 Mean mortality of adults of *S. oryzae* in rice grains treated with leaf powders of a) *A. squamosa*, b) *A. reticulata* and c) *A. muricata*