สำนักหอสมุด
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง **การบริหารจัดการด้วงงวงข้าวในข้าวกล้องอินทรีย์บรรจุถุง**

Study on Integrated insect Pests Management of rice weevil (*Sitophilus oryzae*) in Packaged Organic Brown rice

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย **ประจำปี 2555**

จำนวน 185,000 บาท

หัวหน้าโครงการ **นางเรณู สุวรรณพรสกุล**

นายณัฐดนัย ลิขิตตระการ

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

24 กุมภาพันธ์ 2557

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การบริหารจัดการด้วงงวงข้าวในข้าวกล้องอินทรีย์บรรจุถุง (Study on integrated insect Pests management of rice weevil (*Sitophilus oryzae*) in packaged organic brown rice) ได้สำเร็จลุล่วง โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2555 ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความอนุเคราะห์เรื่องสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
สารบัญตารางภาคผนวก	ง
สารบัญภาพภาคผนวก	จ
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการวิจัย	13
วิจารณ์ผลการวิจัย	27
สรุปผลการวิจัย	28
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	34

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ช่วงเวลาในระยะการเจริญเติบโตต่างๆตลอดวงจรชีวิตของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ในข้าวกล้องอินทรีย์ ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ	14
ตารางที่ 2	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ในข้าวกล้องอินทรีย์ เนื่องจากสารสกัดว่านน้ำที่อัตราความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่างๆหลังการทดลอง 7 วัน	20
ตารางที่ 3	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ในข้าวกล้องอินทรีย์ เนื่องจากสารสกัดว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่างๆหลังการทดลอง 21 วัน	20
ตารางที่ 4	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ในข้าวกล้องอินทรีย์ เนื่องจากสารสกัดว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่างๆหลังการทดลอง 28 วัน	21
ตารางที่ 5	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายและการเพิ่มจำนวนประชากร ของด้วงงวงข้าว *Sitophilus oryzae* ในข้าวกล้องอินทรีย์โดยการใช้สารสกัดว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่างๆ ที่หลังการทดลองที่ระยะเวลาต่างๆ	21
ตารางที่ 6	ค่าเฉลี่ยจำนวนประชากร ของด้วงงวงข้าว *Sitophilus oryzae* ที่เพิ่มขึ้นในข้าวกล้องอินทรีย์หลังการใช้สารสกัดว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่างๆ หลังการทดลอง 60 วัน	22
ตารางที่ 7	ค่าเฉลี่ยจำนวนประชากร ของด้วงงวงข้าว *Sitophilus oryzae* ที่เพิ่มขึ้นในข้าวกล้องอินทรีย์หลังการใช้สารสกัดว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่างๆ หลังการทดลอง 90 วัน	22
ตารางที่ 8	ประสิทธิภาพของสารสกัดว่านน้ำในการเป็นสารฆ่าและสารไล่แมลงต่อด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*)	24

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ตัวอ่อนด้วงงวงข้าววัย 1	15
ภาพที่ 2	ดัวอ่อนด้วงงวงข้าววัย 2	15
ภาพที่ 3	ตัวอ่อนด้วงงวงข้าววัย 3	16
ภาพที่ 4	ตัวอ่อนด้วงงวงข้าววัย 4	16
ภาพที่ 5	ตัวอ่อนด้วงงวงข้าวเตรียมเข้าดักแด้	17
ภาพที่ 6	ดักแด้ของด้วงงวงข้าว	17
ภาพที่ 7	ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าว	18
ภาพที่ 8	ผลของสารสกัดว่านน้ำต่อเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวที่ระยะเวลาต่างๆ	24
ภาพที่ 9	การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าของสารสกัดว่านน้ำในระดับความเข้มข้นที่ต่าง ๆ	25
ภาพที่ 10	การหนีห่างจากจุดเริ่มต้น (ด้านขวามือ) ของด้วงงวงข้าวที่ได้รับสารสกัดว่านน้ำในระดับความเข้มข้นที่ด่าง ๆ ที่เวลา 2 ชั่วโมงหลังการได้รับสาร	25

สารบัญตารางภาคผนวก

		หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 1	ผลการสำรวจประชากรด้วงงวงข้าวตามบ้านเรือนในเขตพื้นที่ จ.เชียงใหม่ และ จ. เชียงราย	37
ตารางภาคผนวกที่ 2	คุณภาพของข้าวกล้องอินทรีย์แดงหลังการใช้สารละลายว่านน้ำ	39
ตารางภาคผนวกที่ 3	คุณภาพของข้าวกล้องอินทรีย์ขาวหลังการใช้สารละลายว่านน้ำ	39

สารบัญภาพภาคผนวก

		หน้า
ภาพภาคผนวกที่ 1	การเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วงงวงข้าวในขวดโหล	35
ภาพภาคผนวกที่ 2	เหง้าของว่านน้ำที่ใช้ในการสกัดสาร	35
ภาพภาคผนวกที่ 3	การแช่ว่านน้ำในเอทิลแอลกอฮอล์ 95%	36
ภาพภาคผนวกที่ 4	การสกัดว่านน้ำด้วยเครื่อง Rotary evaporator	36

การบริหารจัดการด้วงงวงข้าวในข้าวกล้องอินทรีย์บรรจุถุง

Study on integrated insect Pests management of rice weevil (*Sitophilus oryzae*) in packaged organic brown rice

เรณู สุวรรณพรสกุล[1] และณัฐดนัย ลิขิตตระการ[1]

Renu suwanpornskul[1] and Natdanai Likhitrakarn[1]

[1]คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

จากการศึกษาวงจรชีวิตของด้วงงวงข้าวในข้าวกล้องอินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างเดือนมีนาคม-ตุลาคม 2556 พบว่า ด้วงงวงข้าวมีอายุจากระยะไข่จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 34.75+2.17 วัน โดยด้วงงวงข้าวมีระยะการเจริญเติบโต 5 ระยะคือ ระยะไข่ (egg) ระยะหนอน (larva) ระยะก่อนเข้าดักแด้ (pre pupa) ระยะดักแด้ (pupa) และระยะตัวเต็มวัย (adult) ระยะไข่ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน หนอนมีการลอกคราบ 3 ครั้ง โดยหนอนวัยที่ 1-4 มีอายุ 5.45+0.5 , 5.57+0.5 , 5.84+0.37 และ 8.73+1.15 วันตามลำดับ ตัวหนอนมีสีขาวลักษณะอ้วนสั้น ไม่มีขา ผิวหนังย่น หัวสีน้ำตาลอ่อน ก่อนเข้าดักแด้หนอนจะยืดลำตัวออกเล็กน้อย ระยะก่อนเข้าดักแด้ใช้เวลา 2.82+0.39 วัน ดักแด้เป็นแบบ exarate ระยะดักแด้ใช้เวลา 6.43+0.50 วัน แล้วจึงออกเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยมีอายุอยู่ได้นานเฉลี่ย 70.13 วัน และจากการสำรวจแหล่งเก็บข้าวเปลือกไม่พบการทำลายของด้วงงวงข้าว ส่วนการสุ่มเก็บตัวอย่างด้วงงวงข้าวจากข้าวสารที่ถูกทำลายก็ไม่พบศัตรูธรรมชาติของด้วงงวงข้าว

ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเหง้าว่านน้ำในการควบคุมด้วงงวงข้าว โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design (Factorial in CRD) ประกอบด้วยปัจจัย 2 ปัจจัยคือ ระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากว่านน้ำ มี 3 ระดับ คือ 0 5 และ 10 % ปัจจัยที่ 2 คือ วิธีการใช้สารสกัดจากว่านน้ำ มี 4 ระดับคือ ใช้สารสกัดว่านน้ำคลุกเมล็ดข้าว หยดสารสกัดว่านน้ำลงบนกระดาษกรองใส่ลงถุงเมล็ดข้าว สารสกัดว่านน้ำเคลือบถุงบรรจุเมล็ดข้าว หยดสารสกัดลงหินบาซอลดูดซับความชื้นใส่ถุงชาบรรจุลงถุงเมล็ดข้าว ทำการทดลอง

3 ซ้ำ ผลการทดลอง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของด้วงงวงข้าวสูงขึ้น คือ หลังการทดลอง 28 วัน ที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นสูง 10% พบการตายสะสมของด้วงเฉลี่ยสูงสุด 76.62% ไม่แตกต่างจากที่ระดับความเข้มข้น 5% ที่พบเปอร์เซ็นต์การตายสะสม 64.61% และพบว่าวิธีการใช้สารไม่มีความแตกต่างกันแต่มีแนวโน้มว่าเคลือบถุงพลาสติกด้วยสารสกัดว่านน้ำ มีการตายสะสมของด้วงงวงข้าวสูงกว่าวิธีการอื่น ๆ และที่ความเข้มข้นสูงขึ้นมีจำนวนตัวเต็มวัยเกิดใหม่ลดลง กล่าวคือ ที่ 90 วันหลังการทดลอง ที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดว่านน้ำ 0% พบจำนวนตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้นมากที่สุด 29.17 ตัว รองลงมาที่ระดับความเข้มข้น 5% พบจำนวนตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้น 22.08 ตัว ที่ระดับความเข้มข้น 10% พบจำนวนตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ 18.08 ตัว

ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าแมลง และสารไล่แมลงของสารสกัดว่านน้ำต่อด้วงงวงข้าวพบว่า ในสภาพที่ไม่มีอาหาร สารสกัดว่านน้ำมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวได้ดี คือที่ระดับความเข้มข้น 5 10 และ 15% พบการตายของด้วงงวง 100% ภายในเวลา 10 9 และ 5 ชั่วโมงตามลำดับ และสารสกัดว่านน้ำมีประสิทธิภาพในการไล่แมลงคือ ในระยะเวลา 2 ชั่วโมงด้วงงวงข้าวหนีไกลจากจุดเริ่มต้นปลดปล่อยสารสกัดว่านน้ำ 5 10 และ 15% เป็นระยะทางเฉลี่ย 5.93 14.53 และ 26.85 ซม. เทียบกับที่ระดับความเข้มข้น 0% ด้วงงวงข้าวหนีห่างจากจุดเริ่มต้นเพียง 1.77 ซม.

คำสำคัญ: ข้าวกล้องอินทรีย์ ด้วงงวงข้าว ว่านน้ำ การจัดการควบคุมแมลงศัตรูพืชแบบบูรณาการ

Abstract

The biology of rice weevil (*Sitophilus oryzae*) was studies in organic brown rice under laboratory condition at Maejo University during March-October 2014. It was observed that the total development period from eggs to adult was 34.75±2.17 days. Eggs stage lasts 3-4 days, larval development period of 1st 2nd 3rd and 4th were 5.45±0.5, 5.57±0.5, 5.84±0.37, and 8.73±1.15 days respectively. Total larva development period was 25.50±1.92 days. The development period of prepupal and pupal stages averaged 2.82± 0.39 and 6.43±0.50 days respectively. The longevity of adult averaged 70.13± 10.13 days. There was no infestation of rice weevil in rough rice from the surveying at some rice godowns in Chiangmai province and there was no natural enemies of rice weevil in infested brown rice samples.

Efficacy tested of the *Acorus calamus* (L.) (sweet flag) extracts prepared in ethyl alcohol 95% against rice weevil (*S. oryzae*) in organic brown rice was undertaken in laboratory. Factorial in completely randomized designed was employed in experimental design with 2 factors and 3 replications, (each with 12 treatments). The first factor consisted of 3 concentration of the extract substances, 0 5 and 10% then the second consisted of 4 application method, seed treatment, bag coated, dispersed by filter paper and absorbed rock. The results revealed that the higher concentrations gave higher accumulation mortality percentage of rice weevil adult. At 28 days after treated, 5 and 10% of sweet flag extract showed a significantly effect in accumulation mortality percentage of adult (76.62 and 64.61% respectively), over untreated check (6.13%). There was no significantly different among application methods in mortality percentage of adult. The number of adults emerged at 90 days after treated with 5 and 10% of sweet flag was significantly different from 0% (22.08, 18.08 and 29.17 adults/1000g. of seed respectively).

The insecticidal property of sweet flag extracts was tested as contact toxicity and repellent property against to rice weevil under without food condition. The result showed that contact toxicity of 5 10 and 15% concentration caused 100% adult mortality within 10 9 and 5 hours respectively. The distance that rice weevil adults dispersed from the extract substance released point in 2 hour exhibited as repellent property. The result showed that at 0 5 10 and 15% of sweet flag extract the weevils escaped away from released point 1.77 5.93 14.53 and 26.85 cm. respectively.

Key words: Organic Brown Rice, rice weevil (*Sitophilus oryzae*), Sweet Flags, Integrated Pest Management :IPM

คำนำ

การผลิตข้าวอินทรีย์ เป็นระบบการผลิตข้าวที่ไม่ใช้สารเคมีทางการเกษตรทุกชนิด เป็นต้นว่า ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต และสารควบคุมและกำจัดศัตรูพืช การผลิตข้าวอินทรีย์นอกจากจะทำให้ได้ผลผลิตข้าวที่มีคุณภาพสูงและปลอดภัยจากสารพิษแล้ว ยังเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและเป็นการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืนอีกด้วย (กรมการข้าว, 2556) อีกทั้งทุกวันนี้กระแสการดูแลและสร้างสุขภาพถือเป็นนโยบายระดับชาติ **"ข้าวกล้องอินทรีย์"** จึงเป็นส่วนหนึ่งในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีจำหน่ายอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้พบว่า ข้าวที่ผ่านการขัดสี

น้อย เช่น ข้าวกล้อง หรือข้าวซ้อมมือ จะมีปริมาณสารอาหารหลายชนิดสูงกว่าข้าวที่ผ่านการขัดสีหลายครั้งหรือที่เรียกว่าข้าวขาวอย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็น วิตามินบี 1 ที่มีมากถึง 4 เท่า ธาตุเหล็กมีมากเป็น 2 เท่า ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง ฟอสฟอรัสมีมากกว่า ช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูกและฟัน กากอาหารมีมากกว่าจะช่วยป้องกันท้องผูก และมะเร็งลำไส้ใหญ่ มีเกลือแร่และวิตามินต่าง ๆ (Trace Element) ในข้าวกล้องมีรวมกัน 20 กว่าชนิด มีหน้าที่ทำให้การทำงานของร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างร่างกายให้สมบูรณ์ และมีโปรตีนมีมากกว่า 20-30% ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย (วิจิตร, 2551) อย่างไรก็ตามการค้าข้าวอินทรีย์ในปัจจุบันยังมีปริมาณน้อยอยู่ แต่การบริโภคข้าวอินทรีย์ก็มีแนวโน้มมากขึ้นเนื่องจากผู้บริโภคตระหนักถึงความปลอดภัยด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม ในการผลิตข้าวกล้องอินทรีย์นั้นยังมีปัญหาเกี่ยวกับแมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญคือ ด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ซึ่งเข้ากัดกินทำลายเมล็ดข้าวและเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็ว เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากเพราะการทำลายของด้วงงวงข้าวทำให้เมล็ดข้าวเป็นรู โพรง กลวง และอาจทำให้เกิดเชื้อราได้ เนื่องจากการทำลายของแมลงทำให้ความชื้นในกองเมล็ดสูงขึ้น 5-6% (กุสุมาและคณะ, 2548) ทำให้ข้าวเสียรสชาด และมีกลิ่นเหม็น ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด (Vassanacharoen,*et.al*., 2008) สำหรับข้าวโดยทั่วไป จึงมีการรมสารเคมีเพื่อฆ่าแมลง แต่การผลิตข้าวอินทรีย์นั้นห้ามไม่ให้มีการใช้สารเคมีใด ๆ ในกระบวนการผลิต และการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวนั้นยังมีอีกหลายวิธีที่ไม่ต้องมีการใช้สารเคมี ได้แก่ การใช้สารสกัดจากพืชและการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การใช้ความร้อนและความเย็น การใช้พลังงานแม่เหล็ก ไฟฟ้า การใช้ภาชนะบรรจุแบบต่าง ๆ (กุสุมา และคณะ, 2548) แต่อย่างไรก็ตามการใช้วิธีการป้องกันกำจัดแต่ละวิธีอาจเหมาะสมกับบางขั้นตอนของการผลิตเท่านั้น ไม่สามารถควบคุมหรือป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวได้ตลอดกระบวนการผลิต เพราะด้วงงวงข้าวเข้าทำลายข้าวได้ในทุกขั้นตอนในกระบวนการผลิต ตั้งแต่ก่อนการเก็บเกี่ยว การตาก การนวด การสี การเก็บรักษา ตลอดจนการขนส่ง ดังนั้นจึงควรจะได้มีการศึกษาหาวิธีการป้องกันกำจัดที่เหมาะสมในขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ และนำวิธีการเหล่านั้นมาบูรณาการร่วมกันเพื่อให้การป้องกันกำจัดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ยั่งยืน และคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาของของด้วงงวงข้าวในข้าวกล้องอินทรีย์
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและรูปแบบของสารสารสกัดจากว่านน้ำในการควบคุมด้วงงวงข้าวในข้าวกล้อง

3. เพื่อป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวแบบบูรณาการ
4. เพื่อสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างภาครัฐและกลุ่มเกษตรกร เอกชน เพื่อการพัฒนาการผลิตข้าวกล้องอินทรีย์ และนำผลงานวิจัยไปใช้ในเชิงพาณิชย์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวในกระบวนการผลิตข้าวกล้องอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ
2. กลุ่มเกษตรกร เอกชนผู้ผลิตและจำหน่ายข้าวอินทรีย์สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตได้มากขึ้น
3. เกิดเครือข่ายความร่วมมือ ระหว่างภาครัฐและกลุ่มเกษตรกร และเอกชนในการนำผลงานไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

การตรวจเอกสาร

ข้าวอินทรีย์ (Organic rice) เป็นข้าวที่ได้จากการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ (Organic agriculture หรือ Organic Farming) ซึ่งเป็นวิธีการผลิตที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี หรือสารสังเคราะห์ต่างๆ เป็นต้นว่า ปุ๋ยเคมี สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรคแมลงและสัตว์ศัตรูข้าวในทุกขั้นตอนการผลิตและในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต (กรมการข้าว, 2556) เนื่องจากหลักการผลิตข้าวอินทรีย์ นอกจากเป็นระบบการผลิตข้าวที่มีคุณภาพสูงและปลอดภัยจากสารพิษแล้วยังเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและเป็นการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืนอีกด้วย การผลิตข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์จึงเป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่เน้นเรื่องของธรรมชาติเป็นสำคัญ ได้แก่ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การรักษาสมดุลธรรมชาติ และการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ รวมทั้งการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติ เพื่อการผลิตอย่างยั่งยืน (สถาบันวิจัยและพัฒนาข้าว, 2557) สำหรับวิธีการป้องกันกำจัดโรค แมลง และสัตว์ศัตรูพืชในการผลิตข้าวอินทรีย์ในระดับไร่นา ได้แก่ การเลือกใช้ข้าวพันธุ์ต้านทาน การปฏิบัติด้านเขตกรรม เช่น การเตรียมแปลง กำหนดช่วงเวลาปลูก การใช้อัตราเมล็ดและระยะปลูกที่เหมาะสม การปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรการแพร่ระบาดของโรค แมลง และสัตว์ศัตรูข้าว การจัดการน้ำ เพื่อให้ต้นข้าวเจริญเติบโตดี สมบูรณ์และแข็งแรง สามารถลดการทำลายของโรคแมลงและสัตว์ศัตรูข้าวได้ส่วนหนึ่ง การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมกับการระบาดของโรค แมลง และสัตว์ศัตรูข้าว เช่น การจำจัดวัชพืช การกำจัดเศษซากพืชที่เป็นโรคโดยใช้ปูนขาว หรือกำมะถันผงที่ไม่ผ่าน

กระบวนการทางเคมี และควรปรับสภาพดินไม่ให้เหมาะสมกับการแพร่ระบาดของโรค การรักษาความสมดุลทางธรรมชาติ โดยส่งเสริมการเผยแพร่ขยายปริมาณของแมลงที่มีประโยชน์ เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน และศัตรูธรรมชาติ เพื่อช่วยควบคุมแมลงและสัตว์ศัตรูข้าว การปลูกพืชขับไล่แมลงบนคันนา เช่น ตะไคร้หอม ใช้วิธีกล เช่น ใช้แสงไฟล่อ ใช้กับดัก ใช้กาวเหนียว หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ก่อนนำเมล็ดข้าวไปเก็บรักษาควรลดความชื้นให้ต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาด้วยวิธีจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2557) อย่างไรก็ตาม หลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งหลังจากมีการสีข้าวเปลือกมาเป็นข้าวสารแล้วนั้น แมลงศัตรูที่สำคัญเข้าทำลายข้าวคือ มอดข้าวสารหรือด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) (Linnaeus) (IKARI 2008) ซึ่งจัดเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของข้าวเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงต่อเมล็ดข้าว โดยตัวอ่อนจะอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ด เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้ได้เป็นเวลา 6 เดือน จะได้รับความเสียหายสูงถึง 22% เมล็ดที่ถูกทำลายจะใช้อีกไม่ได้

ด้วงงวงข้าว *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) เป็นแมลงศัตรูสำคัญที่ทำลายเมล็ดพืชในโรงเก็บ โดยเฉพาะเมล็ดธัญพืช เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพด ข้าว และข้าวสาลี โดยจะสังเกตเห็นตัวเต็มวัยปรากฏอยู่บนหรือภายในเมล็ดพืช เนื้อเมล็ดจะถูกตัวอ่อนกัดกินอยู่ภายใน เมล็ดที่ถูกทำลายจะเป็นรูและข้างในเป็นโพรง ถ้ามีการทำลายสูงเมล็ดจะเหลือแค่เปลือกหรือผิวนอกข้างในเป็นโพรงและนำเอาไปใช้ประโยชน์ต่อไปไม่ได้ โดยด้วงงวงข้าวมักจะไม่ขยายพันธุ์ในอาหารที่ไม่ใช่พวกธัญพืช การทำลายของด้วงงวงข้าวทำให้ผลิตผลของธัญพืชสูญเสียน้ำหนัก และสูญเสียคุณภาพ การทำลายของด้วงงวงข้าวที่รุนแรงทำให้เกิดความร้อน ส่งผลให้เกิดเชื้อราและแมลงพวกทำลายซ้ำ (secondary insect pests) และไรเข้าทำลายตามมา (Russell IPM, 2014) Sittisuang and Imura (1987) รายงานว่า หลังการเข้าทำลายของด้วงงวงข้าวเป็นเวลา 14 สัปดาห์ทำให้ข้าวกล้องสูญเสียน้ำหนักไป 19% และ 69% ของข้าวเปลือกจาก 6 ตำบลของ Himachal Pradesh ในอินเดียถูกทำลายโดยด้วงงวงข้าว โดยมีการสูญเสียน้ำหนักตั้งแต่ 1.09-3.10% (เฉลี่ย 2.11%) (Thakur and Sharma, 1996) จากการทดลองการทำลายของทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวในห้องปฏิบัติการกับเมล็ดข้าวและข้าวสาลีพบว่า มีการสูญเสียน้ำหนักของเมล็ดต่อตัวต่อเมล็ดสูงสุด 57% ในข้าว และ 19% ในข้าวสาลี (Banerjee and Nazimuddin, 1985)

ด้วงงวงข้าว : วงจรชีวิต

ด้วงงวงตัวเต็มวัยมีสีน้ำตาลดำ ยาวประมาณ 2.0-3.0 มม. ส่วนหัวจะยื่นออกมาเป็นงวง (snout) หรือ (rostrum) สามารถบินออกไปทำลายเมล็ดพืชตั้งแต่ยังอยู่ในไร่นา โดยตัวเมียจะวางไข่ที่เมล็ดพืชขณะที่เมล็ดเริ่มจะสุกแก่ เมล็ดละ 4-6 ฟอง แล้วขับเมือกปิดปากรูไว้ ตัวเมียวางไข่

ได้ 300-400 ฟอง ไข่จะฟักในระยะ 3-6 วัน เป็นตัวอ่อนลำตัวสั้นป้อมโค้งเหมือนตัว "c" มีสีขาว และอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ด ระยะตัวอ่อน 20-30 วัน แล้วจึงเข้าดักแด้เป็นเวลา 3-7 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยแล้ว จะเจาะผิวเมล็ดออกมา ทำให้เมล็ดที่ถูกด้วงงวงข้าวอาศัยอยู่เป็นรู วงจรชีวิตใช้เวลา 30-40 วัน ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 1-2 เดือน หรือมากกว่านี้ (Ikari Trading (Thailand), 2008)

การป้องกันกำจัด

การป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์สามารถทำได้โดย การลดความชื้นในเมล็ดให้เหลือ 10% เพื่อลดจำนวน และทำความสะอาดโรงเก็บอย่าให้มีเมล็ดพืชเก่าตกค้างอยู่ก่อนนำเมล็ดข้าวเข้าไปเก็บรักษา หรือเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศหรือภาชนะที่ปิดมิดชิด ควบคุมอุณหภูมิโดยการใช้ความร้อนหรือเย็นจัดเพื่อให้แมลงหยุดการเจริญเติบโตและบางชนิดตายไป หรืออาจใช้พืชสมุนไพรต่าง ๆ ได้แก่ น้ำสกัดสมุนไพรจาก ว่านน้ำ ดีปลี สารภี เลี่ยน หรือขมิ้นชัน คลุกเมล็ดข้าวกับผงแห้ง เช่น ขี้เถ้า พริกไทย หรือน้ำมันพืชที่ใช้ปรุงอาหาร เป็นต้น (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2557) สารสกัดจากพืชเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมด้วงงวงข้าว ได้แก่จากรายงานของ กนกศักดิ์และคณะ (2533) รายงานว่า ในการทดลองใช้น้ำมันหอมระเหย จากใบยูคาลิปตัส น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าขมิ้นชันและ น้ำมันหอมระเหยผสมทั้ง 2 ชนิด ต่อการควบคุมด้วงงวงข้าวสาร พบว่า น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน และน้ำมันหอมระเหยผสมระหว่างน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสกับน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน ในระดับความเข้มข้นที่ 30 % สามารถขับไล่ด้วงงวงข้าวได้ถึง 95%, 91.667% และ 85% ตามลำดับ ส่วนการทดสอบความเป็นพิษโดยการหยดน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัส น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าขมิ้นชันและ น้ำมันหอมระเหยผสมทั้ง 2 ชนิด ลงบนกระดาษกรองภายในกล่องทดสอบประสิทธิภาพที่ไม่มีข้าวสารพบว่าที่ความเข้มข้น 15% เวลา 72 ชั่วโมง ทำให้มีอัตราการตายเท่ากับ 81.67%, 38.33 และ 24.17% ตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 30% เวลา 72 ชั่วโมง มีอัตราการตายของด้วงงวงข้าว 82.50, 33.67 และ 79.50 % ตามลำดับ ส่วน Paranagama *et al.* (2004) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบของตะไคร้ และน้ำมันหอมระเหยอบเชยใช้ในลักษณะสารรมอัตราไอน้ำมันหอมระเหย 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ด้วงงวงมีอัตราการตาย 65 และ 58% ตามลำดับ และฤทธิ์สัมผัสตัวตายที่อัตราความเข้มข้นน้ำมันหอมระเหยจากใบของตะไคร้ และน้ำมันหอมระเหยอบเชย บนพื้นผิวขวดทดลอง 15 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทำให้ด้วงงวงข้าวมีอัตราการตาย 70 และ 100 % ตามลำดับ

สำหรับว่านน้ำ (Sweetflag : *Acorrus calamus* Linn) ซึ่งมีชื่อเรียกอื่นๆ ได้แก่ ผมผา ฮางคาวน้ำ ฮางคาวบ้าน ฮางคาวผา ส้มชื่น กะส้มชื่น มีถิ่นกำเนิดในเขตมรสุมของทวีปเอเชีย เป็นพืชที่ขึ้นอยู่ในโคลนเลน ลำห้วยตื้น ที่น้ำท่วมขังหรือริมน้ำ เหง้ามีกลิ่นหอม ใช้แก้ปวดท้อง ขับลม ขับเสมหะ และมีสาร B-asarone มีฤทธิ์ลดความดันโลหิต (BGO, 2011) นับเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งในยาไทยที่ และมีรายงานว่าสามารถใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ด้วย ดังที่ ศุภวรรณ (2557) ได้รายงานไว้ว่า ในเหง้าของว่านน้ำ จะมีน้ำมันหอมระเหยชนิด acalamol aldehyde ซึ่งเป็นพิษต่อระบบประสาทของแมลงโดยออกฤทธิ์เป็นยาฆ่าแมลง ขับไล่แมลง หยุดชะงักการกิน และยับยั้งการสืบพันธุ์ของแมลง เช่น แมลงวันแดง แมลงวันทอง ด้วงหมัดผัก หนอนกระทู้ผัก แมลงในโรงเก็บ ด้วงงวงช้าง ด้วงเจาะเมล็ดถั่ว มอดตัวป่อม มอดข้าวเปลือก แมลงกัดกินผัก เป็นต้น และคลังความรู้ตลาดเกษตร (2554) สรุปไว้ว่า สารเคมีในว่านน้ำมีน้ำมันหอมระเหย (Calamus oil) 2-4% ในน้ำมันประกอบด้วย Sesquiterpene เช่น asarone, Betasalone (มี 70-80 %) และตัวอื่น ๆ ยังมี glucoside รสขมชื่อ acorin ส่วน Liu *et al.* (2013) รายงานว่าสารประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยของเหง้าว่านน้ำที่สกัดด้วยน้ำได้แก่ α-asarone (50.09%) (E)-methylisoeugenol (14.01%) และ methyleugenol (8.59%) ตามด้วย β-asarone (3.51%), α-cedrene (3.09%) และ camphor (2.42%) และน้ำมันหอมระเหยเป็นพิษสัมผัสต่อเหาหนังสือ (*Liposcelis bostrychophila*) โดยมีค่า LD_{50} 100.21 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ($\mu g/cm^2$) ขณะที่สารประกอบ α-asarone, methyleugenol และ (E)-methylisoeugenol มีค่า LD_{50} 125.73 103.22 และ 55.32 ไมโครกรัม/ ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารรม นั้น methyleugenol และ(E)-methylisoeugenol เป็นพิษต่อเหาหนังสือ มีค่า LD_{50} 92.21 และ 143.43 ไมโครกรัม/ลิตรของอากาศ ($\mu g/L$) น้ำมันดิบมีค่า LD_{50} 392.13 ไมโครกรัม/ลิตรของอากาศ ($\mu g/L$) ซึ่งคุณสมบัติในการควบคุมแมลงของว่านน้ำ ได้มีรายงานอื่นๆ ได้แก่ จากการทดลองของ Kudachi and Balikai (2009) โดยนำเมล็ดข้าวฟ่าง 100 กรัม คลุกผงสมุนไพรชนิดต่าง ๆ 13 ชนิด เก็บในถุงผ้า แล้วใส่ มอดหัวป่อม (*Rhizoperta dominica*) ลงไปจำนวน 10 คู่ หลังคลุกผงสมุนไพร 7 วันพบว่า เมล็ดข้าวฟ่างคลุกผงเหง้าว่านน้ำอัตรา 1% น้ำหนักต่อน้ำหนัก มีอัตราการตายมอดหัวป่อม 100 %เช่นเดียวกับการคลุกเมล็ดด้วยผงเมล็ดสะเดา 5% และผงสารเคมี malathion 5% และการคลุกด้วยผงเหง้าว่านไม่พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดทั้งที่ 30 90 และ 180 วันในขณะที่การคลุกเมล็ดด้วยสะเดาผง มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ด 1 2.33 และ 7.33% และการคลุกสาร malathion มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ด 0 2.33 แล 6 % ที่ 30 90 และ 180 วันตามลำดับ นอกจากนี้ที่ 180 วันพบว่า เมล็ดที่คลุกด้วยผงว่านน้ำก็มีเปอร์เซ็นต์ความงอก (78.67%) สูงกว่าการคลุกด้วยผงสะเดาและสารเคมีที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 71.67 และ 66.33% ตามลำดับ Paneru and Shivakoti (2001) ก็ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของพืชต่าง ๆ ได้แก่

ผงเหง้าว่านน้ำ ผงส่วนของต้นและใบของ สาบแร้งสาบกา ผกากรอง คนทีสอ และผงเมล็ดเลี่ยน น้ำมันเมล็ดสะเดา มัสตาร์ด จิงจูฉ้าย โดยคลุกกับเมล็ดถั่วเลนทิล เพื่อควบคุมด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculates*) พบว่า น้ำมันเมล็ดสะเดา อัตรา 0.5% และผงว่านน้ำอัตรา 1% สามารถคมด้วงถั่วเขียวได้ดีที่สุดคือ พบด้วงถั่วตาย 100% หลังคลุกสาร 2 และ 4 วันตามลำดับ Paneru *et.ai.*(1997) ได้ศึกษาการคลุกเมล็ดข้าวสาลีด้วยผงว่านน้ำพบว่า การคลุกเมล็ดในอัตรา 2% น้ำหนัก/น้ำหนักเมล็ด สามารถกำจัดตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าว (*S. oryzae*) และ ด้วงงวงข้าวสาลี (*S. granaries*) ได้ 100% ใน 7 วัน และหลังจากเก็บเมล็ดข้าวที่มีไข่แมลงไว้ 7-8 สัปดาห์พบว่าที่อัตรา 1% น้ำหนัก/น้ำหนักสามารถป้องกันการออกเป็นตัวเต็มวัยของด้วงทั้งสองชนิดได้

ส่วนการใช้ว่านน้ำในรูปของสารสกัดเพื่อควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บนั้น Shanthi and Longiswaran (1996) ได้ทำการสกัดสารจากเหง้าว่านน้ำด้วยปิโตรเลี่ยม อีเทอร์มาทำการประเมินผลกระทบต่อชีววิทยาของผีเสื้อข้าวเปลือก (*Sitotroga cerealella*) โดยใช้อะซีโตนเป็นตัวทำละลาย 4 ความเข้มข้นคือ 0.05 0.10 0.15 และ 0.2% พบว่า การออกเป็นตัวเต็มวัยของผีเสื้อข้าวเปลือกต่ำที่สุดในเมล็ดที่ใช้สารสกัดว่านน้ำที่อัตรา 0.15 และ 0.2% ส่วน 1qbal *et al.* (2010) ได้รายงานว่า จากการสกัดเมล็ดสะเดา เหง้าว่านน้ำและขมิ้น ด้วย ปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ อะซีโตน และเอททานอล เพื่อประเมินการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของผีเสื้อข้าวเปลือก (S. cerealella) พบว่า สารสกัดว่านน้ำด้วยปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ อัตรา 1000 500 และ 250 ไมโครกรัม/กรัม และที่สกัดด้วยอะซีโตน อัตรา 1000 และ 500 ไมโครกรัม/กรัม สามารถยับยั้งการออกเป็นตัวเต็มวัยของผีเสื้อได้อย่างสมบูรณ์ Shukla *et al.* (2009) รายงานว่า สารสกัดจากว่านน้ำคลุกเมล็ดอัตรา 0.3-0.4 มิลลิกรัม /กรัม ทำให้การวางไข่และการเกิดลูกรุ่นที่ 1 (F1) ของด้วงถั่วเหลือง (*Callosobruchus chinensis*) ในถั่วลูกไก่ (chick pea) ลดลง และหลังจากคลุกเมล็ดไปแล้ว 6 เดือนเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดยังคงเป็น 100% เมื่อเทียบกับวิธีการควบคุม Anwar (2009) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันจากว่านน้ำ เมล็ดสะเดา เมล็ดละหุ่ง ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บของข้าวสาลี โดยการพ่นลงบนถุงป่านเนื้อหยาบ ถุงป่านเนื้อละเอียด และถุงผ้าฝ้าย พบว่า พวกถุงเนื้อละเอียดที่พ่นด้วยน้ำมันสะเดา น้ำมันว่านน้ำ และน้ำมันละหุ่ง มีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงศัตรูในโรงเก็บที่ระยะเวลา 1 เดือน เท่ากับ 90 94 และ 82% ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์การตายลดลงในเดือนที่ 2 และ เดือน ที่ 3 เมื่อผสมน้ำมันทั้ง 3 ชนิดเข้าด้วยกัน พ่นถุงผ้าในอัตรา 10% มีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลง 100 95.55 และ 91.55% ที่ 30 60 และ 90 วันตามลำดับ และจากการศึกษาของ Hasan *et al.*(2006) โดยใช้น้ำมันหอมระเหยของว่านน้ำ อัตรา 30 50 และ 70 ไมโครลิตร (µL) ทดสอบด้วงคาปร้า (*Trogoderma granarium*) พบว่า ระยะเวลาในการได้รับสารมีผลมากกว่าอัตราความเข้มข้นของสาร โดยพบว่า ระยะเวลาในการได้รับสาร 3 5 และ 7 มีการตายของด้วง 11.10

22.59 และ 44.70 % ตามลำดับ ในขณะที่ที่อัตราความเข้มข้นของสาร 30 50 และ 70 ไมโครลิตร (μL) มีการตายของด้วง 22.18 24.44 และ 27.77 % ตามลำดับ และการเพิ่มประชากรของด้วงลดลงเมื่ออัตราความเข้มข้นของสารและระยะเวลาการได้รับสารเพิ่มขึ้น นอกจากนี้จากการศึกษาผลกระทบของไอของน้ำมันหอมระเหยว่านน้ำต่อไข่และตัวเต็มวัยของ ต้วงงวงข้าว ด้วงงวงข้าวสาลี มอดหัวป้อม มอดแป้งและด้วงถั่วเหลืองของ Schmidt and Risha (1990) พบว่า แมลงที่ได้รับสาร 10-50 ไมโครลิตรเป็นเวลา 96-168 ชั่วโมง ที่ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 55% ด้วงถั่วเหลืองอ่อนแอต่อสารที่สุด ตามด้วยตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวสาลี ส่วนตัวเต็มวัยของมอดแป้งและมอดหัวป้อมทนทานอย่างสมบูรณ์ต่อทุกระดับความเข้มข้นที่ทดสอบ โดยระยะเวลาที่ได้รับสารเป็นปัจจัยหลักในการควบคุม และที่อัตราความเข้มข้น 1 ไมโครลิตรสามารถควบคุมไข่ที่ถูกวางใหม่ ๆ ได้โดยต้องมีช่วงเวลาได้รับสารอย่างน้อย 72 ชั่วโมง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้าวกล้องอินทรีย์แดง
2. ข้าวกล้องอินทรีย์ขาว
3. เหง้าว่านน้ำ
4. เอทิลแอลกอฮอล์ 95%
5. เครื่อง Rotary evaporation
6. กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด
7. ขวดโหลขนาด 1,000 กรัม โถดูดความชื้น ผ้าใยสับประรด หนังยาง
8. ถุงซิปขนาด 1 กิโลกรัม กระดาษกรอง ถุงชา วัสดุดูดซับความชื้น (หินบาซอล)
9. จานอาหารเลี้ยงเชื้อ ท่อใส
10. ต้วงงวงข้าวสาร

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. การศึกษาวงจรชีวิตด้วงงวงข้าว

ทำโดยการชั่งข้าวกล้องอินทรีย์จำนวน 600 กรัม นำไปอบด้วยไมโครเวฟ เพื่อกำจัดแมลงชนิดอื่นที่อาจปนเปื้อนมากับข้าวกล้องอินทรีย์ นำไปใส่ในจานเพาะเชื้อจำนวน 6 จาน ๆ ละ 100 กรัม ปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวลงไปในจานเพาะเชื้อ จานละ 20 ตัว บันทึกวัน เดือน ปี ที่ทำการปล่อยลงไป ทิ้งไว้ 2 วัน เพื่อให้ด้วงงวงข้าววางไข่ จากนั้นนำตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวออกจาก

จานเพาะเชื้อ หลังจากนั้นทำการสุ่มเมล็ดข้าวมาทำการตรวจดูระยะการเจริญของด้วงงวงข้าว ที่อยู่ภายในเมล็ดข้าวโดยทำการศึกษาตั้งแต่ ระยะ ไข่ หนอน และดักแด้ จนกระทั่งตัวเต็มวัย และทำการถ่ายภาพบันทึกข้อมูลระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด

2. การศึกษาประสิทธิภาพและรูปแบบของการใช้สารสกัดจากว่านน้ำในการควบคุมด้วงงวงข้าวในข้าวกล้อง

ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design (Factorial in CRD) ประกอบด้วยปัจจัย 2 ปัจจัยคือ ระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากว่านน้ำ (A) มี3 ระดับคือ 0 5 และ 10% ปัจจัยที่ 2 คือ วิธีการใช้สารสกัดจากว่านน้ำ (B) มี 4 ระดับ คือ ใช้สารสกัดการคลุกเมล็ดข้าว หยดสารสกัดว่านน้ำลงบนกระดาษกรองใส่ลงถุงเมล็ดข้าว สารสกัดว่านน้ำเคลือบถุงบรรจุเมล็ดข้าว หยดสารสกัดลงหินพรุนดูดซับความชื้นใส่ถุงชาบรรจุลงถุงเมล็ดข้าว โดยมี ทรีทเมนต์คอมบิเนชั่น ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้คือ

Tr1 A1B1: สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 0% คลุกเมล็ดข้าว
Tr2 A1B2: สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 0% หยดลงกระดาษกรอง
Tr3 A1B3: สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 0% เคลือบถุง
Tr4 A1B4 : สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 0% หยดลงหินบาซอลใส่ถุงชา
Tr5 A2B1: สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 5% คลุกเมล็ดข้าว
Tr6 A2B2: สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 5% หยดลงกระดาษกรอง
Tr7 A2B3: สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 5% เคลือบถุง
Tr8 A2B4: สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 5% หยดลงหินบาซอลใส่ถุงชา
Tr9 A1B1: สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 10% คลุกเมล็ดข้าว
Tr10 A1B2: สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 10% หยดลงกระดาษกรอง
Tr11 A1B3: สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 10% เคลือบถุง
Tr12 A1B4: สารสกัดว่านน้ำมีความเข้มข้น 10% หยดลงหินบาซอลใส่ถุงชา

ทั้งนี้ในแต่ละกรรมวิธีใช้ข้าวกล้องอินทรีย์จำนวน 1000 กรัม และปล่อยด้วงงวงข้าวตัวเต็มวัยลงไปจำนวน 20 ตัว ทำการบันทึกอัตราการตายที่ 7 วันและ 30 วันหลังการทดลอง และบันทึกจำนวนตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวที่เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง 60 และ 90 วัน

ก. การเลี้ยงขยายปริมาณแมลงสำหรับการทดลอง

ทำการเลี้ยงขยายปริมาณด้วงงวงข้าว โดยทำการเก็บด้วงงวงข้าวมาจากข้าวสารที่มีการทำลายของด้วงงวงข้าว มาเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนโดยนำแมลงดังกล่าวใส่ขวดโหลเลี้ยงแมลง

ขนาด 1,000 กรัม และใส่ข้าวกล้องอินทรีย์ลงไปจำนวน ¼ ของขวด แล้วใส่ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าว จำนวนประมาณ 200 ตัว แล้วปิดปากขวดด้วยผ้าใยสับปะรต รัดด้วยหนังยาง แล้วนำไปวางไว้บนชั้นเลี้ยงแมลงที่กันมดและแมลงชนิดอื่นในห้องปฏิบัติการ เพื่อเก็บด้วงงวงข้าวสารไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

ข. การสกัดสารจากว่านน้ำ

วิธีการสกัดสารจากว่านน้ำที่ใช้สำหรับการทดลองครั้งนี้กระทำโดย ดัดแปลงเล็กน้อยจากวิธีการสกัดของ Rao and George กล่าวคือ นำเหง้าว่านน้ำสดมาล้างและผึ่งให้แห้งภายในห้องทดลองโดยไม่ให้ถูกแสงแดดจากนั้นมาตัดเป็นท่อนสั้น ๆ ท่อนละประมาณ 2 เซนติเมตร แล้วทุบด้วยไม้ ให้แตกเป็นฝอยพอประมาณแล้วจึงแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ในอัตราว่านน้ำ 100 กรัม ต่อเอทิลแอลกอฮอล์ 95% จำนวน 900 มิลลิลิตรนาน 3 วัน กรองแยกกากว่านน้ำออกด้วยผ้าขาวบางที่สะอาดทำการแช่แล้วกรองเช่นนี้ซ้ำกัน 3 ครั้ง จากนั้นนำของเหลวที่ได้ทั้งหมดไปทำการระเหยโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator ที่อัตราการหมุน 60 รอบต่อนาที มีอุณหภูมิที่ใช้ในการระเหยเริ่มต้นที่ 16.4 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมของเครื่องในฤดูหนาว) และสิ้นสุดที่ 33.7 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาพแรงดันของบรรยากาศเริ่มต้นที่ 60 hPa (0.87 lb/in2) และสิ้นสุดที่ 11 hPa (0.1595 lb/in2) หลังจากระเหยเอาเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ออกแล้วจะได้สารสกัดว่านน้ำมีลักษณะเป็นน้ำมันหอมระเหย นำสารสกัดว่านน้ำที่สกัดได้ไปดูดความชื้นออกในโถดูดความชื้นนาน 7 วัน แล้วจึงสารสกัดที่ได้ไปใช้ในการทดลองต่อไป

ค. การดำเนินการทดลอง

นำสารสกัดว่านน้ำที่ได้จากข้อ ข. มาเจือจางด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ให้ได้สารสกัดว่านน้ำ ความเข้มข้น 0 5 และ 10 % จำนวน 0.5 มิลลิลิตรไปทำการคลุกเมล็ดข้าวอินทรีย์จำนวน 1 กิโลกรัม/กรรมวิธี แล้วบรรจุลงถุงซิบพลาสติก หยดสารสกัดว่านน้ำลงบนกระดาษกรองหยดลงวัสดุดูดซับความชื้น นำไปใส่ถุงซิบพลาสติกที่มีข้าวสาร 1 กิโลกรัม/กรรมวิธี ทาเคลือบถุงซิบพลาสติก แล้วบรรจุข้าวสาร 1 กิโลกรัม/กรรมวิธี ทำการปล่อยด้วงงวงข้าวตัวเต็มวัยจำนวน 20 ตัวในทุกกรรมวิธี บันทึกจำนวนด้วง 7 14 21 28 60 และ 90 วัน หลังการทดลอง

ง. การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าของสารสกัดว่านน้ำ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธีคือ ระดับความเข้มข้นของสารสกัดว่านน้ำ 0 5 10 และ 15% โดยทำการ

นำสารสกัดว่านน้ำตามกรรมวิธีที่กำหนด จำนวน 1 มิลลิลิตร หยดลงบนกระดาษกรองในจานเพาะเชื้อ จากนั้นจึงใส่ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวลงไปจานเพาะเชื้อจานละ 20 ตัว ปิดฝาจานเพาะเลี้ยง ทำการบันทึกผลโดยสังเกตพฤติกรรมและนับจำนวนตายของด้วงงวงข้าวทุก 1 ชั่วโมง

จ. การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่ของสารสกัดว่านน้ำ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธีคือ ระดับความเข้มข้นของสารสกัดว่านน้ำ 0 5 10 และ 15% โดยนำด้วงงวงข้าวตัวเต็มวัยจำนวน 20 ตัววางไว้ปลายด้านหนึ่งในท่อใส จากนั้นนำกระดาษกรองที่ทำการหยดสารสกัดว่านน้ำตามกรรมวิธีที่กำหนดจำนวน 0.5 มิลลิลิตรไปวางไว้ในท่อใสด้านปลายด้านเดียวกับที่ปล่อยด้วง แล้วบันทึกพฤติกรรมการออกห่างจากจุดปลดปล่อยของด้วงงวงข้าวสารเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3. การศึกษานิเวศวิทยาของด้วงงวงข้าวในข้าวสาร

สำรวจแหล่งเก็บข้าวอินทรีย์ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสารที่มีการทำลายของด้วงงวงข้าวจากบ้านเรือนของเกษตรกร ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย มาทำการตรวจนับจำแนกชนิดของแมลงที่พบในข้าวสาร

ผลการวิจัย

1. การศึกษาวงจรชีวิตด้วงงวงข้าว

จากการศึกษาวงจรชีวิตของด้วงงวงข้าว โดยการเพาะเลี้ยงในข้าวกล้องอินทรีย์ พบว่า ด้วงงวงข้าวมีระยะการเจริญเติบโต 5 ระยะคือ ระยะไข่ (egg) ระยะหนอน (larva) ระยะก่อนเข้าดักแด้ (pre pupa) ระยะดักแด้ (pupa) และระยะตัวเต็มวัย (adult) การศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถมองเห็นลักษณะไข่ของด้วงงวงข้าวได้ หลังจากปล่อยให้ตัวเต็มวัยวางไข่แล้วประมาณ 3-4 วันจึงเริ่มพบตัวหนอน หนอนมีลักษณะอ้วนสั้น สีขาว ลำตัวค่อนข้างอ่อนและโค้งงอ ไม่มีขา ผิวหนังย่น หัวสีน้ำตาลอ่อนแต่ส่วนปลายสุดมีสีน้ำตาลเข้ม หนอนมีการลอกคราบ 3 ครั้ง รวมระยะการเป็นตัวหนอน 25.50±1.92 วัน โดยหนอนวัยที่ 1 (ภาพที่ 1) มีอายุ 5.45±0.5 วัน หนอนวัยที่ 2 (ภาพที่ 2) มีอายุ 5.57±0.5 วัน หนอนวัยที่ 3 (ภาพที่ 3) มีอายุ 5.84±0.37 วัน หนอนวัยที่ 4 (ภาพที่ 4) มีอายุ 8.73±1.15 วัน ในระยะก่อนเข้าดักแด้ลำตัวยืดออกเล็กน้อย (ภาพที่ 5) หยุดนิ่งไม่กินอาหาร มีระยะ

ก่อนเข้าดักแด้ 2.82±0.39 วัน แล้วจึงเข้าดักแด้ (ภาพที่ 6) ดักแด้เป็นแบบ exarate คือ อวัยวะส่วนปาก หนวด ขา ปีก ไม่ติดแน่นกับลำตัว แต่จะยื่นออกจากลำตัวเห็นได้ชัดเจน ดักแด้ในระยะแรกมีสีขาวและจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน ๆ เมื่ออายุดักแด้เพิ่มขึ้น ระยะดักแด้ใช้เวลา 6.43±0.50 วัน แล้วจึงออกเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยที่ออกจากดักแด้ใหม่ ๆ จะยังไม่เจาะออกจากเมล็ดข้าวทันที แต่จะกัดกินเมล็ดข้าวอยู่ระยะหนึ่งก่อน จนเมล็ดข้าวเหลือแต่ผิวบางจึงดันตัวออกมานอกเมล็ด ตัวเต็มวัยเมื่อออกจากดักแด้และออกจากเมล็ดข้าวใหม่ ๆ มีสีน้ำตาลอ่อน จากนั้น 2-3 วันสีจะค่อย ๆ เข้มขึ้นจนเป็นสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ (ภาพที่ 7) ตัวเต็มวัยเป็นด้วงปีกแข็ง ขนาดเล็ก ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นานเฉลี่ย 70.34±10.13 วัน ตลอดวงจรชีวิตจากไข่จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 34.75±2.17 วัน

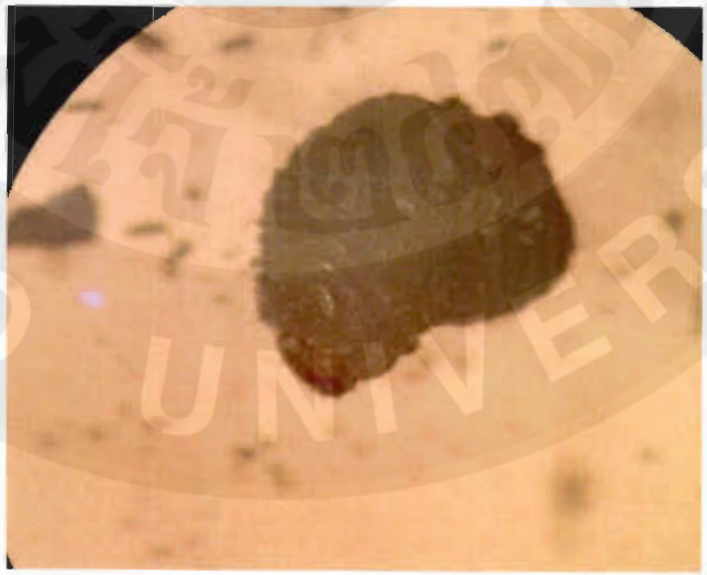
ตารางที่ 1 ช่วงเวลาในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ตลอดวงจรชีวิตของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ในข้าวกล้องอินทรีย์ ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

ระยะการเจริญเติบโต	ค่าเฉลี่ย (วัน)	สูงสุด (วัน)	ต่ำสุด (วัน)
ไข่	3.25±0.5	4	3
หนอนวัยที่ 1	5.45± 0.5	6	5
หนอนวัยที่ 1	5.57±0.5	6	5
หนอนวัยที่ 1	5.84±0.37	6	5
หนอนวัยที่ 1	8.73±1.15	10	5
ก่อนเข้าดักแด้	2.82±0.39	3	2
ดักแด้	6.43±0.5	7	6
ตัวเต็มวัย	70.34±10.13	90	58
ไข่-ตัวเต็มวัย	34.75±2.17	36	29

ภาพที่ 1 ตัวอ่อนด้วงงวงข้าววัย 1

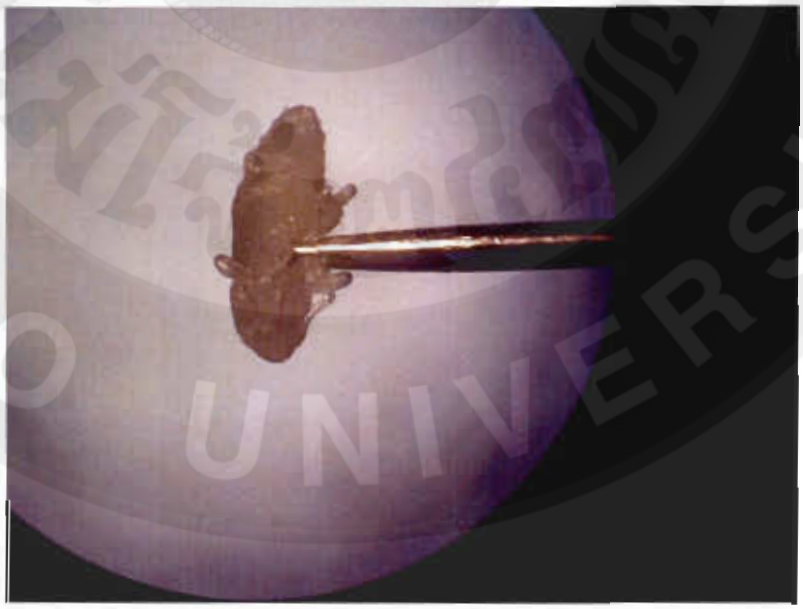
ภาพที่ 2 ตัวอ่อนด้วงงวงข้าววัย 2

ภาพที่ 3 ตัวอ่อนด้วงงวงข้าววัย 3



ภาพที่ 4 ตัวอ่อนด้วงงวงข้าววัย 4

ภาพที่ 5 ตัวอ่อนด้วงงวงข้าวเตรียมเข้าดักแด้



ภาพที่ 6 ดักแด้ของด้วงงวงข้าว

ภาพที่ 7 ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าว

2. การศึกษาประสิทธิภาพและรูปแบบของการใช้สารสกัดจากว่านน้ำในการควบคุมด้วงงวงข้าวในข้าวกล้อง

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้น 0 5 และ 10 % โดยการคลุกเมล็ดข้าว หยดสารสกัดว่านน้ำลงบนกระดาษกรองใส่ลงถุงเมล็ดข้าว สารสกัดว่านน้ำเคลือบถุงบรรจุเมล็ดข้าว หยดสารสกัดลงหินบาซอลใส่ถุงชาใส่ลงถุงบรรจุเมล็ดข้าว พบว่าหลังการทดลอง 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโดยเฉลี่ยสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดว่านน้ำสูงขึ้น กล่าวคือ ที่ระดับความเข้มข้น 10% มีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงสูงที่สุด 64.93 % รองลงมาคือ ที่ระดับความเข้มข้น 5% มีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วง 49.13% ในขณะที่ความเข้มข้น 0% มีการตายของด้วง 0.9 % ส่วนวิธีการใช้สารพบว่า การเคลือบถุงมีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโดยเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 40.60% รองลงมาคือ การคลุกเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย 31.72% และการหยดสารสกัดลงหินบาซอลใส่ถุงชาและลงกระดาษกรองมีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยต่ำที่สุด 24.20 และ 23.3% ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และพบว่า ระดับความเข้มข้นของสารมีความสัมพันธ์กับวิธีการใช้สาร โดยพบว่า ทุกระดับความเข้มข้นของสารและทุกวิธีการใช้สารมี

เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงเฉลี่ยสูงกว่าการไม่ใช้สารหรือที่ความเข้มข้น 0% และการเคลือบถุงที่ระดับความเข้มข้น 10% มีการตายของด้วงงวงข้าวสูงที่สุด 86.42% รองลงมาคือ การหยดสารสกัดลงหินบาซอลใส่ถุงชาที่ระดับความเข้มข้น 10% การเคลือบถุงด้วยสารสารเข้มข้น 5% และการคลุกเมล็ดที่ความเข้มข้น10% มีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย 66.57 66.57 และ 63.16% ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการคลุกเมล็ดที่ความเข้มข้น 5% ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย 53.17% ส่วนการหยดสารลงกระดาษกรองทั้งที่ความเข้มข้น 5 และ 10% มีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย เท่ากันคือ 46.47% และไม่แตกต่างจากวิธีการหยดสารสกัดลงหินบาซอลใส่ถุงชาที่เข้มข้น 5% ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงต่ำที่สุด 33.22% (ตารางที่ 5) ส่วนหลังจากการทดลอง 14 วัน ไม่พบการตายของด้วงเพิ่มขึ้น และหลังการทดลอง 21 และ 28 วันมีการตายสะสมของด้วงงวงข้าวสูงขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัด กล่าวคือ หลังการทดลอง 21 วัน พบการตายสะสมของด้วงที่ความเข้มข้น 5 และ 10% (59.37 และ 70.06% ตามลำดับ) สูงกว่าการไม่ใช้สาร (5.05 %) โดยในหยดสารลงกระดาษกรองมีการตายของด้วงน้อยกว่าวิธีการอื่น ๆ และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของสารกับวิธีการใช้สาร (ตารางที่ 3) ส่วนที่ 28 วันหลังการทดลอง พบว่า ที่ความเข้มข้น 5 และ 10% มีเปอร์เซ็นต์การตายสะสมของด้วงไม่แตกต่างกัน (64.61 และ 76.62% ตามลำดับ) สูงกว่าการไม่ใช้สารที่มีเปอร์เซ็นต์การตายสะสมของด้วงเท่ากับ 6.13% โดยเปอร์เซ็นต์การตายสะสมในแต่ละวิธีการ ใช้ก็ไม่แตกต่างกันและไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของสารกับวิธีการใช้สารเช่นกัน (ตารางที่ 4) และจากการนับจำนวนตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกรรมวิธีหลังการทดลอง 60 และ 90 วัน พบว่า จำนวนตัวเต็มวัยที่เพิ่มขึ้นสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารลดลง กล่าวคือ ที่ 60 วันหลังการทดลอง ที่ความเข้มข้นของสาร 0 5 และ 10% พบจำนวนตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวที่เพิ่มขึ้น 14.58 7.75 และ 6.00 ตัว ตามลำดับ โดยทุกวิธีการใช้สารมีจำนวนตัวเต็มวันเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันคือ หยดสารสกัดลงหินบาซอลใส่ถุงชา วิธีการคลุกเมล็ด การหยดสารลงกระดาษกรอง และการเคลือบถุง มีตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้น 10.67 9.11 9.11 และ 8.89 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 6) เมื่อนานขึ้นจำนวนตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวก็เพิ่มจำนวนสูงขึ้น โดยพบว่าหลังการทดลอง 90 วัน ที่ความเข้มข้น 0% พบด้วงตัวเต็มวัยสูงที่สุด 29.17 ตัว รองลงมาที่ความเข้มข้น 5% พบด้วงตัวเต็มวัย 22.08 ตัว และที่ความเข้มข้น 10 % พบด้วงดัวเต็มวัยต่ำที่สุดคือ 18.08 ตัว โดยวิธีการหยดสารสกัดลงหินบาซอลใส่ถุงชาพบด้วงตัวเต็มวัย (25.78 ตัว) สูงกว่าวิธีการคลุกเมล็ด การหยดสารลงกระดาษกรอง และการเคลือบถุง ซึ่งพบด้วงตัวเต็มวัยเท่ากัน 22.22 ตัว และพบว่า ที่ความเข้มข้นสูงขึ้นในกรรมวิธีการเคลือบถุงมีแนวโน้มที่ให้จำนวนตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้นน้อยกว่าวิธีการอื่นๆ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ในข้าวกล้องอินทรีย์เนื่องจากสารสกัดว่านน้ำที่อัตราความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่าง ๆ หลังการทดลอง 7 วัน

วิธีการใช้ / อัตราความเข้มข้น	คลุกเมล็ด	หยดลงกระดาษกรอง	เคลือบถุงพลาสติก	หยดลงหินบาซอล	ค่าเฉลี่ย
0%	2.13	0.00	2.13	0.00	**0.93 c**
5%	53.17	46.47	66.57	33.22	**49.13 b**
10%	63.32	46.47	86.60	66.57	**64.93 a**
ค่าเฉลี่ย	**31.72 b**	**23.30 c**	**40.60 a**	**24.20 c**	**27.41**
CV=11.45					

** ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ในข้าวกล้องอินทรีย์เนื่องจากสารสกัดว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่าง ๆ หลังการทดลอง 21 วัน

วิธีการใช้ / อัตราความเข้มข้น	คลุกเมล็ด	หยดลงกระดาษกรอง	เคลือบถุงพลาสติก	หยดลงหินบาซอล	ค่าเฉลี่ย
0%	12.99	2.13	2.13	5.50	**5.05 b**
5%	69.73	49.69	69.73	49.69	**59.37 a**
10%	70.06	52.88	90.01	69.73	**70.06 a**
Average	**46.06**	**28.27**	**42.30**	**34.36**	**37.69**
CV=13.64					

** ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ในข้าวกล้องอินทรีย์เนื่องจากสารสกัดว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่าง ๆ หลังการทดลอง 28 วัน

วิธีการใช้ / อัตราความเข้มข้น	คลุกเมล็ด	หยดลงกระดาษกรอง	เคลือบถุง	หยดลงหินบาซอล	ค่าเฉลี่ย
0%	12.99	3.80	2.13	7.82	**6.13 b**
5%	69.73	53.17	73.30	63.00	**64.61 a**
10%	80.00	56.00	90.01	83.09	**76.62 a**
ค่าเฉลี่ย	**48.70**	**31.38**	**43.09**	**44.02**	**41.64**
CV=13.64					

** ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายและการเพิ่มจำนวนประชากร ของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ในข้าวกล้องอินทรีย์โดยการใช้สารสกัดว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่างๆ ที่หลังการทดลองที่ระยะเวลาต่าง ๆ

กรรมวิธี	%การตายที่ระยะเวลาต่าง ๆ หลังการทดลอง			จำนวนตัวเต็มวัยที่เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง	
	7 วัน	21 วัน	28 วัน	60 วัน	90 วัน
A1B1	2.13 c	12.99	12.98	12.00 b	24.00 bc
A1B2	2.13 e	2.13	3.80	13.00 b	26.00 b
A1B3	0 e	2.13	2.13	15.67 a	31.33 a
A1B4	0 e	5.50	7.82	17.67 a	35.33 a
A2B1	53.17 bc	69.73	69.73	8.67 c	23.33 bcd
A2B2	46.47 cd	49.69	53.17	8.33 c	22.67 bcd
A2B3	66.57 b	69.73	73.30	6.33 cd	19.33 cde
A2B4	33.22 d	49.69	63.00	7.76 c	23.00 bcd
A3B1	63.16 b	70.06	80.00	6.67 cd	19.33 cde
A3B2	46.47 cd	52.88	56.00	6.00 cd	18.00 dc
A3B3	86.42 a	90.01	90.01	4.67 d	16.00 e
A3B4	66.57 b	69.73	83.09	6.67 cd	19.00 cdc
ค่าเฉลี่ย	27.41	37.69	41.64	9.44	23.11

** ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** ปัจจัย A= ระดับความเข้มข้นสารสกัดจากว่านน้ำ A1= 0 %, A2=5 %, A3=10 % ปัจจัย B=วิธีการใช้สารสกัดจากว่านน้ำ B1= การคลุกเมล็ด B2= หยดสารลงบนกระดาษกรอง B3= การเคลือบถุง B4=การหยดสารลงบนหินบาซอล

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยจำนวนประชากร ของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ที่เพิ่มขึ้นในข้าวกล้องอินทรีย์หลังการใช้สารสกัดว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่างๆ หลังการทดลอง 60 วัน

วิธีการใช้ / อัตราความเข้มข้น	การคลุกเมล็ด	หยดลงกระดาษกรอง	เคลือบถุง	หยดลงหินบาซอล	ค่าเฉลี่ย
0%	12.00	13.00	15.67	17.67	14.58 a
5%	8.67	8.33	6.33	7.76	7.75 b
10%	6.67	6.00	4.67	6.67	6.00 c
ค่าเฉลี่ย	9.11	9.11	8.89	10.67	**9.44**
CV=16.17					

** ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยจำนวนประชากร ของด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ที่เพิ่มขึ้นในข้าวกล้องอินทรีย์หลังการใช้สารสกัดว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นและวิธีการใช้ต่างๆ หลังการทดลอง 90 วัน

วิธีการใช้ / อัตราความเข้มข้น	คลุกเมล็ด	หยดลงกระดาษกรอง	เคลือบถุง	หยดลงหินบาซอล	ค่าเฉลี่ย
0%	24.00	26.00	31.33	35.33	29.17 a
5%	23.33	22.67	19.33	23.00	22.08 b
10%	19.33	18.00	16.00	19.00	18.08 c
ค่าเฉลี่ย	22.22 b	22.22 b	22.22 b	25.78 a	**23.11**
CV=13.22					

** ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าของสารสกัดว่านน้ำ

โดยทำการทดสอบกับด้วงงวงข้าวตัวเต็มวัยในสภาพที่ไม่มีข้าวกับสารสกัดว่านน้ำ 3 ระดับความเข้มข้นคือ 5 10 และ 15% เปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารสกัด (ภาพที่ 9) ผลการทดลองดังตารางที่ 8 พบว่า ทุกระดับความเข้มข้นสามารถทำให้ด้วงงวงข้าวตายได้เกือบ 100 % ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นและเวลานานขึ้นมีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงสูงขึ้น กล่าวคือ หลังการทดลอง 1 ชั่วโมงพบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 15 % มีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวสูงที่สุด 34.40% รองลงมาที่ระดับความเข้มข้น 10% มีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว 23.21% ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 5% และการไม่ใช้สารไม่พบการตายของด้วงงวงข้าว หลังการทดลอง 3 ชั่วโมง พบเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวแตกต่างกันทุกระดับความเข้มข้นของสาร คือ ระดับความเข้มข้น 15% มีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวสูงที่สุด 72.10% รองลงมาที่ระดับความเข้มข้น 10% มีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว 24.20% ตามด้วยที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 0 % มีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว 6.24 และ 0% ตามลำดับ หลังจากนั้นที่ 5 ชั่วโมงหลังการทดลองพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัด 15% พบการตายของด้วงงวง 100% ส่วนที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัด 0 5 และ 10% พบว่า มีการตายของด้วงแตกต่างกันทุกระดับ (0 40.86 และ 78.57%ตามลำดับ) ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 5% พบว่า ด้วงงวงมีเปอร์เซ็นต์การตาย 100% หลังการทดลอง 7 และ 9 ชั่วโมง ตามลำดับ และในชั่วโมงที่ 10 หลังการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 5% พบว่าด้วงงวงตาย 100% (ภาพที่ 8)

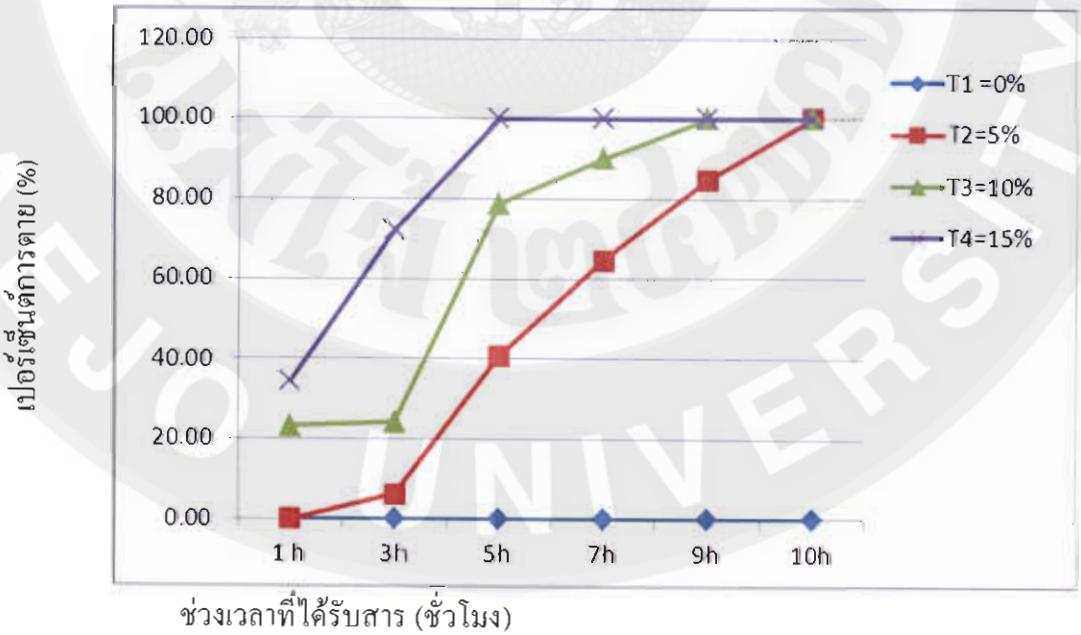
การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่ของสารสกัดว่านน้ำ

โดยนำด้วงงวงข้าวตัวเต็มวัยปล่อยไว้ในท่อใสที่มีสารสกัดว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นสามารถไล่ด้วงงวงข้าวได้เร็วขึ้นและไกลขึ้น กล่าวคือ 1 ชั่วโมงหลังการทดลองที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดว่านน้ำ 15% ด้วงงวงอยู่ไกลเฉลี่ยจากจุดเริ่มต้นมากที่สุดคือ 18.57 ซม.รองลงมาที่ระดับความเข้มข้น 10% ด้วงงวงอยู่ไกลเฉลี่ยจากจุดเริ่มต้น 5.80 ซม. ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 5% ด้วงงวงอยู่ไกลจากจุดเริ่มต้น (1.79 ซม.) ไม่แตกต่างจากวิธีการควบคุม (1.97 ซม.) และหลังการทดลอง 2 ชั่งโมง พบที่ที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดว่านน้ำ 15% ด้วงส่วนใหญ่อยู่สุดปลายท่ออีกด้านหนึ่งคืออยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นสูงที่สุดเฉลี่ย 26.85 ซม. รองลงมาคือ ที่ระดับความเข้มข้น 10 % ด้วงงวงอยู่ไกลจากจุดเริ่มต้น 14.53 ซม. ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 5% ด้วงงวงอยู่ไกลจากจุดเริ่มต้นน้อยที่สุด (5.93 ซม.) แต่ก็ยังไกลกว่าวิธีการควบคุมที่พบด้วงงวงอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นเฉลี่ยเพียง 1.77 ซม. (ดารางที่ 8 และภาพที่ 10)

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพของสารสกัดว่านน้ำในการเป็นสารฆ่าและสารไล่แมลงต่อด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*)

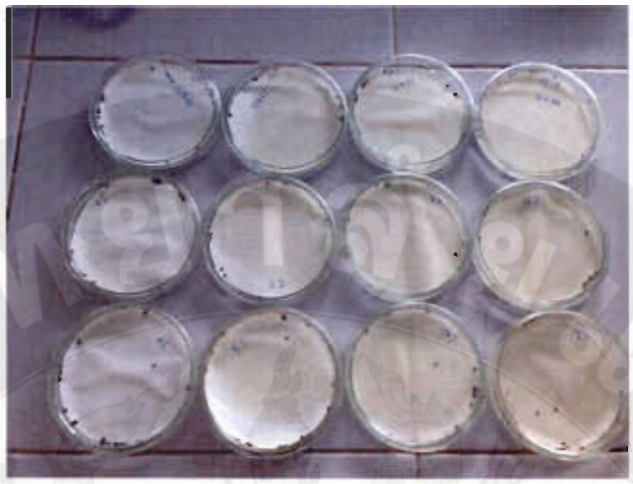
อัตราความเข้มข้น	% การตายของด้วงงวงข้าวหลังการได้รับสารที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ชั่วโมง)					ระยะทางที่ด้วงงวงข้าวหนีห่างจากจุดเริ่มต้น (ซม.)	
	1	3	5	7	9	1 h	2 h
0%	0.00 c	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 b	1.97 c	1.77 d
5%	0.00 c	6.24 c	40.86 c	64.61 b	84.75 b	1.79 c	5.93 c
10%	23.21 b	24.20 b	78.57 b	90.01 a	100.00a	5.80 b	14.53 b
15%	34.40 a	72.10 a	100.00a	100.00a	100.00a	18.57 a	26.85 a
ค่าเฉลี่ย	9.37	17.66	36.33	50.55	56.61	7.03	12.27
F-test	**	**	**	**	**	**	**
%CV=	17.74	22.16	13.11	4.79	2.55	33.13	15.52

** ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

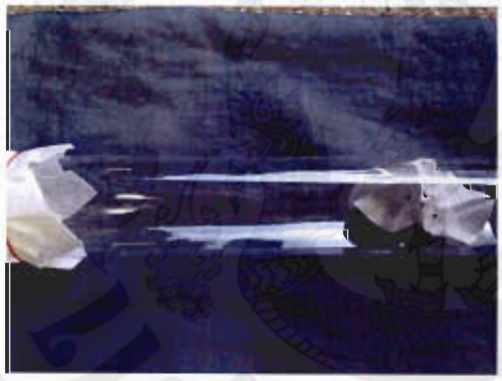


ภาพที่ 8 ผลของสารสกัดว่านน้ำต่อเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวที่ระยะเวลาต่างๆ

** ความเข้มข้นของสารสกัดว่านน้ำที่ T1=0% T2=5% T3=10% T4=15%



ภาพที่ 9 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าของสารสกัดว่านน้ำในระดับความเข้มข้นที่ต่าง ๆ



1

2

3

1 = ความเข้มข้น 0 %

2 = ความเข้มข้น 10 %

3 = ความเข้มข้น 15 %

ภาพที่ 10 การหนีห่างจากจุดเริ่มต้น (ด้านขวามือ) ของด้วงงวงข้าวที่ได้รับสารไล่ของสารสกัดว่านน้ำในระดับความเข้มข้นที่ต่าง ๆ ที่เวลา 2 ชั่วโมงหลังการได้รับสาร

จากการสำรวจแหล่งเก็บข้าวอินทรีย์ได้แก่ สหกรณ์การเกษตรพัฒนาจำกัด อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ โรงสีข้าวมูลนิธิโครงการหลวง กลุ่มเกษตรอินทรีย์ ตำบลป่าไผ่ ซึ่งเป็นแหล่งเก็บข้าวเปลือกทั้งที่เป็นข้าวอินทรีย์และข้าวที่ผลิตในระบบเกษตรเคมี สำหรับในข้าวเปลือกไม่พบการทำลายของด้วงงวงข้าว ส่วนการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสารที่มีการทำลายของด้วงงวงข้าวจากบ้านเรือนของเกษตรกร ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย โดยทำการเก็บตัวอย่างข้าวสารเฉพาะที่มีการถูกทำลายค่อนข้าวสูง มาทำการตรวจนับจำแนกชนิดของแมลงที่พบในข้าวสาร พบว่า จากตัวอย่างที่เก็บมาทั้งหมด จำนวน 30 ตัวอย่างพบด้วงงวงทำลาย เฉลี่ย 55.27 ตัว/ ข้าวสาร 1 กิโลกรัม มอดแป้งเฉลี่ย 8.63 ตัว/ ข้าวสาร 1 กิโลกรัม ไม่พบศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูในโรงเก็บ

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัย

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาวงจรชีวิตของด้วงงวงข้าวในข้าวกล้องอินทรีย์ นั้นไม่สามารถมองเห็นไข่ของด้วงงวง แต่พอจะคาดคะเนระยะไข่ได้โดยการนับวันที่เริ่มปล่อยตัวเต็มวัยจนถึงวันที่เริ่มพบหนอนวัยที่ 1 เป็นระยะไข่ และในการทดลองนี้พบว่าระยะไข่อยู่ที่ประมาณ 3-4 วัน ระยะหนอนเฉลี่ย 25.5±1.92 วัน ระยะก่อนเข้าดักแด้ 2.82±0.39 วัน ระยะดักแด้ 6.43±0.50 วัน แล้วจึงออกเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยอยู่ได้นานเฉลี่ย 70.34±10.13 วัน ซึ่ง Koehler (1994) ก็ได้รายงานไว้ว่าตลอดวงจรชีวิตของด้วงงวงข้าวใช้เวลา 26-32 วัน ในช่วงฤดูร้อนและต้องใช้เวลานานกว่านี้ในช่วงฤดูหนาว โดยไข่จะฟักภายใน 3 วัน ระยะตัวหนอนใช้เวลาเฉลี่ย 18 วัน เข้าดักแด้นาน 6 วัน ส่วน Jadhav (2006) รายงานว่า ศึกษาวงจรชีวิตด้วงงวงข้าวในเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีความชื้น 10.7% ภายในห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิ 11.7 -39.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 51-86% ตลอดวงจรชีวิตของด้วงงวงข้าวใช้เวลา 40.2±4.69 วัน ระยะตัวหนอนใช้เวลา 21 - 30 วัน เฉลี่ย 25.8 ± 3.70 วัน ระยะดักแด้นาน 7-8 วัน เฉลี่ย 7.4 ± 0.55 วัน

ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดจากว่านน้ำนั้นพบว่า สารสกัดว่านน้ำมีประสิทธิภาพทั้งการเป็นสารฆ่าแมลงและสารไล่แมลงสำหรับด้วงงวงข้าว โดยในสภาพที่ไม่มีอาหาร ที่ระดับความเข้มข้น 5% สามารถกำจัดด้วงงวงข้าวได้ 100% ภายใน 10 ชั่วโมง ขณะที่ที่ระดับความเข้มข้น 15% สามารถกำจัดด้วงงวงข้าวได้ 100% ภายใน 5 ชั่วโมง และในสภาพที่มีอาหาร พบว่า สารสกัดจากว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นที่ 10% สามารถกำจัดด้วงงวงข้าวได้เฉลี่ยสูงสุด 76.62% ที่ 28 วันหลังการทดลองโดยการใช้สารสกัดว่านน้ำ 10% เคลือบถุงพลาสติกพบการตายของด้วงสูงที่สุด 90% นอกจากนี้พบว่า ลูกที่เกิดในรุ่นต่อมาลดลงเมื่อความเข้มขนของสารสกัดสูงขึ้น ซึ่งจากการทดลองของ Anwar (2009) โดย การฉีดพ่นสารสกัดจากพืชลงบนกระสอบข้าวสาลีที่เป็นกระสอบป่านและกระสอบผ้า (กระสอบที่มีเนื้อหยาบและเนื้อละเอียดตามลำดับ) เพื่อควบคุมแมลงในโรงเก็บ (มอดหัวป้อม : *Rhizopertha domidica* ด้วงงวงข้าว : *Sitophilus oryzae* มอดแป้ง : *Tribolium casteneum*) พบว่า การใช้น้ำมันที่สกัดจากว่านน้ำ เมล็ดสะเดา และเมล็ดละหุ่งความเข้มข้น 20% พบว่าในหนึ่งเดือนแมลงมีการตายได้ถึง 90 94 และ 82% ตามลำดับ และ Shukla *et.al.*(2009) พบว่า สารสกัดจากผงเหง้าของว่านน้ำอัตรา 5 มิลลิกรัมต่อกรัมของเมล็ดทำให้ด้วงถั่วเหลือง (*Callosobruchus chinensis*) ในถั่วลูกไก่ (chick pea) ตายได้ 100% การวางไข่และการเกิดของลูกในรุ่นต่อมาของแมลงลดลง และสามารถเก็บเมล็ดไว้ได้ถึง 6 เดือนโดยเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดไม่ลดลง ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ก็ได้มีการนำเอาข้าวสารที่ผ่านการ

คลุกเมล็ดด้วยสารสกัดว่านน้ำมาทำการหุงก็ไม่พบการเปลี่ยนแปลงรสชาดและสีสันของข้าว ดังกล่าวแต่อย่างใด

นอกจากนี้จากการสอบถามแหล่งผลิตข้าวสารอินทรีย์ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าทางโรงสีจะทำการสีข้าวตามปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าเท่านั้น โดยจะเก็บข้าวไว้ในรูปของข้าวเปลือกซึ่งการเก็บไว้ในรูปของข้าวเปลือกนั้นไม่พบการเข้าทำลายของด้วงงวงข้าว ในขณะเดียวกันในร้านค้าที่จำหน่ายข้าวกล้องอินทรีย์ เท่าที่สำรวจพบมีการบรรจุถุงพลาสติกธรรมดา คือ ไม่มีการบรรจุแบบสูญญากาศ พบมีการระบาดของด้วงงวงข้าว โดยยิ่งเก็บไว้นานวันมากขึ้นก็จะพบการทำลายที่มากขึ้นและเป็นสาเหตุให้เกิดการระบาดเข้าทำลายถุงที่เข้ามาใหม่ด้วย ดังนั้นการเก็บข้าวอินทรีย์ไว้ในรูปข้าวเปลือก แล้วมีการสีข้าวตามปริมาณความต้องการของลูกค้า จึงเป็นการจัดการที่ดี ส่วนการจัดการข้าวสารที่ร้านจัดจำหน่ายจะต้องมีการทำความสะอาดและจัดระเบียบการจัดวางที่ดี นอกจากนี้การใช้สารสกัดจากพืช เช่น สารสกัดจากว่านน้ำ เคลือบถุงก่อนบรรจุก็น่าจะลดการเข้าทำลายของด้วงงวงข้าวได้

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาวงจรชีวิตของด้วงงวงข้าวในข้าวกล้องอินทรีย์พบว่าด้วงงวงข้าวมีอายุจากระยะไข่ จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 34.75+2.17 วัน โดยด้วงงวงข้าวมีระยะการเจริญเติบโต 5 ระยะคือ ระยะไข่ (egg) ระยะหนอน (larva) ระยะก่อนเข้าดักแด้ (pre pupa) ระยะดักแด้ (pupa) และระยะตัวเต็มวัย (adult) ระยะไข่ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน หนอนมีการลอกคราบ 3 ครั้ง โดยหนอนวัยที่ 1 มีอายุ 5.45+0.5 วัน หนอนวัยที่ 2 มีอายุ 5.57+0.5 วัน หนอนวัยที่ 3 มีอายุ 5.84+0.37 วัน หนอนวัยที่ 4 มีอายุ 8.73+1.15 วัน ตัวหนอนมีลักษณะอ้วนสั้น สีขาว ลำตัวค่อนข้างอ่อนและโค้งงอ ไม่มีขา ผิวหนังย่น หัวสีน้ำตาลอ่อนแต่ส่วนปลายสุดมีสีน้ำตาลเข้ม ก่อนเข้าดักแด้หนอนจะยืดลำตัวออกเล็กน้อย หยุดนิ่งไม่กินอาหาร ระยะก่อนเข้าดักแด้ใช้เวลา 2.82+0.39 วัน ดักแด้เป็นแบบ exarate คือ ระยางค์ปาก หนวด ขา ปีก ไม่ติดแน่นกับลำตัว ระยะดักแด้ใช้เวลา 6.43+0.50 วัน แล้วจึงออกเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยมีอายุอยู่ได้นานเฉลี่ย 70.13 วัน และจากการสำรวจแหล่งเก็บข้าวเปลือกไม่พบการทำลายของด้วงงวงข้าว ส่วนการสุ่มเก็บตัวอย่างด้วงงวงข้าวจากข้าวสารที่ถูกทำลายก็ไม่พบศัตรูธรรมชาติของด้วงงวงข้าว

ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเหง้าว่านน้ำในการควบคุมด้วงงวงข้าว พบว่าสารสกัดว่านน้ำสามารถควบคุมด้วงงวงข้าวได้ โดยความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงสูงขึ้น คือ หลังการทดลอง 28 วัน ที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นสูง 10% พบการตาย

สะสมของด้วงเฉลี่ยสูงสุด 76.62% และพบว่า วิธีการเคลือบถุงพลาสติกด้วยสารสกัดว่านน้ำ 10% พบการตายสะสมของด้วงงวงข้าวสูงที่สุด 90.01% และที่ความเข้มข้นสูงขึ้นมีจำนวนตัวเต็มวัยเกิดใหม่ลดลง กล่าวคือที่ 90 วันหลังการทดลอง ที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดว่านน้ำ 0% พบจำนวนตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้นมากที่สุด 29.17 ตัว รองลงมาที่ระดับความเข้มข้น 5% พบจำนวนตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้น 22.08 ตัว ที่ระดับความเข้มข้น 10% พบจำนวนตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ 18.08 ตัว ในสภาพที่ไม่มีอาหาร สารสกัดว่านน้ำมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวได้ดี คือที่ระดับความเข้มข้น 5 10 และ 15% พบการตายของด้วงงวง 100% ภายในเวลา 10 9 และ 5 ชั่วโมงตามลำดับ และสารสกัดว่านน้ำมีประสิทธิภาพในการไล่แมลงคือในระยะเวลา 2 ชั่วโมงด้วงงวงข้าวหนีไกลจากจุดที่มีสารสกัดว่านน้ำ 5 10 และ 15% เป็นระยะทางเฉลี่ย 5.93 14.53 และ 26.85 ซม. เทียบกับที่ระดับความเข้มข้น 0% ด้วงงวงหนีห่างจากจุดเริ่มต้นเพียง 1.77 ซม.

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2556. **ข้าวอินทรีย์**. *http://dric.ricethailand.go.th/index.php/2013-04-23-09-15-51 online 20/12/13.*

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2557. **เทคโนโลยีการผลิตข้าวอินทรีย์**. *http://www.moac.go.th/ewt_news.php?nid=431&filename=index online 18/1/2557.*

กุสุมา นวลวัฒน์ พรทิพย์ วิสารทานนท์ บุษรา จันทร์แก้วมณี ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพาณิช กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม และจิราภรณ์ ทองพันธ์. 2548. **แมลงศัตรูข้าวเปลือกและการป้องกันกำจัด**. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 81 หน้า.

กนกศักดิ์ ปัญญาฤทธิ์ กัลยาณี คุ้ยขาสุข ฑิมภ์พร บุญตำเนิน และอัญชลี สุขชม. 2553. **ประสิทธิภาพของน้ำมันขมิ้นชันและน้ำมันยูคาลิปตัสในการควบคุมด้วงงวงข้าวสาร.** Research&Repository:งานวิจัย องค์ความรู้ คลังปัญญา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี *http://www.research.rmutt.ac.th/archives/377* online 15/2/57.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. 2557. **การผลิตข้าวอินทรีย์**. Available online at *http://www.brrd.in.th/rkb/organic%20rice/index.phpfile=content.php&id=4.htm* (18/1/2557).

คลังความรู้ตลาดเกษตร. 2554. **พืชสมุนไพรป้องกันกำจัดแมลง**. Available online at http://blog.taradkaset.com/% (18/7/2555).

ศุภวรรณ เดี่ยนเมธี. 2557. **ว่านน้ำสมุนไพรทางเลือก**. Available online at *www.agriman.doae.go.th/home/news3* /...1/.../000010_gpo(6.11.08).doc (15/2/57).

วิจิตร บุณยะโหตระ. 2551. **ข้าวกล้องยอดฮิต**. Available online at http://www.elib-online.com/doctors/food_rice1.html (15/11/56).

Anwar. M. 2009. **Antixenotic & Antibiotic Impact of Botanicals for Organic Management of Stored Wheat Pest Insects.** Pakistan Research Repository, Institute of Agricultural entomology University of Agriculture Faisalabad. 207 pp.

BGO. 2011. **ฐานข้อมูลพรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์.** Available online at *http://www.qsbg.org/database/botanic_book%20full%20option/search_detail.asp?botanic_id=962 (11/1/57).*

Banerjee, T. C. and Nazimuddin, S. 1985. **Weight loss of wheat and rice caused by feeding of the larvae and adults of *Sitophilus oryzae* Linn. And *Rhizopertha ominica* Fabr.** Indian Journal of Agricultural Sciences. 55(11): 703-706.

Hasan.M., M. Sagheer., E. Ullah., F. Ahmad and W.Wakil. 2006. **Insecticidal activity of different doses of Acorus calamua oil aginst *Trogoderma granarium* (EVERTS).** Pak. J. Agri. sci. 43(1-2): 55-58.

Ikari Trading (Thailand). 2008. ด้วงงวงข้าว online available at *http://www.ikaritrading.com/riceweevil.htm* (7 /12/2556).

Iqbal. J., G. Jilani and M. Aslam. 2010. **Growth inhibiting effects of plant extracts against the grain moth, *Sitotroga cerealella* (Oliv.) (Gelechiidae: Lepidoptera).** Pakistan J. Zool. 42(5): 597-601.

Jadhav.K. 2006. **Biology and Management of Rice Weevil ,*Sitophilus oryzae* L. in Pop Sorgbum.** Department of Agricultural Entomology College of Agriculture, University of Agricultural Sciences, Dharwad. 75 pp.

Koehler. P.G. 1994. **Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera:Curculionidae).** UF University of Florida, IFAS Extension. *http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IG/ IG12000.pdf.*

Kudachi,D.C. and R.A.Balikai. 2009. **Efficacy of botanicals for the management of lesser grainborer, *Rhizopterta dominica* Fab. In sorghum during storage.** Karnataka Journal of Agricultural Sciences, Vol 22 (3): 487-490.

Liu. XC, LG. Zhou , ZL. Liu and SS Du . 2013. **Identification of insecticidal constituents of the essential oil of Acorus calamus rhizomes against Liposcelis bostrychophila Badonnel.** Moleccules. 18(5):5684-96.

Paranagama, P.A., K.H.T.Abeysekera, L.Nugaliyadde and K.P.Abeywickrama.2004. **Repellency and toxicity of four essential oils to Sitophilus oryzae L. (Coleoptera:Curculionidae).** Journal of the National Science Foundation, 32(3 and 4):p.127-138.

Paneru,R.B. and G.P. Shivakoti. 2001. **Use of botanicals for the management of pulse beetle (*Callosobruchus maculatus* F.) in lentil.** Nepal Agric. Res. Vol.4&5: 27-30.

Paneru R.B., G.N.J. le Patourel and S.H. Kennedy. 1997. **Toxicity of *Acorus calamus* rhizome powder from Eastern Nepal to *Sitophilus granarius* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera, Curculionidae).** Crop Protection 16(8): 759-763.

Schmidt, G. H. and , E. M. Risha. 1990. **Vapours of *Acorus calamus* oil are suitable to protect stored products against insects. Proceedings: Integrated Pest Management in Tropical and Subtropical Cropping Systems.** pp. 977-997.

Russell IPM. 2014. **SPI Sitophilus oryzae.** Avialible online at *http://www.russellipm-storedproductsinsects.com/insects.php?insect_id=504.* (15/1/14)

Shanthi, M. and G.Logiswaran. 1996. **Efficacy of petroleum ether extracts of plant parts on the biology of Sitotroga cerealella.** Madras Agricultural Journal. January 831:53-56.

Sittisuang, Prasoot and Osamu Imura. 1987. **Damage of rough and brown rice by four stored-product insect.** Applied Entomology and Zoology .22(4): 585-593.

Shukla R., A.Kumar., C. S Prasad., Srivastava B. and N. K. Dubey. 2009. **Efficacy of *Acorus calamus* L. leaves and rhizome on mortality and reproduction of *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae).** Applied Entomology and Zoology. 44 (2): 241-247.

Thakur, A.K. and J.K. Sharma. 1996. **Assessment of storage losses in rice in Himachal Pradesh**. Pest Management and Economic Zoology 4(1-2): 97-100.

Vassanacharoen, P., W.Pattanapo., W. Lucke and S. Vearasilp. 2007. **Control *Sitophilus oryzae* (L.) by Radio Frequency Heat Treatment as Alternative Phytosanitary Processing in Milled Rice**. Tropentag 2007. Conference on International Agricultural Research for Development.Univ. of Kassel-Wilzenhausen and Univ. of Gottingen, October 9-11, 2007.

ภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่ 1 การเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วงงวงข้าวในขวดโหล

ภาพภาคผนวกที่ 2 เหง้าของว่านน้ำที่ใช้ในการสกัดสาร

ภาพภาคผนวกที่ 3 การแช่ว่านน้ำในเอทิลแอลกอฮอล์ 95%

ภาพภาคผนวกที่ 4 การสกัดว่านน้ำด้วยเครื่อง Rotary evaporator

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการสำรวจประชากรด้วงงวงข้าวตามบ้านเรือนในเขตพื้นที่ จ.เชียงใหม่ และ จ. เชียงราย

ลำดับที่	สถานที่เก็บ	แมลงที่พบ
1	107/3 หมู่ 10 ต. ป่าไผ่ อ.สันทราย จ. เชียงใหม่	ด้วงงวงข้าว 96 ตัว
2	21 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 17 ตัว มอดแป้ง 13 ตัว
3	210 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 72 ตัว มอดแป้ง 12 ตัว
4	31/2 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 20 ตัว มอดแป้ง 14 ตัว
5	125/4 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 25 ตัว มอดแป้ง 11 ตัว
6	35/2 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 162 ตัว มอดแป้ง 24 ตัว
7	312 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 20 ตัว มอดแป้ง 14 ตัว
8	311 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 72 ตัว มอดแป้ง 6 ตัว
9	23 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 31 ตัว มอดแป้ง 10 ตัว
10	42 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 23 ตัว มอดแป้ง 3 ตัว
11	37 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 12 ตัว มอดแป้ง 13 ตัว
12	56 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 37 ตัว
13	73 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 29 ตัว มอดแป้ง 9 ตัว
14	130/2 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 48 ตัว มอดแป้ง 13 ตัว
15	313 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 89 ตัว มอดแป้ง 5 ตัว
16	310 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 9 ตัว มอดแป้ง 5 ตัว

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	สถานที่เก็บ	แมลงที่พบ
17	41/2 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 85 ตัว มอดแป้ง 20 ตัว
18	31/3 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 43 ตัว มอดแป้ง 6 ตัว
19	41/3 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 109 ตัว มอดแป้ง 8 ตัว
20	140/1 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 56 ตัว มอดแป้ง 3 ตัว
21	136 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 48 ตัว มอดแป้ง 8 ตัว
22	59 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 89 ตัว มอดแป้ง 7 ตัว
23	62 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 72 ตัว มอดแป้ง 14 ตัว
24	140/2 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 76 ตัว มอดแป้ง 4 ตัว
25	47 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 46 ตัว มอดแป้ง 7 ตัว
26	34 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 80 ตัว มอดแป้ง 7 ตัว
27	29 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 52 ตัว มอดแป้ง 4 ตัว
28	12 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 70 ตัว มอดแป้ง 8 ตัว
29	18 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 40 ตัว มอดแป้ง 7 ตัว
30	52 หมู่ 3 ต.ห้วยซ้อ อ. เชียงของ จ. เชียงราย	ด้วงงวงข้าว 30 ตัว มอดแป้ง 4 ตัว

ผลการพิสูจน์คุณภาพข้าวหุงหลังการใช้สารละลายว่านน้ำ

การพิสูจน์กลิ่นและรสชาดของข้าวกล้องอินทรีย์ที่ผ่านการทดสอบด้วยสารละลายว่านน้ำโดยการคลุกเมล็ดที่ระดับความเข้มข้นที่ต่างกันคือ 0 % 5 % และ 10 %

ตารางภาคผนวกที่ 2 คุณภาพของข้าวกล้องอินทรีย์แดงหลังการใช้สารละลายว่านน้ำ

ระดับความเข้มข้น	คุณภาพกลิ่น/รสชาด
0%	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งกลิ่นและรสชาดยังคงดีเหมือนเดิม
5%	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งกลิ่นและรสชาดยังคงดีเหมือนเดิม
10%	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งกลิ่นและรสชาดยังคงดีเหมือนเดิม

ตารางภาคผนวกที่ 3 คุณภาพของข้าวกล้องอินทรีย์ขาวหลังการใช้สารละลายว่านน้ำ

ระดับความเข้มข้น	คุณภาพกลิ่น/รสชาด
0%	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งกลิ่นและรสชาดยังคงดีเหมือนเดิม
5%	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งกลิ่นและรสชาดยังคงดีเหมือนเดิม
10%	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งกลิ่นและรสชาดยังคงดีเหมือนเดิม