บทความวิจัย (Research Article)

ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการควบคุมมอดข้าวเปลือกในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์

Efficacy of plant extracts of controlling the lesser grain borer in seed storage

ปานรดา ศิลาวงศ์[1] พีระยศ แข็งขัน[2] ฤชุอร วรรณะ[2] และ ปริญดา แข็งขัน[3*]

Panrada Silawong[1], Phirayot Khaengkhan[2], Ruchuon Wanna[2] and Parinda Khaengkhan[3*]

[1]ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวร้อยเอ็ด อ.ธวัชบุรี จ.ร้อยเอ็ด

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

[3]สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*

[1]Roi Et Rice Seed Center, Thawatchaburi District, Roi Et Province

[2]Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University

[3]Division of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, Kalasin University*

*corresponding author e-mail: dasriwises@hotmail.com

วันที่รับบทความ (Received)	วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)	วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)
11 มีนาคม 2568	24 มีนาคม 2568	25 มีนาคม 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดพืช ได้แก่ เมล็ดสะเดา ดอกดาวเรือง และเหง้าว่านน้ำ ต่อการควบคุมมอดข้าวเปลือก (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)) ในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ รวมถึงผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว วางแผนการทดลองแบบ factorial experiments in CRD จำนวน 4 ซ้ำ นำสารสกัดพืชไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) การวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าสารประกอบหลักของสารสกัดเมล็ดสะเดา คือ trans-13-octadecenoic acid (31.89%) สารสกัดดอกดาวเรือง คือ α-tocopherol (11.49%) และสารสกัดเหง้าว่านน้ำ คือ asarone (39.94%) การทดสอบฤทธิ์การสัมผัสไล่แมลง พบว่าสารสกัดจากเหง้าว่านน้ำมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยที่ความเข้มข้น 40% สามารถไล่มอดข้าวเปลือกได้ 93.92% ภายในเวลา 1 ชั่วโมง และยังคงประสิทธิภาพสูงสุดตลอดการทดลอง การทดสอบฤทธิ์สัมผัสฆ่าแมลงพบว่า สารสกัดเมล็ดสะเดาและเหง้าว่านน้ำความเข้มข้น 40% มีผลทำให้อัตราการตายของมอดข้าวเปลือกสูงสุด 100% ภายในเวลา 1 ชั่วโมง การศึกษาการป้องกันการเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ข้าวของมอดข้าวเปลือกในที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ พบว่ากระสอบพลาสติกสานชุบสารสกัดเหง้าว่านน้ำสามารถป้องกันมอดข้าวเปลือกได้สูงสุด 93% ในวันแรกของการทดลอง และยังคงมีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องตลอด 2 สัปดาห์ การศึกษาผลกระทบของสารสกัดเหง้าว่านน้ำต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวพบว่า กระสอบพลาสติกสานและกระสอบป่านที่ชุบสารสกัดเหง้าว่านน้ำ ไม่มีผลกระทบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยมีความงอกสูงสุด 96.25% ในสัปดาห์ที่ 4 ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าว่านน้ำเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้เป็นสารควบคุมแมลงศัตรูพืชทางชีวภาพ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวได้

คำสำคัญ: สะเดา, ดาวเรือง, ว่านน้ำ, แมลงศัตรูในโรงเก็บ, คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

Abstract

This research aimed to study the efficacy of plant extracts, including neem seeds, marigold flowers, and sweet flag rhizomes, in controlling the lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)) in seed storage, as well as their effects on rice seed quality. Experimental design followed factorial in CRD with four replications. Plant extracts were analyzed for their chemical composition using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Chemical analysis revealed that the main compound in neem seed extract was *trans*-13-octadecenoic acid (31.89%), in marigold flower extract was **α**-tocopherol (11.49%), and in sweet flag rhizome extract was asarone (39.94%). Repellent contact test showed that sweet flag extract had the highest efficacy, repelling 93.92% of lesser grain borers within an hour at 40% concentration, and maintaining its effectiveness throughout the experiment. Insecticidal contact test found that neem and sweet flag extracts at 40% concentration resulted in 100% mortality of lesser grain borers within an hour. The study on preventing infestation in stored rice seeds revealed that woven plastic sacks treated with sweet flag extract provided the highest protection, preventing 93% on the first day of the experiment and maintaining effectiveness for two weeks. The study on the effects of sweet flag extract on rice seed germination showed that woven plastic and gunny sacks treated with the extract had no negative impact on seed germination, with the highest germination rate reaching 96.25% in the fourth week. The research findings indicated that sweet flag has high potential as a natural insect control agent and could be applied for rice seed storage.

Keywords: Neem, Marigold, Sweet flag, Stored insect pest, Rice seed quality

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย ในการส่งออกข้าวจะต้องมีการเก็บรักษาข้าวไว้ในโกดังหรือยุ้งฉางเป็นระยะเวลาหนึ่งเพื่อรอการขาย เพื่อทำเป็นเมล็ดพันธุ์หรือเพื่อแปรสภาพเป็นข้าวสาร ทำให้มีโอกาสพบแมลงเข้าทำลาย ทำให้เกิดความเสียหายทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ทำให้สูญเสียน้ำหนัก เมล็ดพันธุ์ข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ลดลง และเมล็ดข้าวมีฝุ่นผงที่เกิดจากการทำลายของแมลง ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น คุณภาพเปลี่ยนไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้าทำลายของแมลงศัตรูข้าวเปลือกระหว่างการเก็บรักษา การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บในปัจจุบันมีการใช้สารรมฟอสฟีน เนื่องจากสามารถทำลายแมลงศัตรูได้ทุกชนิด และทุกระยะการเจริญเติบโต สารรมทุกชนิดเป็นอันตรายต่อมนุษย์แม้มีความเข้มข้นน้อย [1]

มอดข้าวเปลือก (Lesser Grain Borer: *Rhyzopertha dominica* F.) เป็นแมลงศัตรูสำคัญของข้าวเปลือก ทั้งตัวอ่อน และตัวเต็มวัย โดยตัวอ่อนจะอาศัยและกัดกินอยู่ภายในเมล็ด จนกลายเป็นตัวจึงเจาะออกมาจากเมล็ด ทำให้เมล็ดเหลือแต่เปลือก ส่วนตัวเต็มวัยจะแทะเล็มเมล็ดให้เป็นรอยหรือเป็นรู และสามารถบินได้ไกล จึงทำให้ระบาดไปยังโรงเก็บอื่น ๆ ได้ง่าย มอดข้าวเปลือกเป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญในประเทศไทยและทำความเสียหายทั้งเมล็ดพันธุ์ข้าวและเมล็ดธัญญพืชสำหรับในต่างประเทศ เช่น ประเทศอินเดีย สร้างความเสียหายต่อเมล็ดพืชได้มากถึง 40% [2] การศึกษาเข้าทำลายของแมลงศัตรูข้าวเปลือกแบบบรรจุกระสอบระหว่างการเก็บรักษา ในกองกระสอบข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งมีลักษณะการเก็บรักษา 2 ลักษณะ คือโรงเก็บปิดมิดชิดและโรงเก็บแบบผนังเปิดโล่งบางส่วน [3] พบว่า ลักษณะการเก็บรักษาในโรงเก็บปิดมิดชิดมีแมลงเข้าทำลายมากกว่าโรงเก็บแบบผนังเปิดโล่งบางส่วน แมลงที่พบเข้าทำลายส่วนใหญ่เป็นประเภทกัดกินภายในเมล็ด (internal feeder) ได้แก่ มอดหัวป้อม ด้วงงวงข้าว และผีเสื้อข้าวเปลือก นอกจากนั้นยังพบการเข้าทำลายประเภทกัดกินภายนอก (external feeder) ได้แก่ มอดสยาม และเหาหนังสือ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวอินทรีย์ในโรงเก็บอาจเกิดการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บ ศึกษาการชะลอความเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยการจัดการแมลงศัตรูในโรงเก็บ พบว่า

จากการสุ่มสำรวจชนิดและปริมาณแมลงศัตรูในโรงเก็บที่พบจำนวน 10 ครั้ง ครั้งละ 4 ซ้ำ พบมอดข้าวเปลือกในปริมาณเฉลี่ยที่มากกว่าแมลงศัตรูในโรงเก็บชนิดอื่น [4] มีการศึกษาวิจัยการนำพืชหลายชนิดทั้งในรูปแบบที่เป็นน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดจาก เช่น ตะไคร้หอม กระเพรา ข่า พริก มะกรูด ขมิ้นชัน เมล็ดน้อยหน่า และเมล็ดสะเดา มาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี [5]

สะเดา (Azadirachta sp.) เป็นไม้ยืนต้น ขนาดกลางถึงใหญ่ พบได้ในประเทศที่มีอากาศ ร้อนทั่วไป ในเมล็ดสะเดาพบ สาร 3 ชนิด คือ อะซาดิแรคติน (Azadirachtin) ซาแลนนิน (Salannin) และนิมบิน (Nimbin) ซึ่งมี ฤทธิ์ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช โดยสารกลุ่มดังกล่าวมีประสิทธิภาพ ในการยับยั้งการลอกคราบของแมลง การกิน และ การเจริญเติบโตของไข่ หนอน และดักแด้ นอกจากนั้นสารชนิดนี้ยังมีผลต่อแมลงโดยเป็น สารไล่แมลงและเป็นสารที่ทำให้แมลงไม่ชอบวางไข่ [6] ดาวเรือง (marigold) อยู่ในวงศ์ Asteraceae สารสกัดจากดาวเรืองมีผลต่อการไล่ การรม การฆ่าและการยับยั้งการวางไข่ของแมลงศัตรูในโรงเก็บ นอกจากนี้สารสกัดจากดาวเรืองมีฤทธิ์ไล่ไรแดงและเพลี้ยอ่อน โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การไล่ เท่ากับ 55% [7] เหง้าว่านน้ำ มีสารสำคัญ ได้แก่ beta-asarone ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นสารฆ่าแมลงโดยเป็นพิษต่อระบบประสาทของแมลง ยับยั้งการเจริญเติบโต และการกินอาหารของแมลง ยับยั้งการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ และการออกจากไข่ของตัวอ่อน ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา และแบคทีเรีย ใช้กับแมลงวันแตง แมลงวันผลไม้ ด้วงหมัดผัก หนอนกระทู้ผัก และแมลงศัตรูในโรงเก็บ [8] การศึกษาของ Liu et al. [9] บ่งชี้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าว่านน้ำและสารประกอบที่เป็นองค์ประกอบได้แก่ Methyleugenol, (*E*)-Methylisoeugenol และ **α**-Asarone มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นสารรมควัน/ยาฆ่าแมลงจากธรรมชาติเพื่อควบคุมเหาหนังสือได้

การใช้สารสกัดพืชในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ เช่น สารสกัดเมล็ดสะเดา ดอกดาวเรือง และว่านน้ำ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถนำมาพัฒนาใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บของข้าวได้ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาและความสำคัญของงานวิจัยนี้ เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ และเป็นแนวทางในการวิจัยและเพื่อเพิ่มมูลค่าพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดา ดอกดาวเรือง และว่านน้ำ ต่อการควบคุมมอดข้าวเปลือกในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ รวมถึงผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แผนการทดลอง

การศึกษาฤทธิ์ทางการสัมผัสไล่และสัมผัสฆ่าของสารสกัดพืชป้องกันกำจัดมอดข้าวเปลือก วางแผนการทดลองแบบ factorial in Completely randomized design (CRD) 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ สารสกัดพืช 3 ชนิด ได้แก่ เมล็ดสะเดา(a1) ดอกดาวเรือง(a2) และเหง้าว่านน้ำ(a3) ปัจจัยที่ 2 คือ ความเข้มข้นของสารสกัดพืช 5 ระดับ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ (b1, b2, b3, b4 และ b5 ตามลำดับ) จำนน 4 ซ้ำ สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการป้องกันการเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ข้าวและการศึกษาผลของสารสกัดพืชต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบพลาสติกสานและกระสอบป่านจากมอดข้าวเปลือก วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมข้าวสำหรับเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนมอดข้าวเปลือก ใช้ข้าวกล้องขาวดอกมะลิ105 ที่ผ่านการทำความสะอาดโดยนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิประมาณ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วนำมาปรับอุณหภูมิในสภาพอุณหภูมิห้องจนกระทั่งนำมาใช้ ข้าวมีความชื้นระหว่าง 12.5-13.0 เปอร์เซ็นต์ [10]

2.2 การเตรียมมอดข้าวเปลือก รวบรวมตัวเต็มวัยมอดข้าวเปลือกจากห้องปฏิบัติการ กลุ่มควบคุมคุณภาพและโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด เพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนโดยนำข้าวกล้องใส่ลงในกล่องพลาสติกขนาด 16x22x8 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) ปริมาณ 500 กรัม ปล่อยมอดข้าวเปลือกตัวเต็มวัยคละเพศ จำนวน 50 ตัว ลงในกล่องและปิดฝากล่องที่มีการเจาะรูขนาด 5X5 เซนติเมตร บุด้วยผ้าขาวบางเพื่อระบายอากาศ จัดวางไว้บนชั้นเลี้ยงแมลงในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 7-10 วัน นำตัวเต็มวัยแมลงออกและปิดกล่องพลาสติกไว้เช่นเดิม รอจนมอดข้าวเปลือกออกเป็นตัวเต็มวัยรุ่นถัดไป นำมอดข้าวเปลือกตัวเต็มอายุ 14 วัน ใช้ในการศึกษาวิจัยต่อไป

2.3 การเตรียมตัวอย่างแห้ง นำเมล็ดสะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss. var. *siamensis* Valeton) ดอกดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) และเหง้าว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) มาล้างทำความสะอาด อบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45-55 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้ง จากนั้นนำพืชมาบดหยาบด้วยเครื่องบด เก็บตัวอย่างในถุงพลาสติก เพื่อทำการสกัดในขั้นตอนต่อไป

2.4 การเตรียมสารสกัดจากแอลกอฮอล์ นำตัวอย่างแห้งของพืชแต่ละชนิด ปริมาณ 100 กรัม มาสกัดด้วยเอทานอล 95% ปริมาณ 300 มิลลิลิตร แช่หมักไว้เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำมากวนด้วยเครื่องกวน 1 ชั่วโมง กรองเก็บของเหลว นำกากหลังกรองมาสกัดซ้ำด้วยเอทานอลกวนด้วยเครื่องกวน 4 ชั่วโมง กรองเก็บของเหลวที่ได้รวมกับครั้งแรก แล้วนำของเหลวทั้งหมดไประเหยด้วยเครื่องระเหยสารแบบลดความดัน (rotary evaporator) ได้สารสกัดพืชเพื่อทดสอบ [11]

2.5 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดพืช นำสารสกัดพืชที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยใช้เครื่องวิเคราะห์สารด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปคโทรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) Headspace ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น CLARUS SQ 8 GC/MS โดยใช้คอลัมน์ Elite-5 MS ขนาดความยาว 30.0 เมตร x 250 ไมโครเมตร ความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร ใช้แก๊สฮีเลียม (He) เป็นแก๊สนำพา ด้วยอัตรา 3.0 มิลลิลิตร/นาที ปริมาณตัวอย่างที่ฉีด 1 ไมโครลิตร ฉีดสารสกัดตัวอย่างเป็นแบบ spilt injection mode อัตราส่วน Split=10:1 และใช้โปรแกรมควบคุมอุณหภูมิ ดังนี้ ตั้งอุณหภูมิคอลัมน์เริ่มต้น 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที โดยเพิ่มอุณหภูมิเป็น 240 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และคงไว้ 10 นาที จากนั้นเพิ่มเป็น 280 องศาเซลเซียส ในอัตรา 30 องศาเซลเซียสต่อนาที และคงไว้ 10 นาที ส่วนของแมสสเปกโทรมิเตอร์ อุณหภูมิระหว่างเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟกับแมสสเปกโทรมิเตอร์ (Interface) 280 องศาเซลเซียส ในส่วนของแมสสเปกโทรมิเตอร์ตั้งอุณหภูมิแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอน (Ion source) 250 องศาเซลเซียส พลังงานของอิเล็กตรอน (electron impact) ชนกับโมเลกุลของสารเท่ากับ 70 อิเล็กตรอนโวลต์ (eV) อุณหภูมิส่วนคัดแยกไอออน (Guadrupole) 250 องศาเซลเซียส ช่วงขนาดโมเลกุลขณะวิเคราะห์ สแกนจาก 30 ถึง 500 มวล/ประจุ (m/z) ใน 0.5 วินาที บันทึกผลเป็นโครมาโทรแกรม และประเมินผลเปรียบเทียบค่า Mass spectrum ขององค์ประกอบทางเคมีในสารสกัด เมล็ดสะเดา ดอกดาวเรือง และเหง้าว่านน้ำ แต่ละพีค (peak) ที่ได้กับค่า Mass spectrum ของค่ามาตรฐานที่มีการบันทึกไว้ใน library ใน ฐานข้อมูลของ NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library 2024

2.6 การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดพืช

1) ฤทธิ์ทางการสัมผัสไล่ของสารสกัดพืชป้องกันกำจัดมอดข้าวเปลือก

การทดสอบฤทธิ์ทางการสัมผัสไล่มอดข้าวเปลือกดัดแปลงการทดลองบางส่วนตามวิธีการของ Taban et al. [12] ทำการเจือจางสารสกัดพืชด้วยเอทานอลให้ได้ระดับความเข้มข้น 0 (กระดาษกรองเปล่า), 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตัดแบ่งครึ่งกระดาษกรอง (Whatman No.1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ออกเป็นสองส่วน ทำการหยดสารสกัดพืชปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงบนครึ่งหนึ่งของกระดาษกรอง และกระดาษกรองอีกครึ่งหนึ่งหยดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ปล่อยให้แห้ง นำครึ่งของกระดาษกรองทั้งสองส่วนมาประกบกันและวางลงในจานเพาะเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร นำมอดข้าวเปลือกแช่ในตู้เย็นเป็นเวลา 1 นาที เพื่อลดการเคลื่อนไหว ปล่อยมอด

ข้าวเปลือกตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว ลงตรงกลางจานเพาะเชื้อ เก็บรักษาไว้ในห้องปฏิบัติการ บันทึกจำนวนมอดข้าวเปลือกที่พบอยู่บนกระดาษกรองแต่ละฝั่งหลังจากทดสอบที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ชั่วโมง

2) ฤทธิ์ทางการสัมผัสฆ่าของสารสกัดพืชป้องกันกำจัดมอดข้าวเปลือก

การทดสอบฤทธิ์ทางการสัมผัสฆ่ามอดข้าวเปลือกดัดแปลงการทดลองบางส่วนตามวิธีการของ Taban et al. [12] ทำการเจือจางสารสกัดพืชด้วยเอทานอลให้ได้ระดับความเข้มข้น 0 (เอทานอล 95%), 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ หยดสารสกัดพืชปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ลงบนกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ปล่อยให้แห้ง นำมอดข้าวเปลือกแช่ในตู้เย็นเป็นเวลา 1 นาที เพื่อลดการเคลื่อนไหว ปล่อยมอดข้าวเปลือกตัวเต็มวัยจำนวน 20 ตัว ลงตรงกลางจานเพาะเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร เก็บรักษาไว้ในห้องปฏิบัติการ บันทึกจำนวนการตายของมอดข้าวเปลือกหลังจากทดสอบที่ 1, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

3) ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการป้องกันการเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบพลาสติกสานและกระสอบป่านจากมอดข้าวเปลือก

นำผลการทดสอบฤทธิ์ทางการสัมผัสไล่และสัมผัสฆ่าของสารสกัดพืชป้องกันกำจัดมอดข้าวเปลือกที่ให้ประสิทธิภาพมากที่สุด มาใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการป้องกันการเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบพลาสติกสานและกระสอบป่านจากมอดข้าวเปลือก ได้แก่ การใช้สารสกัดเหง้าว่านน้ำที่ความเข้มข้น 40% ดำเนินการทดสอบตามแผนการทดลอง ประกอบ 4 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 กระสอบพลาสติกสานชุบสารสกัดว่านน้ำ กรรมวิธีที่ 2 กระสอบป่านชุบสารสกัดว่านน้ำ กรรมวิธีที่ 3 กระสอบพลาสติกสานไม่ชุบสาร และกรรมวิธีที่ 4 กระสอบป่านไม่ชุบสาร ทำการชุบเคลือบกระสอบพลาสติกสานและกระสอบป่าน ขนาด 20 x 20 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว) ด้วยสารปริมาณ 25 มิลลิลิตร ตามกรรมวิธีทดสอบ นำกระสอบขึ้นมาผึ่งให้แห้งก่อนบรรจุเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ได้จากการผลิตในระบบการผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agriculture Practices (GAP) จากอำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด ปริมาณ 250 กรัม/กระสอบ นำกระสอบบรรจุเก็บในกล่องพลาสติกขนาด 29.5 x 39 x 20 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x สูง) และปล่อยมอดข้าวเปลือกตัวเต็มวัยจำนวน 50 ตัว ลงในกล่องพลาสติกปิดด้วยผ้าดิบขาวเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ [13] จากนั้นสังเกตการเข้าหาเมล็ดพันธุ์ข้าวของมอดข้าวเปลือก นับจำนวนมอดข้าวเปลือกที่ไม่สามารถทะลุกระสอบทุกวันเป็นเวลานาน 14 วัน

4) ผลของสารสกัดพืชที่ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว

ใช้สารสกัดเหง้าว่านน้ำที่ความเข้มข้น 40% ดำเนินการทดสอบตามแผนการทดลอง ประกอบ 4 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 เมล็ดพันธุ์ข้าวที่บรรจุในกระสอบพลาสติกสานชุบสารสกัดว่านน้ำ กรรมวิธีที่ 2 เมล็ดพันธุ์ข้าวที่บรรจุในกระสอบป่านชุบสารสกัดว่านน้ำ กรรมวิธีที่ 3 เมล็ดพันธุ์ข้าวที่บรรจุในกระสอบพลาสติกสานไม่ชุบสาร และกรรมวิธีที่ 4 เมล็ดพันธุ์ข้าวที่บรรจุในกระสอบป่านไม่ชุบสาร นำเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ตามกรรมวิธีทดลอง ภายหลังจากการเก็บรักษา 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ มาเพาะเพื่อทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก โดยเพาะเมล็ดบนกระดาษเพาะแบบ Between paper (BP) ชนิด Roll paper 100 เมล็ด/ซ้ำ [14] ตรวจนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ข้าวที่งอกทุกวัน ต่อเนื่องเป็นเวลา 14 วัน หลังเพาะตามกฎการทดสอบการงอกมาตรฐาน

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) คำนวณเปอร์เซ็นต์การไล่มอดข้าวเปลือก โดยใช้สูตร เปอร์เซ็นต์การไล่ (PR) % = [Nc / (Nc+Nt)] x 100 โดย Nc คือ จำนวนแมลงที่พบในฝั่งที่หยดเอทานอล และ Nt คือ จำนวนแมลงที่พบในฝั่งที่หยดสารสกัดพืช และคำนวณอัตราการตายของมอดข้าวเปลือกโดยใช้สูตร Abbott's formula โดยใช้สูตร อัตราการตาย = (A-B) x 100 / (100-B) โดย A คือ จำนวนการตายของแมลงของกลุ่มทดลอง และ B คือ จำนวนการตายของแมลงของกลุ่มควบคุม ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตามแผนการทดลอง factorial experimental in CRD โดยวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของแต่ละกรรมวิธี

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least significant different (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix 10

2) คำนวณหาร้อยละของการยับยั้งการเข้าทำลายของมอดข้าวเปลือก โดยใช้สูตร ร้อยละการยับยั้ง = (จำนวนมอดข้าวเปลือกที่ไม่สามารถทะลุกระสอบ/จำนวนมอดข้าวเปลือกที่ใช้ทดสอบทั้งหมด) x 100 และคำนวณเปอร์เซ็นต์การงอก โดยใช้สูตร เปอร์เซ็นต์การงอก = (จำนวนต้นกล้าปกติที่งอก/จำนวนเมล็ดที่เพาะ) x 100 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตามแผนการทดลอง CRD โดยวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของแต่ละกรรมวิธี เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix 10

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดพืช

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดเมล็ดสะเดาด้วย GC-MS พบสารประกอบทั้งหมด 25 ชนิด คิดเป็น 90.74% ของสารประกอบทั้งหมด และพบสาร trans-13-Octadecenoic acid (31.89%) และ n-Hexadecanoic acid (16.12%) เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ (Table 1)

Table 1 The chemical compound of neem seeds extract

No.	Compound	RT	%Area
1	n-Hexadecanoic acid	22.463	16.12
2	Hexadecanoic acid, ethyl ester	22.591	5.35
3	trans-13-Octadecenoic acid	24.142	31.89
4	(E)-9-Octadecenoic acid ethyl ester	24.229	4.83
5	Octadecanoic acid	24.357	8.92
6	Heptadecanoic acid,15-methyl-, ethyl ester	24.470	4.81
7	Hexadecanoic acid, 2-hydroxyl-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	28.881	2.23
8	9-Octadecanoic acid (Z)-, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester	33.522	8.31
9	Octadecanoic acid, 2-hydroxyl-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	34.283	1.90
10	γ-Sitosterol	44.060	0.88

RT =Retention Time

พบองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดดอกดาวเรืองทั้งหมด 29 ชนิด คิดเป็น 69.22% โดยพบสาร α-tocopherol (11.49%) เป็นองค์ประกอบหลัก (Table 2)

สำหรับสารสกัดเหง้าว่านน้ำพบองค์ประกอบทางเคมีทั้งหมด 25 ชนิด คิดเป็น 70.39% โดยพบสาร Asarone (39.94%) เป็นองค์ประกอบหลัก (Table 3)

Table 2 The chemical compound of marigold flowers extract

No.	Compound	RT	%Area
1	Phenol, 2, 6-dimethoxy	15.305	3.21
2	n-Hexadecanoic acid	22.308	3.32
3	Hexadecanoic acid, ethyl ester	22.583	3.48
4	cis-Vaccenic acid	23.977	3.39
5	9,12-Octadecadienoic acid, ethyl ester	24.139	3.35
6	Astaxanthin	29.576	3.85
7	Astaxanthin	29.807	3.60
8	18-Norcholest-17(20),24-dien-21-oic acid, 16-acetoxy-4,8,14- trimethyl-3,11-dioxo-, methyl ester	37.550	5.11
9	α-tocopherol	40.205	11.49
10	γ-Sitosterol	44.116	5.56

RT = Retention Time

Table 3 The chemical compound of sweet flag rhizomes extract

No.	Compound	RT	%Area
1	Benzene, 1,2-dimethoxy-4 -propenyl-, (Z)-	16.689	2.60
2	(2R,3R,6S)-6-Isopropyl-3-methyl-2-(prop-1-en-2-yl)-3-vinylcyclohexanone	17.502	1.54
3	Asarone	18.641	39.94
4	Phenol, 4-(1, 1-dimethylethyl)-2,6-dinitro-	20.990	1.24
5	Phorbol	37.031	2.24
6	Lupeol	38.868	1.57
7	6-Methoxy-2,7 trimethyl-2-(4,8,12-trimethyltridecyl) chroman	40.169	1.09
8	Astaxanthin	41.605	4.95
9	Uvaol	42.918	2.72
10	γ-Sitosterol	44.092	1.28

RT = Retention Time

2. ฤทธิ์ทางการสัมผัสไล่ของสารสกัดพืชป้องกันกำจัดมอดข้าวเปลือก

สารสกัดพืชทั้ง 3 ชนิด ให้ฤทธิ์การสัมผัสไล่มอดข้าวเปลือกไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ตั้งแต่ระยะเวลา 1 ถึง 8 ชั่วโมง สารสกัดเหง้าว่านน้ำสามารถไล่มอดข้าวเปลือก 61.50-66.11% สำหรับสารสกัดดอกดาวเรืองและสารสกัดเมล็ดสะเดาให้ฤทธิ์การไล่แมลง 57.50-61.50% และ 57.50-60.50% ตามลำดับ โดยสารสกัดเหง้าว่านน้ำให้ฤทธิ์การไล่แมลงสูงสุดที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง (66.11%) สำหรับความเข้มข้นของสารสกัดพืชให้ฤทธิ์การสัมผัสไล่มอดข้าวเปลือกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยความเข้มข้น 40% มีเปอร์เซ็นต์การไล่มอดข้าวเปลือกสูงกว่าสารสกัดพืชชนิดอื่นในทุกช่วงเวลาทำการทดสอบ ซึ่งที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การไล่สูงสุดเท่ากับ 74.64% อย่างไรก็ตาม ไม่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้น 30% ที่มีฤทธิ์การสัมผัสไล่มอดข้าวเปลือกระหว่าง 65.83-70.00% เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วม

ระหว่างชนิดและความเข้มข้นของสารสกัดพืช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สารสกัดเหง้าว่านน้ำความเข้มข้น 40% ให้ฤทธิ์การสัมผัสไล่สูงสุดระหว่าง 87.50-93.92% ซึ่งที่ระยะเวลา 1 ถึง 3 ชั่วโมงแรกให้เปอร์เซ็นต์การไล่สูงที่สุดเท่ากับ 93.92% และที่ระยะเวลา 4 ถึง 7 ชั่วโมง ยังคงมีมีฤทธิ์การสัมผัสไล่มอดข้าวเปลือกอย่างต่อเนื่องโดยมีเปอร์เซ็นต์การไล่สูง 90% สารสกัดพืชที่ให้ฤทธิ์การสัมผัสไล่มอดข้าวเปลือกรองลงมา คือ สารสกัดเหง้าว่านน้ำความเข้มข้น 10-30% สารสกัดเมล็ดสะเดาและสารสกัดดอกดาวเรืองความเข้มข้น 10-40% ให้เปอร์เซ็นต์การไล่ระหว่าง 55.00-75.00% และยังไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (Table 4)

Table 4 Repellent contact activity of plant extracts against the lesser grain borer in seed storage after 1 to 8 hours of exposure.

Treatment		Repellency (%)							
		1 hr.	2 hr.	3 hr.	4 hr.	5 hr.	6 hr.	7 hr.	8 hr.
Plant extract (Factor A)									
Neem	a1	58.50	60.50	60.50	59.50	57.50	58.00	58.00	60.00
Marigold	a2	58.00	61.50	59.50	60.00	57.50	58.00	58.00	59.50
Sweet flag	a3	65.28	66.11	64.28	64.00	61.50	62.00	62.00	63.00
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LSD		9.44	10.16	8.69	6.71	7.18	8.35	8.35	8.54
Concentration (%) (Factor B)									
0	b1	37.50 c[1/]	42.50 b	35.00 c	37.50 c	25.00 c	27.50 c	27.50 c	35.00 b
10	b2	60.00 b	62.22 a	62.50 b	61.66 b	62.50 b	62.50 b	62.50 b	62.50 a
20	b3	65.83 ab	65.00 a	66.66 ab	64.16 b	64.16 ab	64.16 ab	64.16 ab	65.00 a
30	b4	65.83 ab	70.00 a	68.33 ab	69.16 ab	69.16 ab	69.16 ab	69.16 ab	69.16 a
40	b5	73.80 a	73.80 a	74.64 a	73.33 a	73.33 a	73.33 a	73.33 a	72.50 a
F-test		**	**	**	**	**	**	**	**
LSD		12.18	13.11	11.22	8.67	9.26	10.79	10.79	11.02
Factor A*B									
a1	b1	37.50 c	42.50 c	35.00 c	37.50 c	25.00 c	27.50 c	27.50 c	35.00 c
a1	b2	60.00 b	65.00 bc	65.00 b	62.50 b	65.00 b	65.00 b	65.00 b	65.00 b
a1	b3	65.00 b	67.50 b	72.50 b	65.00 b	65.00 b	65.00 b	65.00 b	67.50 b
a1	b4	65.00 b	67.50 b	67.50 b	70.00 b	70.00 b	70.00 b	70.00 b	70.00 ab
a1	b5	65.00 b	60.00 bc	62.50 b	62.50 b	62.50 b	62.50 b	62.50 b	62.50 b
a2	b1	37.50 c	42.50 c	35.00 c	37.50 c	25.00 c	27.50 c	27.50 c	35.00 c
a2	b2	55.00 bc	57.50 bc	60.00 b	60.00 b	60.00 b	60.00 b	60.00 b	60.00 b
a2	b3	67.50 b	65.00 bc	65.00 b	65.00 b	65.00 b	65.00 b	65.00 b	65.00 b
a2	b4	67.50 b	75.00 ab	70.00 b	70.00 b	70.00 b	70.00 b	70.00 b	70.00 ab
a2	b5	62.50 b	67.50 b	67.50 b	67.50 b	67.50 b	67.50 b	67.50 b	67.50 b
a3	b1	37.50 c	42.50 c	35.00 c	37.50 c	25.00 c	27.50 c	27.50 c	35.00 c

Treatment		Repellency (%)							
		1 hr.	2 hr.	3 hr.	4 hr.	5 hr.	6 hr.	7 hr.	8 hr.
a3	b2	65.00 b	64.16 bc	62.50 b	62.50 b	62.50 b	62.50 b	62.50 b	62.50 b
a3	b3	65.00 b	62.50 bc	62.50 b	62.50 b	62.50 b	62.50 b	62.50 b	62.50 b
a3	b4	65.00 b	67.50 b	67.50 b	67.50 b	67.50 b	67.50 b	67.50 b	67.50 b
a3	b5	93.92 a	93.92 a	93.92 a	90.00 a	90.00 a	90.00 a	90.00 a	87.50 a
F-test		*	*	*	*	*	*	*	*
LSD		21.11	22.71	19.43	15.02	16.05	18.69	18.69	19.10
C.V. (%)		24.41	25.39	22.17	17.21	19.12	22.08	22.08	22.01

[1/]Means within the column followed by the same letter are not significantly different (LSD, P>0.05), ns represent non-significant, * Significant difference at P<0.05, ** Significant difference at P<0.01, C.V. represent coefficient of variation.

จะเห็นว่าว่านน้ำเป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ป้องกำจัดศัตรูพืช สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัทมา และคณะ, รัตนาพร และคณะ [5, 8] ได้ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของผงว่านน้ำต่อการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด โดยนำผงว่านน้ำคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว 300 กรัม พบว่าผงว่านน้ำสามารถควบคุมแมลงศัตรูโรงเก็บที่เข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดได้อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ตลอดระยะเวลา 6 เดือนที่เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้งานวิจัยของ ณฐพงศ์ [7] พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ สารรมและสัมผัสตายต่อมอดข้าวเปลือก สูงสุดที่ความเข้มข้น 50 µL/Lair ของน้ำมันหอมระเหยจากดอกดาวเรือง สามารถไล่มอดข้าวเปลือกได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง และยังส่งผลต่อการตายของมอดข้าวเปลือกทั้งวิธีการรมและการสัมผัส โดยมีค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) เท่ากับ 25 µL/Lair และ 38.45 µL/Lair หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง และ ณฐพงศ์ [7] ได้ให้เหตุผลว่าสารทุติยภูมิกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) จากดาวเรืองเข้าสู่ลำตัวแมลงได้โดยเข้าทางรูหายใจ ข้อต่อคอ ข้อขา ซึ่งมีผลต่อการหายใจระดับเซลล์ของแมลง โดยไปยับยั้งหรือขัดขวางการทำงานของโคเอนไซม์ NADH-co-enzyme ubiquinon reductase (coplex I) และกระบวนการถ่ายทอดอิเลคตรอน (electron transport system) ในไมโทคอนเดรีย ส่งผลให้แมลงขาดก๊าซออกซิเจนและตายในที่สุด

3. ฤทธิ์ทางการสัมผัสฆ่าของสารสกัดพืชป้องกันกำจัดมอดข้าวเปลือก

สารสกัดพืชทั้ง 3 ชนิด ให้ฤทธิ์การสัมผัสฆ่ามอดข้าวเปลือกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ที่ระยะเวลา 1 และ 24 ชั่วโมงแรก โดยสารสกัดเหง้าว่านน้ำและสารสกัดดอกดาวเรืองสามารถฆ่ามอดข้าวเปลือกได้สูงสุดที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยให้อัตราการตายของมอดข้าวเปลือกเท่ากับ 79.50% แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ที่ระยะเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง โดยสารสกัดพืชทั้ง 3 ชนิด ให้อัตราการตายเท่ากับ 80.50% สำหรับความเข้มข้นของสารสกัดพืชให้ฤทธิ์การสัมผัสฆ่ามอดข้าวเปลือกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยความเข้มข้น 40% มีอัตราการตายของมอดข้าวเปลือก (98.33%) สูงกว่าสารสกัดพืชชนิดอื่นที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง และให้อัตราการตายสูงสุดถึง 100% ที่ระยะเวลา 24 ถึง 72 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้น 30% ที่มีฤทธิ์การสัมผัสฆ่ามอดข้าวเปลือกระหว่าง 96.66-100% แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาการสัมผัสยาวนานขึ้น จะทำให้อัตราการตายของมอดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและความเข้มข้นของสารสกัดพืช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ที่ระยะเวลา 1 และ 24 ชั่วโมง โดยที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง สารสกัดเมล็ดสะเดาความเข้มข้น 40% และสารสกัดเหง้าว่านน้ำความเข้มข้น 30-40% ให้ฤทธิ์การสัมผัสฆ่ามอดข้าวเปลือกสูงสุดโดยมีอัตราการตายเท่ากับ 100% แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัย ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดเมล็ดสะเดา 30% สารสกัดดอกดาวเรืองความเข้มข้น 30-40% และสารสกัดเหง้าว่านน้ำความเข้มข้น 20% ซึ่งมีอัตราการตาย

ระหว่าง 95.00-98.75% ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง สารสกัดเมล็ดสะเดาความเข้มข้น 30-40% สารสกัดดอกดาวเรืองและสารสกัดเหง้าว่านน้ำความเข้มข้น 20-40% ทำให้อัตราการตายของมอดข้าวเปลือกสูงสุดถึง 100% แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดเมล็ดสะเดาและสารสกัดดอกดาวเรืองความเข้มข้น 20% ซึ่งมีอัตราการตายเท่ากับ 95.00 และ 98.75% ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ รัตนาพร และคณะ [8] อ้างจากมงคล [16] สารสกัดว่านน้ำมีฤทธิ์ทำให้ระยะตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวและด้วงถั่วเหลืองตายได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการสัมผัสโดยตรงและองค์ประกอบทางเคมีที่พบในสารสกัดจากเมล็ดสะเดา ดอกดาวเรือง และว่านน้ำ ในงานวิจัยครั้งนี้พบสาร Sitosterol ซึ่งเป็นสารไฟโตสเตอรอล (phytosterol) ที่มีรายงานว่า phytosterol มีผลต่อแมลงในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงกิจกรรมต่อต้านการกิน การทำลายเซลล์ และยับยั้งการทำงานของสเตอรอลตัวพาโปรตีน (sterol carrier proteins) นี่คือสาเหตุที่มีการศึกษามากขึ้นเกี่ยวกับกิจกรรมฆ่าแมลงของ phytosterol ต่อศัตรูพืชทางการเกษตรที่สำคัญ [17] ส่วนที่ระยะเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง อัตราการตายของมอดข้าวเปลือกในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเท่ากัน (Table 5) แสดงให้เห็นว่าฤทธิ์ของสารสกัดจะออกฤทธิ์เร็วและคงที่

Table 5 Insecticidal contact activity of plant extracts against the lesser grain borer in seed storage after 1, 24, 48, and 72 hours of exposure.

Treatment		Mortality (%) of the lesser grain borer			
		1 hr.	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.
Plant extract (Factor A)					
Neem	a1	59.50 c[1/]	66.25 b	80.50	80.50
Marigold	a2	64.75 b	79.75 a	80.50	80.50
Sweet flag	a3	78.00 a	79.50 a	80.50	80.50
F-test		**	**	ns	ns
LSD		4.96	2.99	1.32	1.32
Concentration (%) (Factor B)					
0	b1	2.50 d	2.50 c	2.50 b	2.50 b
10	b2	52.50 c	75.42 b	100.00 a	100.00 a
20	b3	87.08 b	97.92 a	100.00 a	100.00 a
30	b4	96.66 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
40	b5	98.33 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
F-test		**	**	**	**
LSD		6.40	3.87	1.70	1.70
Factor A*B					
a1	b1	2.50 g	2.50 c	2.50	2.50
a1	b2	23.75 f	35.00 b	100.00	100.00
a1	b3	76.25 d	93.75 a	100.00	100.00
a1	b4	95.00 abc	100.00 a	100.00	100.00
a1	b5	100.00 a	100.00 a	100.00	100.00
a2	b1	2.50 g	2.50 c	2.50	2.50

Treatment		Mortality (%) of the lesser grain borer			
		1 hr.	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.
a2	b2	45.00 e	96.25 a	100.00	100.00
a2	b3	86.25 cd	100.00 a	100.00	100.00
a2	b4	95.00 abc	100.00 a	100.00	100.00
a2	b5	95.00 abc	100.00 a	100.00	100.00
a3	b1	2.50 g	2.50 c	2.50	2.50
a3	b2	88.75 bc	95.00 a	100.00	100.00
a3	b3	98.75 ab	100.00 a	100.00	100.00
a3	b4	100.00 a	100.00 a	100.00	100.00
a3	b5	100.00 a	100.00 a	100.00	100.00
F-test		**	**	ns	ns
LSD		11.09	6.70	2.95	2.95
C.V. (%)		11.53	6.25	2.57	2.57

[1/]Means within the column followed by the same letter are not significantly different (LSD, P>0.05), ns represent non-significant, ** Significant difference at P<0.01, C.V. represent coefficient of variation.

4. ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการป้องกันการเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบพลาสติกสานและกระสอบป่านจากมอดข้าวเปลือก

จากผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดพืชทางการสัมผัสไล่และสัมผัสฆ่ามอดข้าวเปลือกข้างต้น พบว่าสารสกัดเหง้าว่านน้ำความเข้มข้น 40% ให้แนวโน้มของประสิทธิภาพทั้งด้านการสัมผัสไล่และสัมผัสฆ่ามอดข้าวเปลือกดีที่สุด จึงนำมาทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดเหง้าว่านน้ำต่อการป้องกันการเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบพลาสติกสานและกระสอบป่านในระยะเวลาสองสัปดาห์หลังการทดสอบ พบว่ากรรมวิธีกระสอบพลาสติกสานชุบสารสกัดเหง้าว่านน้ำ มีแนวโน้มการยับยั้งมอดข้าวเปลือกเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ข้าวสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ชุบสาร โดยการใช้กระสอบพลาสติกสานชุบสารสกัดเหง้าว่านน้ำสามารถยับยั้งการเข้าทำลายของมอดข้าวเปลือกได้สูงที่สุดถึง 93.00% ในวันที่ 1 และยังคงมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Table 6) ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่ากระสอบพลาสติกสานมีคุณสมบัติการป้องกันการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชได้ดีกว่ากระสอบป่าน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ รัตนาพร และคณะ [8] พบว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์มีผลต่อการเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ในกระสอบจากมอดข้าวเปลือก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kuyu et al. [18] รายงานว่าเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดถั่วขาว ข้าวสาลี ข้าวโพด และเมล็ดข้าวฟ่างแบบถุงกระสอบป่านทำให้เมล็ดพืชเกิดความเสียหายเนื่องจากมอดข้าวเปลือกโดยมีเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียสูงถึง 61.2% สูงกว่าการเก็บรักษาเมล็ดพืชแบบถุงกระสอบพลาสติกชนิดโพลีเอทธิลีนความหนาแน่นต่ำ (low-density Polyethylene bags) ซึ่งสามารถการป้องกันและเก็บรักษาเมล็ดพืชให้ปลอดจากแมลงศัตรูและความชื้น

Table 6 Efficacy of sweet flag extracts on preventing rice seed damage by the less grain borer in woven plastic and gunny sacks over a period of two weeks.

Treatment	Inhibition (%) of infestation from the less grain borer						
	Day 1	Day 3	Day 5	Day 7	Day 9	Day 11	Day 13
Woven plastic sack soaked with sweet flag extract	93.00 a[1/]	84.00 a	85.50 a	84.50 a	84.00 a	86.50 a	83.50 a
Gunny sacks soaked with sweet flag extract	73.00 b	76.50 ab	82.50 a	88.00 a	81.00 ab	82.50 ab	78.00 a
Woven plastic sack without treated	64.50 b	61.00 b	59.50 b	55.50 b	62.50 c	67.00 c	61.50 b
Gunny sacks without treated	68.00 b	81.50 a	74.50 a	65.50 b	66.00 bc	72.00 bc	64.00 b
F-test	**	*	**	**	*	*	**
LSD	14.95	16.07	14.26	12.65	15.14	12.59	13.29
C.V. (%)	13.01	13.77	12.26	11.19	13.39	10.62	12.03

[1/]Means within the column followed by the same letter are not significantly different (LSD, P>0.05), * Significant difference at P<0.05, ** Significant difference at P<0.01, C.V. represent coefficient of variation.

5. ผลของสารสกัดพืชต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว

จากการบรรจุเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบพลาสติกสานและกระสอบป่านชุบสารสกัดเหง้าว่านน้ำ 40% เปรียบเทียบกับกระสอบพลาสติกสานและกระสอบป่านไม่ชุบสารสกัดเหง้าว่านน้ำ พบว่าเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถึงระยะเวลาสัปดาห์ที่ 4 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวที่บรรจุในกระสอบพลาสติกสานและกระสอบป่านชุบสารสกัดเหง้าว่านน้ำ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 96.25% และ 90.50% ตามลำดับ ขณะที่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในถุงกระสอบทั้งสองชนิดในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 3 ของทุกกรรมวิธีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) (Table 7) แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในกระสอบพลาสติกสานและกระสอบป่านชุบสารสกัดเหง้าว่านน้ำไม่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับสารสกัดจากพืชที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งสามารถใช้เป็นสารป้องกันแมลงศัตรูพืชได้ โดยเฉพาะสารออกฤทธิ์ในเหง้าว่านน้ำ เช่น α-asarone และ β-asarone ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งแมลงโดยการรบกวนระบบประสาทหรือการทำงานของเอนไซม์สำคัญ [4, 5] อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาต่อในด้านระยะเวลาการคงฤทธิ์ของสารและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อยืนยันถึงความปลอดภัยในการใช้งานจริง

Table 7 Effect of sweet flag extract on the germination percentage of rice seeds at 1, 2, 3 and 4 weeks.

Treatment	Rice seed germination (%)			
	Week1	Week2	Week3	Week4
Rice seed packed in woven plastic sack soaked with sweet flag extract	95.25	95.50	91.75	96.25 a[1/]
Rice seed packed in gunny sacks	91.75	94.00	92.75	90.50 b

soaked with sweet flag extract				
Rice seed packed in woven plastic sack without treated	87.50	95.25	93.50	91.00 b
Rice seed packed in gunny sacks without treated	89.75	93.25	93.00	93.25 ab
F-test	ns	ns	ns	**
LSD	7.27	5.23	5.45	3.09
C.V. (%)	5.18	3.60	3.82	2.17

[1/]Means within the column followed by the same letter are not significantly different (LSD, P>0.05), ns represent non-significant, ** Significant difference at P<0.01, C.V. represent coefficient of variation.

สรุปผล

สารสกัดเหง้าว่านน้ำความเข้มข้น 40% มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์สัมผัสไล่มอดข้าวเปลือกสูงสุด 93.92 % ภายในเวลา 1-3 ชั่วโมง และคงประสิทธิภาพสูงกว่ากลุ่มควบคุมตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมง สารสกัดเหง้าว่านน้ำและดอกดาวเรืองความเข้มข้น 30-40% มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์สัมผัสฆ่ามอดข้าวเปลือกสูงสุด 100% ภายในเวลา 1-24 ชั่วโมง สารสกัดเหง้าว่านน้ำความเข้มข้น 40% ให้ประสิทธิภาพการป้องกันยับยั้งการเข้าทำลายของมอดข้าวเปลือกในกระสอบพลาสติกสานโดยสามารถลดการเข้าทำลายของมอดข้าวเปลือกในเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ได้ถึง 93% ในวันแรกและยังคงประสิทธิภาพสูงกว่า 80% ตลอดระยะเวลา 2 สัปดาห์ นอกจากนี้การใช้สารสกัดเหง้าว่านน้ำชุดเคลือบกระสอบพลาสติกสานไม่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดถึง 96.25% ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดเหง้าว่านน้ำสามารถใช้เป็นสารป้องกันมอดข้าวเปลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ส่งผลกระทบเชิงลบต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว สามารถเป็นทางเลือกสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในโรงเก็บได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ กลุ่มถ่ายทอดวิทยาการผลิตเมล็ดพันธุ์ดี ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวร้อยเอ็ด ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1 กุสุมา นวลวัฒน์, พรทิพย์ วิสารทานนท์, บุษรา จันทร์แก้วมณี, ใจทิพย์ อุไรชื่น, รังสิมา เก่งการพานิช, กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม, และคณะ. แมลงศัตรูข้าวเปลือกและการป้องกันกำจัด. นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด; 2548. 81.

2 Joshi R. & Tiwari SNFumigant toxicity and repellent activity of some essential oils against stored grain pest *Rhyzopertha dominica* (Fabricius). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2019; 8(4): 59-62.

3 ปาริชาติ เทียนจุมพล, พิเชษฐ์ น้อยมณี, ธนะชัย พันธ์เกษมสุข, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง, รุ่งนภา ไกลถิ่น, กุลริศา เกตุนาค. การเข้าทำลายของแมลงศัตรูข้าวเปลือกแบบบรรจุกระสอบระหว่างการเก็บรักษา. จดหมายข่าว ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [เข้าถึงเมื่อ 24 ก.ค. 2562]; 14(1) เข้าถึงได้จาก: http://www.phtnet.org/newsletter/view.asp?pid=40.

4 พรพรรณ ยานะโส, อภิชาติ ลาวัณย์ประเสริฐ, พรทิพย์ ถาวงศ์. การชะลอการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์โดยการจัดการแมลงศัตรูในโรงเก็บ. ใน: รายงานการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 31 2557, กรมการข้าว. กรุงเทพมหานคร: หน้า 364-377.

5 ปัทมา หาญนอก, ภรนาลินท์ สิงหบำรุง, เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์, วนาลี แก้วใจ. ผลการทดสอบเบื้องต้นในการใช้ผงว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) ต่อการเข้าทำลายของแมลงในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. วารสารผลิตกรรมการเกษตร. 2562; 1(1): 85-95.

6 คณิต ขอพลอยกลาง, จารุยา ขอพลอยกลาง. ผลของสารสกัดจากสภาพแห้งของเมล็ดสะเดา เมล็ดน้อยหน่า รากหนอนตายหยากและรากหางไหลต่ออัตราการตายของแมลงวัน ยุงและเห็บโค. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 2557; 6(1): 39-47.

7 ณฐพงศ์ เมธินธรังสรรค์. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากดอกดาวเรืองการควบคุมมอดข้าวเปลือก. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 2561; 36(2): 135-141.

8 รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา, อิสริยะ สืบพันธุ์ดี, ธิติยาภรณ์ ประยูรมหิศร, ปิยวดี พิศาลรัตนคุณ. วิจัยสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดจากว่านน้ำ. ใน: รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร. 2553; หน้า 1-8.

9 Liu Xin Chao, Li Gang Zhou, Zhi Long Liu, Shu Shan Du. Identification of Insecticidal Constituents of the Essential Oil of Acorus calamus Rhizomes against *Liposcelis bostrychophila* Badonnel. Molecules. 2013;18(5): 5684–5696. doi: 10.3390/molecules18055684.

10 ใจทิพย์ อุไรชื่น, พรทิพย์ วิสารทานนท์, อัจฉรา เพชรโชติ. การประเมินความสูญเสียของผลิตผลเกษตรที่เกิดจากแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร [อินเทอร์เน็ต]. 2567 [เข้าถึงเมื่อ 24 พ.ย.2567]; เข้าถึงได้จาก: http://lib.doa.go.th/multim/BB01499.pdf.

11 พรรณีกา อัตตนนท์, ธนิตา ค่ำอำนวย, ภัควรินทร์ ศานติธีรโรจน์, ศิริพร สอนทำโก, รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา ธิติยาภรณ์ อุดมศิลป์, และคณะ. การวิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช. เอกสารรายงานโครงการวิจัยกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร [อินเทอร์เน็ต]. 2558. [เข้าถึงเมื่อ 28 ม.ค.2568]; เข้าถึงได้จาก: http://www.doa.go.th/research /attachment.php?aid=2144.

12 Taban, P., Saharkhiz M.J., Hooshmandi M. Insecticidal and repellent activity of three Satureja species against adult red flour beetles, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Acta Ecologica Sinica. 2017; 37, 201-206.

13 ศุภจิต ผ่องใส. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารป้องกันด้วงงวงข้าวโพดโดยการเคลือบน้ำมันหอมระเหย (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). เทคโนโลยีการบรรจุ สาขาเทคโนโลยีการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2551.

14 ISTA. (2018). International rules for seed testing 2018. Internationl Bassersdorf, Switzerland: Seed Testing Association (ISTA).

15 Abbott, W.S. A method for computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology. 1925; 18(2), 265-267.

16 มงคล แก้วเทพ. ว่านน้ำสมุนไพรฆ่าแมลง. จุลสารข้อมูลสมุนไพร, 2547; 21(4): 8-14.

17 Gonzalez-Coloma A., M. Reina, C.E. Diaz, B.M. Fraga. Natural Product-Based Biopesticides for Insect Control. Comprehensive Natural Products II, 2010; 3: 237-268. doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.02770-0

18 Kuyu Chala G., Yetenayet B. Tola, Ali Mohammed, Aresawum Mengesh, Joseph J. Mpagalile. Evaluation of different grain storage technologies against storage insect pests over an extended storage time. Journal of Stored Products Research. 2022; 96 (March). doi.org/10.1016/j.jspr.2022.101945