

ประสิทธิภาพสารสกัดหยาบพืชสมุนไพรท้องถิ่นต่อดัวงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* L.)

Efficiency of indigenous plant extracts against rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.)

ประภาภรณ์ เพียงสุวรรณ¹ และดวงรัตน์ ธงภักดี^{1*}

Prapaporn Piangsuwan¹ and Duangrat Thongphak^{1*}

¹สาขาภูมิวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

¹Department of Entomology and Plant pathology, Faculty of Agriculture, KhonKaen University, KhonKaen, 40002

บทคัดย่อ: ดัวงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* L.) สามารถทำลายธัญพืชได้เกือบทุกชนิด เป็นแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และเป็นสาเหตุทำให้คุณภาพและปริมาณของผลิตผลในโรงเก็บลดลง วัตถุประสงค์ในครั้งนี้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการไล่ ความเป็นพิษทางสัมผัสและพิษทางรมของสารสกัดจากพืช 10 ชนิดได้แก่ ผักแขยง (*Limnophila aromatic* Merr.) ขะพลู่ (*Piper sarmentosum* Roxb.) ผักแพว (*Polygonum odoratum* Lour.) แมงลัก (*Ocimum americanum* L.) โหระพา (*Ocimum basilicum* L.) มะระขี้นก (*Momordica charantia* L.) ยี่หระ (*Ocimum gratissimum* L.) บัวบก (*Centella asiatica* (Linn.) Urban.) ผักชีลาว (*Anethum graveolens* L.) และมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) ด้วยตัวทำละลายเอทานอล ทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดหยาบกับดัวงวงข้าวระยะตัวเต็มวัยที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้แก่ 0, 25, 50, 75, และ 100% (w/v) โดยประเมินประสิทธิภาพการออกฤทธิ์เป็นสารสัมผัส สารรมและสารไล่ ผลการทดสอบพบว่าหลังการทดสอบ 24 ชั่วโมงสารสกัดหยาบมะกรูดความเข้มข้น 100% (w/v) มีประสิทธิภาพการไล่ดัวงวงข้าวสูงสุด 81.69% รองลงมาคือแมงลัก (73.56%) และโหระพา (71.75%) สำหรับสารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพความเป็นพิษทางสัมผัสมากที่สุดคือโหระพาความเข้มข้น 100% (w/v) ทำให้ดัวงวงข้าวตาย 100.00% มีค่า LC₅₀ เท่ากับ 43.65 ก./มล. หลังการทดสอบ 72 ชั่วโมง รองลงมาคือสารสกัดหยาบความเข้มข้น 100% (w/v) ของมะกรูด (80%) มีค่า LC₅₀ เท่ากับ 123.03 ก./มล. และผักแขยง (46%) มีค่า LC₅₀ เท่ากับ 151.36 ก./มล. และประสิทธิภาพการรมที่ดีที่สุดคือสารสกัดหยาบของโหระพาความเข้มข้น 100% (w/v) ที่เวลา 24, 48, และ 72 ชั่วโมง โดยพบการตายของดัวงวงข้าว 24, 86, และ 100% ตามลำดับ ในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อพัฒนาสารสกัดจากพืชให้เหมาะสมต่อการจัดการควบคุมดัวงวงข้าวในลำดับต่อไป

คำสำคัญ: ดัวงวงข้าว; การไล่; ความเป็นพิษ; การรม; สารสกัดพืชสมุนไพรท้องถิ่น

ABSTRACT: Rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) can destroy almost all grains. It is an economically important insect pest and causes decreased quality and quantity of stored product. The objective was studies on repellent, contactant, and fumigant effect of 10 plant extracts including rice paddy herb (*Limnophila aromatic* Merr.), wildbetal leafbush (*Piper sarmentosum* Roxb.), Vietnamese coriander (*Polygonum odoratum* Lour.), hoary basil (*Ocimum americanum* L.), sweet basil (*Ocimum basilicum* L.), bitter gourd (*Momordica charantia* L.), tree basil (*Ocimum gratissimum* L.), gotu kola (*Centella asiatica* (Linn.) Urban.), dill (*Anethum graveolens* L.) and kaffir lime (*Citrus hystrix* DC.). The plants were extracted with ethanol solvent, crude extracted were tested against rice grain weevil, *Sitophilus oryzae* for repellency, contact, and fumigant effect in laboratory condition at the concentrations of 0, 25, 50, 75, and 100% (w/v). The result showed that the most effective for repellency of rice weevils was kaffir lime at the 100% (w/v) concentration (81.69%) after 24 hours followed by hoary basil (73.56%) and sweet basil (71.75%). For contact toxicity, after 72 hours crude extracted of sweet basil at LC₅₀ 43.65 g/ml could killed rice weevil 100% followed by

*Corresponding author: duathg@kku.ac.th

kaffir lime (80%) LC₅₀ 123.03 g/ml and rice paddy herb (46%) LC₅₀151.36 g/ml. For the fumigant effect, at 24, 48, and 72 hours crude extracted of sweet basil at the rate of (%) pave the good mortality of rice weevil at 24, 86, and 100% respectively. This study is the basic knowledge to develop plant extracted for controlling rice weevil in stored product.

Keywords: *Sitophilus oryzae* L.; repellent; contactant; fumigant; indigenous plant extracts

บทนำ

ด้วงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* L.) เป็นแมลงศัตรูผลิตผลทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตผลทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ โดยตัวหนอนและตัวเต็มวัยจะเข้าทำลายกัดกินทั้งภายในและภายนอกของเมล็ดพืชทำให้เกิดโพรง รูพรุน และมึกลิ่นเหม็นจากการถ่ายมูลของแมลง เป็นสาเหตุทำให้ผลิตผลสูญเสียน้ำหนัก 5.47% ในระยะเวลา 6 เดือน อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อคุณค่าทางสารอาหารของผลิตผล (Togola et al., 2013) การแพร่กระจายของแมลงชนิดนี้ จะพบได้ตลอดทั้งปี เนื่องจากกินพืชอาหารได้หลากหลายชนิดเช่น ข้าว ข้าวสาลี และธัญพืชขนาดเล็กชนิดอื่นๆ (Haines, 1991) การป้องกันกำจัดส่วนใหญ่ที่นิยมนำมาใช้คือการรมสารเคมี เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งการใช้สารฆ่าแมลงมักพบปัญหามีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ Nguyen et al. (2015) รายงานว่าด้วงวงข้าวมีความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนส่งผลให้กำจัดแมลงได้ยากยิ่งขึ้น ปัจจุบันจึงมีแนวโน้มการหาวิธีป้องกันกำจัดแมลงที่คำนึงถึงความปลอดภัยและลดการใช้สารเคมี ซึ่งการใช้สารสกัดที่ได้จากพืชเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้กำจัดและควบคุมแมลงได้ สารสกัดบางชนิดเช่น พืชวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae), พืชวงศ์พริกไทย (Piperaceae), พืชวงศ์กระดังงา (Annonaceae), พืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae) และพืชวงศ์ส้ม (Rutaceae) เคยมีการศึกษาว่าสามารถป้องกันกำจัดแมลงได้ เนื่องจากมีฤทธิ์ทางชีวภาพต่อแมลง เช่น มีฤทธิ์ฆ่าไล่แมลง ยับยั้งการกินอาหาร และยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง เป็นต้น (Wang et al., 2007) จากการศึกษาทางวิจัยเกี่ยวกับสารสกัดจากตะไคร้ ที่ระดับความเข้มข้น 0.05 พีพีเอ็ม มีความเป็นพิษทำให้ด้วงวงข้าวตาย 100.00% ที่ 48 ชั่วโมง (Franz et al., 2011) มีรายงานการศึกษาสารสกัดหยาบด้วยตัวทำละลายเอทานอลจากว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) และน้อยหน่า (*Annonas quamosa* L.) ที่ความเข้มข้น 25 % (w/v) มีความเป็นพิษทางสัมผัสทำให้ด้วงวงข้าวโอดตาย 82.50 และ 35.00% ตามลำดับ ในเวลา 24 ชั่วโมง (Wongtong and Nawanich., 2001) สารสำคัญที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงในโรงเก็บได้แก่ caryophyllene, 3-carene และ limonene เป็นสารกลุ่ม mono terpene และ sesquiterpene (Tapondjou et al., 2005) ซึ่งสารองค์ประกอบหลักทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดคือ beta-pinene 30.50% และ limonene 38.60% (Orapin et al., 2010) น้ำมันหอมระเหยผักขมมีสารสำคัญคือ terpinolene (17.24%), camphor (12.89%), beta-myrcene (9.48%), limonene (3.75%), และ alpha-pinene (2.36%) (Chowdhury et al., 2011) และสารองค์ประกอบหลักของชะพลูคือ beta-caryophyllene (18.20%), spathulenol (21.00%), myristicin (18.8%), และ (E,E)-farnesol (10.50%) (Chieng et al., 2008) มะระขี้นกมีสารสำคัญในกลุ่ม monoterpenes ได้แก่ alpha-pinene 14.00% และ beta-pinene 7.10 % และสารในกลุ่ม sesquiterpenes ได้แก่ germacrene-D 8.60 % และ (E)-caryophyllene 4.60 % (Owolabi et al., 2015) ผักแพ้วมีสารสำคัญได้แก่ dodecanal(39.54%), decanal(21.14%), bata-caryophyllene (10.10%), 1-tetradecanol(8.84%) และ euparone(7.36%) (Rungthip et al., 2006) ผักชีลาวมีสารองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ alpha-phellandrene (46.33%), limonene (13.72%), beta-phellandrene (11.01%) และ p-cymene (17.88%) (Hussein et al., 2015) สารองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยผักกาดคือสารกลุ่ม sesquiterpene ได้แก่ beta-caryophyllene (23.20%), alpha-humulene (23.10%), trans-beta-farnesene (6.30%), germacrene-D (5.40%) และ caryophyllene oxide (3.30%) (Joshi et al., 2007) และ Mondello et al. (2002) รายงานสารองค์ประกอบที่สำคัญของแมงลักคือ Geranial (37.70), Neral (27.90), Camphor (38.60), Limonene (10.60) และสารองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของยี่หระ ได้แก่ Eugenol (53.89), Cis-ocimene (23.97), Germacrene-D (10.36) (Verma et al., 2011) มีรายงานว่าองค์ประกอบสารทางเคมีจากพืช เช่น menthone, 1,8 cineol, limonene และ linalool สามารถออกฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลงได้ต่อแมลงศัตรูโรงเก็บ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Yang et al. (2012) รายงานว่าสารกลุ่ม monoterpenes เช่น eugenol, limonene, camphor, และ thymol ที่พบในโหระพามีประสิทธิภาพในการไล่แมลงได้ดี การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจต่อการนำมาใช้ควบคุมด้วงวงข้าวและ

เป็นการนำพืชในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการไล่และความเป็นพิษทางสัมผัสและทางการรมของสารสกัดจากสมุนไพรท้องถิ่น 10 ชนิด ได้แก่ ผักแขยง ชะพลู ผักแพว แมงลัก โหระพา มะระขี้นก ยี่ห่วย บัวบก ผักชีลาว และมะกรูด ซึ่งพืชเหล่านี้มีรายงานสารออกฤทธิ์ส่งผลกระทบต่อแมลง มีกลิ่นฉุนหาได้ง่ายในท้องถิ่นปลูกง่ายขยายพันธุ์ได้ดีและราคาถูก มีผลต่อการควบคุมด้วงวงข้าวเพื่อทดแทนหรือลดปริมาณการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และเป็นแนวทางในการนำข้อมูลมาพัฒนาสารสกัดจากพืชให้เหมาะสมต่อการจัดการควบคุมด้วงวงข้าว

วิธีการศึกษา

การเตรียมแมลงเพื่อทดสอบ

รวบรวมด้วงวงจากข้าวสารเก่าตามบ้านเรือนแล้วนำมาตรวจสอบชนิดจากการดูลักษณะสัณฐานภายนอกและอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศผู้และเพศเมียจำนวน 20 ตัว หลังจากนั้นนำมาแยกเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการทางสัณฐานวิทยาและการจำแนกแมลงสาขากีฏวิทยาและโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 27.00 ± 1.00 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $46.80 \pm 7.05\%$ โดยนำข้าวสารพันธุ์หอมมะลิ 105 ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง เพื่อกำจัดไข่หรือแมลงชนิดอื่นๆ ที่ปนมากับข้าวสาร จากนั้นนำข้าวสารใส่กล่องพลาสติกขนาด $11 \times 10 \times 5$ ซม. โดยผาด้านบนติดตาข่ายเป็นรูเพื่อระบายอากาศ ใส่ข้าวสาร 500 ก. ปลอด้วงวงข้าวตัวเต็มวัย 50 คู่ ลงในกล่องนาน 7 วันและนำออกจากกล่อง หลังจากนั้นประมาณ 40 วัน จะได้แมลงรุ่น F1 แล้วนำมาเลี้ยงในกล่องใหม่ตั้งชั้นตอนที่กล่าวข้างต้น เพื่อให้ได้แมลงในรุ่น F2 มาทดสอบในลำดับต่อไป

การเตรียมสารสกัดหยาบด้วยตัวทำละลายจากพืชสมุนไพร

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำการศึกษาดังกล่าวโดยวิธีการสกัดหยาบ (crude extracted) ด้วยตัวทำละลายดัดแปลงจากวิธีการของนันท์นภัส (2560) โดยนำพืชสมุนไพรท้องถิ่นจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ ผักแขยง(ใบและลำต้น) ชะพลู(ใบ) ผักแพว(ใบและลำต้น) แมงลัก(ใบและลำต้น) โหระพา(ใบและลำต้น) มะระขี้นก(ใบและลำต้น) ยี่ห่วย(ใบ) บัวบก(ใบและลำต้น) ผักชีลาว(ใบและลำต้น) และมะกรูด(ใบ) มาล้างทำความสะอาด จากนั้นตากให้แห้งในร่มที่สามารถระบายอากาศและลมผ่านได้สะดวก หลังจากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องปั่นให้พืชมีขนาดเล็กละเอียดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด ซึ่งปริมาณน้ำหนักพืชเมื่อบดเสร็จแล้ว ใส่ในถังอะลูมิเนียมขนาด 30 ซม. เพื่อทำการแช่สารตัวทำละลายอินทรีย์ เอทิลแอลกอฮอล์ 95% โดยใช้สารละลายตัวนี้เนื่องจากเป็นสารละลายได้ทั้งสารมีขี้และไม่มีขี้ สามารถสกัดสารได้หลายกลุ่มและจำนวนมากพอที่จะตรวจสอบเบื้องต้น (นันท์นภัส, 2560) ใช้ในอัตราส่วนพืชบด 100 ก. ต่อเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาณ 300 มล. (อัตราส่วน 1:3) ใช้เวลานาน 7 วัน จากนั้นนำสารมากรองผ่านกระดาษกรอง แล้วนำของเหลวที่ได้มาทำการระเหยด้วยเครื่องระเหยแบบลดความดันภายใต้สุญญากาศ (Rotary evaporator) จนสารเหลวข้น จะได้สารสกัดหยาบนำสารที่ได้ใส่ขวดแก้ว จากนั้นนำขวดที่มีสารสกัดผึ่งลมไว้ให้แห้ง เพื่อให้ตัวทำละลายอินทรีย์ระเหยออกให้หมด แล้วทำการปิดฝาขวดให้สนิท นำไปเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชต่อด้วงวงข้าว

การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรท้องถิ่น แต่ละชนิดกับตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomize Design) มี 5 ซ้ำใช้แมลงทดสอบซ้ำๆ ละ 10 ตัว มีกรรมวิธีที่ไม่มีสารสกัดเป็นตัวควบคุมโดยใช้ อะซิโตนเป็นกรรมวิธีควบคุม (control) ซึ่งแบ่งการทดสอบเป็นการทดสอบประสิทธิภาพสารออกฤทธิ์แบบไล่แบบสัมผัสและแบบรมดังนี้

การทดสอบประสิทธิภาพการไล่ของสารสกัดจากพืชต่อด้วงวงข้าว

การทดสอบประสิทธิภาพการไล่ใช้วิธี Area preference method ดัดแปลงจาก Lü and Ma (2015) หยดสารละลายของสารสกัดจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 0, 25, 50, 75, และ 100 % (w/v) โดยใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลาย ในปริมาตร 0.5 มล. ลงบนครึ่งหนึ่งของกระดาษกรอง (Whatman No.1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ซม. ปลอด้วงวงข้าว 15 นาที เพื่อให้ตัวทำละลายระเหย จากนั้นนำกระดาษอีกครึ่งหนึ่งมาทำให้ติดกันด้วยเทปกาวใส ปลอด้วงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว ใส่ในจานทดลองเปรียบเทียบกรรมวิธีควบคุมคืออะซิโตน บันทึกจำนวนแมลงด้านที่ใช้สารและไม่ใช้สารที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, และ 24 ชั่วโมง

จากนั้นนำข้อมูลจำนวนแมลงมาคำนวณวิเคราะห์ค่า Repellent concentration 50% (RC₅₀) (Mendoza et al., 2014) โดยใช้ Probit analysis และคำนวณเปอร์เซ็นต์การไล่แมลง (Nerio et al. 2009) โดยใช้สูตร

$$\text{Percent repellency (PR) \%} = [\text{Nc}/(\text{Nc}+\text{Nt})] \times 100$$

Nc = จำนวนแมลงที่พบในด้านที่ไม่ได้หยดสารทดสอบ, Nt = จำนวนแมลงที่พบในด้านที่หยดสารทดสอบ

หลังการทดสอบ คำนวณเป็นอัตราการไล่แมลง (%) แล้วจัดกลุ่มเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเป็น 6 กลุ่ม ตามเกณฑ์ของ Roy et al. (2005) ดังนี้ Repellent Class (5) = 80.1 –100 %, (4) = 60.1 –80 %0, (3) = 40.1 –60 %, (2) = 20.1 –40 %, (1) = 0.1 –20 %, (0) = PR <0.1%

การทดสอบประสิทธิภาพความเป็นพิษทางสัมผัสของสารสกัดจากพืชต่อด้วงวงข้าว

นำตัวเต็มวัยของด้วงวงจากการเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการ มาใช้ทดสอบพิษแบบสัมผัสแบ่งเป็นกรรมวิธีประกอบด้วยสารสกัดจากพืช 10 ชนิดดังกล่าวข้างต้นทดสอบด้วยวิธี Impregnated filter paper test ดัดแปลงจาก Fournet et al. (1996) โดยหยดสารละลายของสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 0, 25, 50, 75, และ 100 % (w/v) โดยใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลาย แต่ละความเข้มข้นในปริมาณ 1 มล. ลงบนกระดาษกรอง (Whatman No.1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ซม. และปล่อยให้แห้ง 15 นาที ให้สารละลายระเหยออกให้หมด จึงปิดฝาจานทดลอง จากนั้นปล่อยด้วงวงข้าวระยะตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว/จานทดลอง โดยใส่ข้าวสารให้เป็นอาหารของแมลง แต่ละความเข้มข้นทดสอบ 5 ซ้ำ โดยใช้ อะซิโตนเป็นกรรมวิธีควบคุม (control) บันทึกอัตราการตายของแมลงเมื่อเวลาผ่านไป 24, 48, และ 72 ชั่วโมงวิเคราะห์ค่า median lethal concentration (LC₅₀) โดยวิธี probit analysis (Finney, 1971) เมื่อพบว่าแมลงตายเกิน 50% ขึ้นไป นำข้อมูลไปวิเคราะห์คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงและเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริงโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) ดังสูตร

$$\text{อัตราการตายที่แท้จริง} = (A-B) \times 100 / (100-B)$$

A = อัตราการตายของกลุ่มทดลอง, B = อัตราการตายของกลุ่มควบคุม

การทดสอบประสิทธิภาพความเป็นพิษทางรมของสารสกัดจากพืชต่อด้วงวงข้าว

การทดสอบความเป็นพิษทางรม ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Space trial test ดัดแปลงการทดลองจาก Keita et al. (2001) นำตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวมาทดสอบในขวดแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ซม. สูง 4 ซม. จำนวน 10 ตัวต่อขวด ปิดปากขวดด้วยผ้าตาข่ายและใช้ยางรัดให้แน่น นำขวดแก้วขนาดเดียวกัน ซึ่งมีสารละลายของสารสกัดจากพืชที่ความเข้มข้น 0, 25, 50, 75, และ 100% (w/v) (โดยใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลาย) โดยหยดสารละลายของสารสกัดจากพืชแต่ละความเข้มข้น ปริมาณ 100 ไมโครลิตรลงทั่วแผ่นกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ซม. ปล่อยให้แห้ง 10 นาที จากนั้นนำขวดที่มีแมลงมาประกบปากขวดเข้าหากัน โดยให้ขวดที่มีแมลงตั้งอยู่ด้านบนแล้วพันขวดด้วยพาราฟิล์ม บันทึกข้อมูลโดยนับจำนวนแมลงที่ตายเมื่อเวลาผ่านไป 24, 48, และ 72 ชั่วโมง วิเคราะห์ค่า median lethal concentration (LC₅₀) โดยวิธี probit analysis (Finney, 1971) เมื่อพบว่าแมลงตายเกิน 50.00% ขึ้นไป วิเคราะห์ข้อมูลคำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของแมลง และเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริงโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) ดังสูตร

$$\text{อัตราการตายที่แท้จริง} = (A-B) \times 100 / (100-B)$$

A = อัตราการตายของกลุ่มทดลอง, B = อัตราการตายของกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยข้อมูลด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05) โดยโปรแกรม Statistix10

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การทดสอบประสิทธิภาพการไล่ของสารสกัดจากพืชต่อด้วงวงข้าว

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการไล่ของสารสกัดจากพืช 10 ชนิด ได้แก่ ผักแขยง ชะพลู ผักแพ้ว แมงลัก โหระพา มะระขี้นก ยี่ห่วย บัวบก ผักชีลาว และมะกรูด โดยวิธีการทดสอบแบบ area preference method และตรวจนับการไล่ 1, 2, 3, 4, 5,

6, 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่า ในชั่วโมงที่ 1 สารสกัดหยาบของสารสกัดหยาบโหระพาและผักแพว ความเข้มข้น 100 % (w/v) สามารถไล่ด้วงงวงข้าวได้ถึง 90.00 % โดยรองลงมาคือสารสกัดผักแขยงและชะพลู ความเข้มข้น 100% (w/v) ไล่ด้วงงวงข้าวได้ 88.00 % ในชั่วโมงที่ 2 พบว่าการใช้สารสกัดหยาบจากผักแขยงและโหระพาที่ความเข้มข้น 100%(w/v) สามารถไล่ด้วงงวงข้าวได้มากกว่า 80.00% และในชั่วโมงที่ 3-24 พบว่าสารสกัดหยาบจากมะกรูดมีประสิทธิภาพการไล่ได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ จากการทดลองเมื่อเวลาผ่านไปในแต่ละชั่วโมงจะพบว่าสารสกัดหยาบจากพืชที่ใช้ทดสอบมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวลดลงเรื่อยๆตามระยะเวลาที่ทดสอบ โดยจะเห็นได้ชัดเจนจากสารสกัดหยาบจากโหระพาที่เข้มข้น 100% (w/v) สามารถไล่ด้วงงวงข้าวได้ถึง 90.00% ในชั่วโมงที่ 1 เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมงสามารถไล่ด้วงงวงข้าวได้เพียง 36.00% (Table 1) จากการทดสอบในครั้งนี้สารสกัดหยาบจากมะกรูดมีประสิทธิภาพการไล่ด้วงงวงข้าวได้ดีเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง โดยพบค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.69% มีค่าเทียบเท่ากับลำดับที่ 5 ซึ่งมากที่สุดของการจัดหมวดหมู่การไล่ โดยมีค่า RC_{50} เท่ากับ 10.72 ก./มล.ซึ่งลำดับรองลงมาคือสารสกัดหยาบจากแมงลักและโหระพา พบค่าเฉลี่ยของการไล่เท่ากับ 73.56 และ 70.25 % มีค่า RC_{50} เท่ากับ 13.18 และ 14.13 ก./มล.ตามลำดับ (Table 2) จากการทดสอบประสิทธิภาพการไล่ด้วงงวงข้าวจากสารสกัดของพืชสมุนไพรในท้องถิ่นทั้ง 10 ชนิด สอดคล้องกับรายงานของ Bautone and Indrapichate (2011) รายงานว่าผลการศึกษากิจกรรมไล่ของสารสกัดจากพืช 3 ชนิด ได้แก่ กระเพราป่า สะระแหน่ และมะกรูด พบว่าสารสกัดหยาบด้วยตัวทำละลายเอทานอลและน้ำของมะกรูด ที่ความเข้มข้น 6.4 % (w/v) มีฤทธิ์การไล่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ โดยสามารถไล่ด้วงงวงข้าวได้ 80.00 และ 70.83% ตามลำดับ โดยมีค่า RC_{50} เท่ากับ 13.23 และ 19.87 ก./มล.ตามลำดับ ในเวลา 24 ชั่วโมง

Table 1 Percent repellency (PR) of plant extracts with different concentration to *Sitophilus oryzae* adults after exposure time using the area preference method

Treatment	Concentration s % (w/v)	Percentage repellency ($\bar{X} \pm SD$)							
		1 hr.	2 hr.	3 hr.	4 hr.	5 hr.	6 hr.	12 hr.	24 hr.
Control (Acetone)	-	22.00±1.6	22.00±0.8	24.00±1.1	18.00±1.4	26.00±2.0	24.00±1.5	20.00±0.7	24.00±0.8
	0	4	4	4	8	7	2	1	9
		i	i	m	h	h	j	l	i
Rice paddy herb	25	66.00±1.3	62.00±1.9	44.00±0.8	64.00±1.5	64.00±1.6	46.00±1.1	48.00±0.8	46.00±1.1
		4	2	9	2	7	4	4	4
		d-g	c-h	j-m	c-g	c-g	h-j	i-k	e-i
	50	68.00±1.7	66.00±0.8	80.00±1.5	66.00±1.6	58.00±2.9	62.00±0.8	50.00±0.7	36.00±1.5
	9	9	2	7	5	4	1	2	
		c-g	a-g	a-e	b-g	d-g	d-h	h-k	hi
	75	66.00±1.3	76.00±1.1	72.00±1.6	64.00±2.0	58.00±1.5	70.00±1.0	66.00±0.8	60.00±1.8
	4	4	4	7	8	0	9	7	
		d-g	a-e	b-g	c-g	d-g	b-h	a-k	b-h
	100	88.00±1.1	86.00±1.1	84.00±1.5	84.00±0.5	74.00±0.8	78.00±1.3	74.00±0.5	72.00±0.4
	0	4	2	5	9	0	5	5	
		ab	ab	a-c	a-d	a-g	a-f	a-i	a-d

Table 1 Percent repellency (PR) of plant extracts with different concentration to *Sitophilus oryzae* adults after exposure time using the area preference method

Treatments	Concentration - % (w/v)	Percentage repellency ($\bar{X} \pm SD$)							
		1 hr.	2 hr.	3 hr.	4 hr.	5 hr.	6 hr.	12 hr.	24 hr.
Wildbetal leafbush	25	78.00±1.4	48.00±2.5	36.00±2.4	60.00±1.5	60.00±1.0	60.00±1.0	54.00±2.0	42.00±0.4
		8	9	1	8	0	0	7	5
	50	74.00±1.8	68.00±2.6	60.00±1.5	64.00±2.6	70.00±2.5	70.00±1.8	48.00±2.7	46.00±2.1
		2	8	8	1	5	7	7	9
	75	82.00±1.1	80.00±1.0	68.00±2.9	76.00±2.0	60.00±2.3	68.00±3.2	48.00±2.5	52.00±0.8
		0	0	5	7	5	7	9	4
100	88.00±0.8	82.00±0.8	72.00±1.4	82.00±1.3	72.00±3.2	78.00±1.9	72.00±1.7	62.00±1.9	
	4	4	8	0	7	2	9	2	
Vietnames e coriander	25	78.00±0.4	72.00±0.8	58.00±1.3	52.00±2.0	66.00±1.8	66.00±2.4	52.00±1.3	74.00±2.1
		5	4	0	5	2	1	0	9
	50	78.00±0.8	76.00±1.6	78.00±0.8	68.00±1.9	72.00±1.3	68.00±2.5	74.00±0.8	64.00±1.6
		4	7	4	2	0	9	9	7
	75	76.00±2.1	72.00±2.3	68.00±1.3	74.00±2.1	74.00±1.6	72.00±1.7	64.00±2.0	66.00±1.8
		9	9	0	9	7	9	7	2
100	90.00±0.7	78.00±1.3	68.00±1.8	72.00±1.1	76.00±1.1	74.00±2.0	60.00±1.8	68.00±1.7	
	1	0	2	0	4	7	7	9	
Hoary basil	25	80.00±1.2	74.00±2.7	58.00±2.1	70.00±3.5	60.00±3.0	62.00±3.0	76.00±2.1	64.00±2.3
		2	0	7	4	8	3	9	0
	50	82.00±1.3	78.00±1.1	90.00±1.7	66.00±0.8	78.00±1.3	88.00±0.8	56.00±1.6	68.00±3.4
		0	0	3	9	0	4	7	2
	75	76.00±1.1	80.00±1.4	90.00±1.2	78.00±1.4	82.00±1.3	78.00±1.4	62.00±1.3	68.00±1.1
		4	1	2	8	0	8	0	0
100	78.00±1.6	76.00±2.7	84.00±1.1	70.00±2.6	78.00±1.1	78.00±0.4	64.00±2.9	62.00±1.3	
	4	0	4	5	0	5	7	0	

Table 1 Percent repellency (PR) of plant extracts with different concentration to *Sitophilus oryzae* adults after exposure time using the area preference method

Treatment	Concentration s % (w/v)	Percentage repellency ($\bar{X} \pm SD$)							
		1 hr.	2 hr.	3 hr.	4 hr.	5 hr.	6 hr.	12 hr.	24 hr.
Sweet Basil	25	70.00±1.0	76.00±0.8	84.00±0.8	88.00±1.6	88.00±0.8	82.00±1.6	62.00±1.6	70.00±1.22
		0	9	9	4	4	4	4	a-e
	50	86.00±1.9	88.00±1.6	76.00±1.8	84.00±1.8	72.00±2.6	78.00±2.9	60.00±1.2	56.00±1.14
		5	4	2	2	8	5	2	b-h
	75	90.00±1.7	72.00±1.6	78.00±2.1	84.00±2.6	70.00±2.5	74.00±1.6	46.00±2.7	46.00±3.21
		3	4	7	1	5	7	0	e-i
100	90.00±1.2	86.00±0.8	66.00±1.5	62.00±1.3	66.00±1.5	66.00±1.8	44.00±1.1	36.00±1.14	
Bitter gourd	25	64.00±2.30	74.00±2.51	66.00±2.88	66.00±3.36	58.00±3.70	54.00±2.41	52.00±1.10	58.00±2.18
		e-g	a-f	c-i	b-g	d-g	f-i	g-k	b-h
	50	84.00±1.34	72.00±2.59	76.00±1.81	74.00±2.30	88.00±1.10	80.00±1.00	46.00±3.36	60.00±2.55b
		a-d	a-f	b-f	a-f	a-c	a-e	j-l	-h
	75	66.00±0.89	66.00±1.34	42.00±2.28	52.00±2.77	60.00±3.00	64.00±1.52	58.00±1.92	50.00±1.00
		d-g	a-g	k-m	e-g	c-g	c-h	d-k	d-h
100	82.00±1.10	72.00±2.70	70.00±1.73	82.00±0.84	74.00±2.70	82.00±1.64	52.00±1.64	46.00±2.30	
Tree Basil	25	68.00±1.79	74.00±1.14	54.00±0.89	70.00±0.71	72.00±1.92	68.00±2.17	68.00±1.79	64.00±1.52
		c-g	a-f	g-l	b-g	a-g	b-h	a-k	a-f
	50	74.00±1.52	58.00±1.64	62.00±1.10	64.00±2.97	72.00±1.64	56.00±1.67	82.00±1.92	74.00±2.19
		a-f	d-h	d-k	c-g	a-g	e-i	a-e	a-d
	75	66.00±1.52	68.00±2.17	58.00±1.10	72.00±2.05	76.00±2.19	82.00±2.18	88.00±1.79	68.00±2.17
		d-g	a-g	f-k	a-g	a-g	a-d	ab	a-e
100	76.00±1.67	60.00±2.35	70.00±0.71	62.00±2.49	58.00±2.95	68.00±3.56	64.00±2.88	58.00±2.17	
Gotu kola	25	56.00±0.89	54.00±1.82	52.00±2.51	48.00±1.48	52.00±2.49	56.00±2.79	76.00±1.67	68.00±1.92
		f-h	e-h	g-l	fg	e-h	e-i	a-h	a-e
	50	52.00±1.30	42.00±2.77	24.00±1.14	46.00±2.51	50.00±3.39	50.00±2.74	42.00±3.77	38.00±2.86
		gh	hi	m	g	f-h	g-i	kl	g-i
	75	44.00±2.19	66.00±1.81	50.00±2.00	48.00±1.30	48.00±2.77	32.00±1.64	44.00±3.51	54.00±2.88
		h	a-g	h-l	fg	gh	ij	kl	b-h
100	82.00±1.92	60.00±1.73	64.00±2.51	60.00±3.74	82.00±2.49	66.00±2.88	72.00±3.11	66.00±2.70	
		a-e	c-h	c-j	d-g	a-d	b-h	a-j	a-f

¹Means within a column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ according to Least Significant Difference (LSD)

Table 1 Percent repellency (PR) of plant extracts with different concentration to *Sitophilus oryzae* adults after exposure time using the area preference method

Treatments	Concentration % (w/v)	Percentage repellency ($\bar{X} \pm SD$)							
		1 hr.	2 hr.	3 hr.	4 hr.	5 hr.	6 hr.	12 hr.	24 hr.
Dill	25	66.00±1.14	64.00±1.14	60.00±2.00	60.00±2.74	54.00±3.65	50.00±2.55	54.00±3.44	64.00±3.58
		d-g	b-h	e-k	d-g	d-h	g-i	f-k	a-f
	50	72.00±1.79	74.00±0.89	62.00±1.48d	72.00±1.92	58.00±1.10	74.00±1.95	86.00±1.14	74.00±1.95
		a-f	a-f	k	a-g	d-g	a-g	a-c	a-d
	75	64.00±0.89	52.00±1.30	48.00±1.92	48.00±2.59	60.00±2.00	54.00±1.52	52.00±1.30	50.00±2.35
e-g		f-h	i-l	fg	c-g	f-i	g-k	d-h	
100	88.00±1.30	70.00±1.00	66.00±0.55	68.00±2.39	56.00±0.89	66.00±0.55	80.00±2.12	62.00±1.64	
		ab	a-g	c-i	b-g	d-g	b-h	a-f	a-g
Kaffir lime	25	76.00±1.67	68.00±2.17	76.00±0.89	72.00±1.30	80.00±2.00	72.00±2.17	84.00±0.55	78.00±1.48
		a-e	a-g	b-f	a-g	a-e	b-g	a-d	ab
	50	80.00±2.55	68.00±2.86	78.00±2.68	92.00±0.84	94.00±1.34	90.00±0.71	84.00±3.05	76.00±1.52
		a-e	a-g	a-f	ab	ab	ab	a-d	a-c
	75	88.00±1.30	78.00±3.19	82.00±1.30	72.00±3.27	68.00±4.44	70.00±3.93	78.00±3.83	78.00±1.92
ab		a-d	a-d	a-g	b-g	b-h	a-g	ab	
100	86.00±2.07	76.00±2.07	98.00±0.45	98.00±0.45	98.00±0.45	98.00±0.45	92.00±0.84	86.00±1.52	
		a-c	a-e	a	a	a	a	a	a

^{1/}Means within a column followed by the same letter are not significantly different at P<0.05 according to Least Significant Difference (LSD)

Table 2 Repellent effect of different plant extracts to *Sitophilus oryzae* adults by the area preference method.

Plant species	% Repellency ($\bar{X} \pm SD$)	Class repellency	RC ₅₀ (g/ml)
Control (Acetone)	22.50±2.56d	2	-
Rice paddy herb	65.56 ± 10.71b	4	15.14
Wildbetal leafbush	65.00 ± 8.86b	4	15.49
Vietnamese coriander	70.25 ± 3.81b	4	14.13
Hoary basil	73.56 ± 3.91ab	4	13.18
Sweet basil	71.75 ± 5.75ab	4	14.13
Bitter gourd	65.31 ± 7.15b	4	15.85
Tree basil	67.94 ± 3.22b	4	15.14
Gotu kola	53.31 ± 13.14c	3	21.38
Dill	63.38 ± 8.57bc	4	16.60
Kaffir lime	81.69 ± 7.24a	5	10.72

^{1/}Means within a column followed by the same letter are not significantly different at P<0.05 according by Least Significant Difference (LSD)

^{2/}RC₅₀ = Repellent concentration 50%

การทดสอบประสิทธิภาพความเป็นพิษทางสัมผัสของสารสกัดจากพืชต่อด้วงวงข้าว

การทดสอบประสิทธิภาพความเป็นพิษทางสัมผัสของสารสกัดจากพืช 10 ชนิดพบว่า สารสกัดจากพืชที่มีผลทำให้ด้วงวงข้าวมีอัตราการตายมากกว่า 50.00% คือสารสกัดจากใบโหระพาทำให้ด้วงวงข้าวตาย 50.00 และ 60.00% ที่ความเข้มข้น 50 %(w/v) หลังการทดสอบ 48 และ 72 ชั่วโมง และนอกจากนั้นระดับความเข้มข้นของสารสกัดของใบโหระพาที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการตายของด้วงวงข้าวสูงขึ้นตาม โดยพบว่าความเป็นพิษทางสัมผัสต่อด้วงวงข้าวสูงที่ระดับความเข้มข้น 75 และ 100 %(w/v) หลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง สารสกัดจากโหระพาความเข้มข้น 100 %(w/v) มีการตายของด้วงวงข้าวสูงที่สุด (86.00%) ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสารสกัดจากพืชชนิดอื่นมีประสิทธิภาพการออกฤทธิ์สัมผัสต่ำได้แก่ สารสกัดจากผักแขยงและมะกรูดความเข้มข้น 100 %(w/v) พบการตายของด้วงวงข้าวเท่ากับแค่ 28.00%หลังทดสอบ 72 ชั่วโมง ในขณะที่สารสกัดของผักแพวและมะระขี้เหล็กไม่ผลทำให้ด้วงวงข้าวตายได้ เมื่อพิจารณาค่าความเป็นพิษที่ทำให้ด้วงวงข้าวตาย 50.00%(LC₅₀) จากข้อมูลที่แสดงใน **Table 3** ซึ่งแสดงผลเฉพาะสารสกัดจากใบโหระพาซึ่งมีอัตราการตายเกิน 50.00% พบว่าสารสกัดใบโหระพา มีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาเพื่อใช้ควบคุมด้วงวงข้าว ที่ระดับความเข้มข้น 61.66 ก./มล. สามารถฆ่าด้วงวงข้าวได้มากกว่า 50.00% หลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง ในชั่วโมงที่ 48 พบสารสกัดหยาบจากโหระพาความเข้มข้น 100 %(w/v) ทำให้ด้วงวงข้าวตายได้สูงถึง 96.00% ค่า LC₅₀เท่ากับ 45.71ก./มล.และหลังจากการทดสอบผ่านไป 72 ชั่วโมง สารสกัดหยาบโหระพาความเข้มข้น 100 %(w/v) มีประสิทธิภาพสูงมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ ทำให้ด้วงวงข้าวตายได้ถึง 100.00% ค่า LC₅₀เท่ากับ 43.65ก./มล. รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากมะกรูดความเข้มข้น 100 %(w/v) สามารถทำให้ด้วงวงข้าวตาย 80.00 %(w/v) LC₅₀ เท่ากับ 123.03ก./มล. หลังจากการทดสอบผ่านไป 72 ชั่วโมงผลการทดสอบครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการตายของด้วงวงข้าวจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาที่ใช้ทดสอบ จากการทดสอบมีความสอดคล้อง Naveen et al. (2021) ทดสอบสารสกัดหยาบด้วยตัวทำลายเมทานอลของโหระพาที่ความเข้มข้น 5%(w/v) ในเวลา 24, 48, และ 72 ชั่วโมง มีความเป็นพิษทำให้มอดตาย 41.67, 68.33 และ 90.00% ตามลำดับ ประสิทธิภาพของสารสกัดโหระพาที่ทำให้ด้วงวงข้าวโผล่ตายเนื่องจากพบสารออกฤทธิ์เช่น terpenoids, alkaloids, steroids, glycosides, และ flavonoids ซึ่งมีรายงานว่าสารกลุ่ม triterpenoids ของพืชชนิดต่างๆมีฤทธิ์ความเป็นพิษต่อแมลงอันดับ Coleoptera (Ileke and Oni., 2011) นอกจากนี้ยังมีการรายงานว่าสารกลุ่ม monoterpenoids ที่พบในพืชวงศ์ขิงมีพิษทางการรวมและสัมผัสต่อด้วงวงข้าวโผล่และมอดแป้ง (Suthisut et al., 2011)

Table 3 Contacteffect of plant extracts with different concentration to *Sitophilus oryzae* adults after exposure time using impregnated filter paper test

Treatments	Concentration (%)	% Corrected mortality ($\bar{X} \pm SD$)		
		24 hr	48 hr	72 hr
Control (Acetone)	0	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00f	0.00 ± 0.00h
Rice paddy herb	25	6.00 ± 0.89bc	16.00 ± 1.34de	28.00 ± 1.48ef
	50	10.00 ± 1.00bc	26.00 ± 1.14cd	48.00 ± 1.48cd
	75	14.00 ± 1.67b	24.00 ± 2.07cd	36.00 ± 2.88df
	100	14.00 ± 0.54b	28.00 ± 1.30c	46.00 ± 1.52cd
Wildbetalleafbush	25	0.00 ± 0.00c	2.00 ± 0.45f	2.00 ± 0.45h
	50	8.00 ± 0.84bc	10.00 ± 1.00ef	10.00 ± 1.00gh
	75	2.00 ± 0.45c	4.00 ± 0.54f	8.00 ± 0.45gh
	100	2.00 ± 0.45c	4.00 ± 0.89f	4.00 ± 0.89h
Vietnamese coriander	25	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00f	0.00 ± 0.00h
	50	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00f	0.00 ± 0.00h
	75	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00f	0.00 ± 0.00h
	100	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00f	0.00 ± 0.00h
Hoary basil	25	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00f	2.00 ± 0.45h
	50	0.00 ± 0.00c	2.00 ± 0.45f	2.00 ± 0.45h
	75	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00f	0.00 ± 0.00h
	100	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00f	2.00 ± 0.45h
Sweet Basil	25	4.00 ± 0.54bc	4.00 ± 0.55f	4.00 ± 0.54h
	50	14.00 ± 1.52b	50.00 ± 3.39b	60.00 ± 3.94c
	75	78.00 ± 2.77a	98.00 ± 0.45a	98.00 ± 0.44a
	100	86.00 ± 0.45a	96.00 ± 0.89a	100.00 ± 0.00a
Bitter gourd	25	2.00 ± 0.45c	2.00 ± 0.45f	2.00 ± 0.45h
	50	2.00 ± 0.45c	4.00 ± 0.45f	6.00 ± 0.45gh
	75	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00f	2.00 ± 0.45h
	100	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00f	0.00 ± 0.00h
Tree Basil	25	8.00 ± 0.45bc	8.00 ± 0.45ef	8.00 ± 0.45gh
	50	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00f	0.00 ± 0.00h
	75	2.00 ± 0.45c	8.00 ± 0.84ef	6.00 ± 0.89gh
	100	0.00 ± 0.00c	2.00 ± 0.45f	2.00 ± 0.45h

^{1/}Means within a column followed by the same letter are not significantly different at P<0.05 according to Least Significant Difference (LSD)

Table 3 Contact effect of plant extracts with different concentration to *Sitophilus oryzae* adults after exposure time using impregnated filter paper test

Treatments	Concentration (%)	% Corrected mortality ($\bar{X} \pm SD$)		
		24 hr	48 hr	72 hr
Control (Acetone)	0	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00f	0.00 \pm 0.00h
Gotu kola	25	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00f	0.00 \pm 0.00h
	50	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00f	4.00 \pm 0.54h
	75	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00f	2.00 \pm 0.45h
	100	2.00 \pm 0.45c	6.00 \pm 0.54ef	12.00 \pm 0.84gh
Dill	25	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00f	0.00 \pm 0.00h
	50	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00f	0.00 \pm 0.00h
	75	2.00 \pm 0.45c	2.00 \pm 0.45f	2.00 \pm 0.45h
	100	2.00 \pm 0.45c	4.00 \pm 0.54f	6.00 \pm 0.89gh
Kaffir lime	25	2.00 \pm 0.45c	2.00 \pm 0.45f	2.00 \pm 0.45f
	50	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00f	0.00 \pm 0.00h
	75	10.00 \pm 2.24bc	10.00 \pm 2.24ef	20.00 \pm 3.94fg
	100	2.00 \pm 0.45c	28.00 \pm 1.92c	80.00 \pm 1.22b

¹Means within a column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ according to Least Significant Difference (LSD)

การทดสอบประสิทธิภาพความเป็นพิษทางรมของสารสกัดจากพืชต่อด้วงงวงข้าว

การทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารรมพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง สารสกัดหยาบโหระพาที่ความเข้มข้น 100% (w/v) มีผลทำให้การตายของด้วงงวงข้าวเท่ากับ 24.00% ซึ่งมากกว่าพืชชนิดอื่นๆที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดควบคุม หลังการทดสอบ 48 ชั่วโมง พบว่าสารสกัดหยาบโหระพาความเข้มข้น 100 % (w/v) สามารถทำให้ด้วงงวงข้าวตายได้ 86.00% มีค่า LC_{50} เท่ากับ 40.74 ก./มล.โดยลำดับรองลงมาคือสารสกัดหยาบจากผักแขยงและชะพลูที่ความเข้มข้น 100% (w/v) พบการตายของด้วงงวงข้าวเท่ากับ 12.00 และ 8.00% ตามลำดับ และในชั่วโมงที่ 72 สารสกัดหยาบจากโหระพาความเข้มข้น 100 % (w/v) มีประสิทธิภาพสูงที่สุดทำให้ด้วงงวงข้าวตายได้ถึง 100.00% มีค่า LC_{50} เท่ากับ 23.99 ก./มล.ลำดับรองลงมาคือสารสกัดหยาบจากผักแขยงและชะพลูที่ความเข้มข้น 100% (w/v) ทำให้ด้วงงวงข้าวตาย 22.00 และ 14.00% ตามลำดับ (Table 4) จากการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารรมของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรชี้ให้เห็นว่าการตายของด้วงงวงข้าวมีการเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ทดสอบ ยกเว้นสารสกัดหยาบของผักแพว ยี่หระ และบัวบกไม่สามารถทำให้ด้วงงวงข้าวตายได้ในช่วงระยะเวลาที่ทดสอบและไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุมจากการทดสอบประสิทธิภาพการรมมีความสอดคล้อง Ouko et al. (2017) รายงานการศึกษาความเป็นพิษรมของสารสกัดหยาบด้วยตัวทำละลายเมทานอลและเฮกเซนจากโหระพา ที่ความเข้มข้น 100% สามารถฆ่าด้วงงวงข้าวโพดได้ 74.36 และ 78.21 % ตามลำดับ ในเวลา 96 ชั่วโมงซึ่งสารองค์ประกอบทางเคมีที่มีความเป็นพิษทางรมนั้น อาจจะเป็นสารองค์ประกอบในกลุ่ม mono- และ sesqui- terpene ที่มีการออกฤทธิ์ผ่านการรบกวนไปยังระบบหายใจของแมลงส่งผลให้องค์ประกอบสารเคมีสามารถไปยับยั้งการทำงานของ Acetylcholinesterase (AChE) เช่น alpha-pinene พบอัตราการตายจากการยับยั้ง AChE สูงที่สุด (97.36%) ซึ่งมีผลต่อด้วงงวงข้าวสูงมากและยังส่งผลต่อแมลงหรือไส้เดือนฝอยชนิดอื่นๆ เช่น แมลงสาบเยอรมัน และไส้เดือนฝอยไม้สน (*Bursaphelenchus xylophilus*) (Kang et al., 2013)

Table 4 Fumigant effect of plant extracts with different concentration to *Sitophilus oryzae* adults after exposure time using space trial test

Treatments	Concentration (%)	%Corrected mortality($\bar{X} \pm SD$)		
		24 hr	48 hr	72 hr
Control (Acetone)	0	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00h
Rice paddy herb	25	2.00 ± 0.45e	8.00 ± 0.84de	16.00 ± 2.07d-f
	50	2.00 ± 0.45e	12.00 ± 1.30d	20.00 ± 1.58de
	75	2.00 ± 0.45e	6.00 ± 0.54de	12.00 ± 1.64d-h
	100	4.00 ± 0.55de	12.00 ± 1.30d	22.00 ± 1.64d
Wildbetalleafbush	25	0.00 ± 0.00e	2.00 ± 0.45e	2.00 ± 0.45gh
	50	4.00 ± 0.54de	6.00 ± 0.54de	8.00 ± 0.45e-h
	75	0.00 ± 0.00e	6.00 ± 0.89de	10.00 ± 0.71d-h
	100	2.00 ± 0.45e	8.00 ± 0.45de	14.00 ± 1.14d-g
Vietnamese coriander	25	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00e	2.00 ± 0.45gh
	50	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00h
	75	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00h
	100	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00h
Hoary basil	25	0.00 ± 0.00e	2.00 ± 0.45e	2.00 ± 0.45gh
	50	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00h
	75	0.00 ± 0.00e	6.00 ± 0.89de	8.00 ± 0.84e-h
	100	2.00 ± 0.45e	4.00 ± 0.54de	6.00 ± 0.84f-h
Sweet Basil	25	8.00 ± 1.30cd	36.00 ± 1.52c	54.00 ± 2.30c
	50	16.00 ± 0.55b	54.00 ± 1.52b	86.00 ± 3.13b
	75	10.00 ± 0.55c	60.00 ± 2.12b	90.00 ± 1.73ab
	100	24.00 ± 0.55a	86.00 ± 1.34a	100.00 ± 0.00a
Bitter gourd	25	4.00 ± 0.89de	4.00 ± 0.89de	4.00 ± 0.89f-h
	50	0.00 ± 0.00e	2.00 ± 0.45e	2.00 ± 0.45gh
	75	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00h
	100	2.00 ± 0.45e	2.00 ± 0.45e	2.00 ± 0.45gh
Tree Basil	25	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00h
	50	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00h
	75	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00h
	100	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00h

^{1/}Means within a column followed by the same letter are not significantly different at P<0.05 according to Least Significant Difference (LSD)

Table 4 Fumigant effect of plant extracts with different concentration to *Sitophilus oryzae* adults after exposure time using space trial test

Treatments	Concentration (%)	%Corrected mortality ($\bar{X} \pm$ SD)		
		24 hr	48 hr	72 hr
Control (Acetone)	0	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00h
Gotu kola	25	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00e	2.00 \pm 0.45gh
	50	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00e	4.00 \pm 0.89f-h
	75	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00h
	100	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00h
Dill	25	0.00 \pm 0.00e	2.00 \pm 0.45e	10.00 \pm 1.22d-h
	50	2.00 \pm 0.45e	4.00 \pm 0.89de	4.00 \pm 0.89f-h
	75	0.00 \pm 0.00e	2.00 \pm 0.45e	6.00 \pm 0.54f-h
	100	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00e	2.00 \pm 0.45gh
Kaffir lime	25	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00h
	50	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00e	4.00 \pm 0.54f-h
	75	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00h
	100	0.00 \pm 0.00e	0.00 \pm 0.00e	2.00 \pm 0.45gh

^{1/}Means within a column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ according to Least Significant Difference (LSD)

สรุป

สารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรท้องถิ่น 10 ชนิด ได้แก่ ผักแขยง ชะพลู ผักแพ้ว แมงลัก โหระพา มะระขี้นก ยี่หระ่า บัวบก ผักชีลาว และมะกรูด พืชทั้ง 10 ชนิดสามารถไล่ด้วงงวงข้าวได้ดีในเวลา 1 ชั่วโมง โดยมีสารสกัดหยาบจากมะกรูดมีประสิทธิภาพการไล่เฉลี่ยได้ดีที่สุด 81.69% มีค่า RC_{50} เท่ากับ 10.72 ก./มล. ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยประสิทธิภาพการไล่ของพืชจะลดลงตามระยะเวลาในการทดสอบ และประสิทธิภาพความเป็นพิษทางสัมผัสและพิษทางการรมต่อการตายของด้วงงวงข้าวพบว่าสารสกัดหยาบจากโหระพามีฤทธิ์ฆ่าด้วงงวงข้าวได้ดีที่สุด สามารถทำให้ด้วงงวงข้าวตาย 100.00% เมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง จะพบได้ว่าประสิทธิภาพความเป็นพิษจะทำให้การตายของด้วงงวงข้าวเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาดังนั้นสรุปได้ว่าสารสกัดจากพืชสมุนไพรท้องถิ่นทั้ง 10 ชนิดมีประสิทธิภาพการไล่ได้ดีต่อด้วงงวงข้าว และสารสกัดหยาบจากโหระพามีประสิทธิภาพความเป็นพิษทางสัมผัสและทางรมสูงต่อด้วงงวงข้าว เนื่องจากสารสกัดจากพืชเป็นสารที่สามารถระเหยได้ค่อนข้างเร็วควรมีการพัฒนาในรูปแบบการใช้งานของสารสกัดให้เหมาะสมเพื่อสะดวกในการใช้งานและคงประสิทธิภาพของสารสกัดนานมากขึ้น จากการศึกษาในครั้งนี้สารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 10 ชนิด อาจใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมด้วงงวงข้าวเพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีและเป็นแนวทางในการนำมาพัฒนาสารสกัดจากพืชให้เป็นผลิตภัณฑ์ในการป้องกันกำจัดแมลงโรงเก็บที่มีความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยประเภททุนบูรณาการวิจัยและนวัตกรรม ประจำปี 2561 (รหัสโครงการ RI61-15) และทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2564 (สัญญาทุนเลขที่ 12/2564 (KKU-วช))

เอกสารอ้างอิง

- นันทน์ภัส พิริยะอนนท์. 2560. ประสิทธิภาพสารสกัดพืชต่อการควบคุมมอดข้าวสาร (*Sitophilus oryzae* L.) ในข้าวอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- นันทวัน บุญยะประภัศร. 2536. การตรวจสอบทางเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากพืช. ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- Abbott, W.S. 1925. Method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*.18: 265-267.
- Buatone, S., and K. Indrapichate. 2011. Protective effects of mintweed, kitchen mint and kaffir lime leaf extracts against rice weevils, *Sitophilus oryzae* L., in stored, milled rice. *International Journal of Agriculture Sciences*. 3(3): 133-139.
- Chieng T.C., Z.B. Assim, and B.A. Fasihuddin. 2008. Toxicity and antitermite activities of the essential oils from *Piper sarmentosum*. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 12(1):234-239.
- Chowdhury J.U., M.N.L. Bhuiyanb, and J. Begumb. 2011. Constituents of Volatile Oils from *Limnophila aromatic* and *Adenosma capitatum*. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*. 46(3): 385-388.
- Finney, D.J. 1971. *Probit Analysis*, 3rd ed., Cambridge University Press: London.
- Fournet, A., A.R. de Ariasb, B. Charlesc, and J. Bruneton. 1996. Chemical constituents of essential oils of Muia, Bolivian plants traditionally used as pesticides, and their insecticidal properties against Chagas' disease vectors. *Journal of Ethnopharmacology*. 52: 145-149.
- Franz, A.R., N. Knaak, and L.M. Fiuza. 2011. Toxic effects of essential plant oils in adult *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Brasileira de Entomologia*. 55: 116–120.
- Haines, C.P. 1991. *Insects and Arachnids of Tropical Stored Products: Their Biology and Identification (A Training Manual)*. 2. ed. National Resources Institute, Chatham Maritime, Kent.
- Hussein, A.H.S.A., A.M. Sarhan, A.D.M.A. Dahab, E.S.N.A. Zeid, M.S. Ali, N.Y. Naguib, and M.A.E. Bendary. 2015. Essential Oils of *Anethum graveolens* L.: Chemical Composition and Their Antimicrobial Activities at Vegetative, Flowering and Fruiting Stages of Development. *International Journal of Plant Science and Ecology*. 1(3): 98-102.
- Ileke, K.D., and M.O. Oni. 2011. Toxicity of some plant powders to maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) on stored wheat grains. *African Journal of Agricultural Research*. 6: 3043-3048.
- Joshi, V.P., N. Kumar, B. Singh, and R.P. Chamoli. 2007. Chemical Composition of the Essential Oil of *Centella asiatica* (L.) Urb. from Western Himalaya. *Natural Product Communications*. 2(5):587-590.
- Kang, J.S., E. Kim, S.H. Lee, and I.K. Park. 2013. Inhibition of acetylcholinesterases of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, by phytochemicals from plant essential oils. *Journal of Physiology and Biochemistry*.105: 50–56.
- Keita, S.M., C. Vincent, J.P. Schmit, J.T. Arnason, and A. Belanger. 2001. Efficacy of oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]. *Journal of Stored Products Research*. 37: 339-349.
- Lü, J., and D. Ma.2015. Repellent and contact toxicity of *Alpinia officinarum* rhizome extract against *Lasioderma serricornis* adults. *PLoS ONE*. 10(8): e0135631.
- Mendoza, G.E.E., L.D.O. Arenas, R.P. Pacheco, and C.R. Hernández. 2014. Repellency, toxicity, and oviposition inhibition of vegetable extracts against greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Chilean Journal of Agricultural Research*. 74: 41-48.

- Mondello, L., G. Zappia, A. Cotroneo, I. Bonaccorsi, J.U. Chowdhury, and M. Yusuf. 2002. Studies on the essential oil-bearing plants of Bangladesh Part VIII. Composition of some *Ocimum* oils *Ocimum basilicum* L. var. *purpurascens*, *Ocimum sanctum* L. green, *Ocimum sanctum* L. purple, *Ocimum americanum* L., citral type, *Ocimum americanum* L., camphor type. *Flavour and Fragrance Journal*.17: 335-340.
- Naveen, M., J. Jayaraj, C. Chinniah, M.L. Mini, S. Vellaikumar, and M. Shanthi. 2021. Insecticidal property of methanolic leaf extract of Sweet Basil, *Ocimum basilicum* (L.) against cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Fab.) (Coleoptera: Anobiidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 9(1): 259-262.
- Nerio, L., J.O. Verbel, and E. Stashenko. 2009. Repellency activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). *Journal of Stored Products Research*. 45: 212–214.
- Nguyen, T.T., P.J. Collins, and P.R. Ebert. 2015. Inheritance and characterization of strong resistance to phosphine in *Sitophilus oryzae* (L.). *PLoS ONE*. 10(4): e0124335.
- Orapin K., L. Natta, and S. Sasathorn. 2010. Essential Oils from Six Herbal Plants for Biocontrol of the Maize Weevil. A Publication of the American Society for Horticultural Science. 45(4): 592–598.
- Ouko, R.O., S.C. Koech, W.M. Arika, S.M. Njagi, R.O. Oduor, and M.P. Ngugi. 2017. Bio efficacy of organic extracts of *Ocimum basilicum* against *Sitophilus zeamais*. *Entomology Ornithology & Herpetology Current Research*.6: 1.
- Owolabi, M.S., O.E. Omikorede, K.A. Yusuf, P. Paudel, and W.N. Setzer. 2015. The Leaf Essential Oil of *Momordica charantia* from Nigeria is Dominated by Geijerene and Pregeijerene. *Journal of essential oil bearing plants*. 16(3): 377–381.
- Roy, B., R. Amin, and M.N. Uddin. 2005. Leaf extracts of Shiyalmutra (*Blumea lacera*) as botanical Insecticides against lesser grain borer and rice weevil. *Journal of Biological Science*. 5: 201-204.
- Rungthip, K., W. Phutdhawong, P. Picha, J. Ngamkham and S. Chowwanapoonpohn. 2006. Chemical compounds, anticancer and antioxidant activities of volatile oil from *Piper sarmentosum* Roxb., *Polyscias fruticosa* Harms. and *Polygonum odoratum* Lour. *KMITL Science and Technology Journal*. 6(2): 499-504.
- Suthisut, D., P.G. Fields, and A. Chandrapatya. 2011. Fumigant toxicity of essential oils from three Thai plants (Zingiberaceae) and their major compounds against *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* and two parasitoids. *Journal of Stored Products Research*. 47: 222-230.
- Tapondjou, A.L., C. Adler, D.A. Fontem, H. Bouda, and C. Reichmuth. 2005. Bioactivity of cymol and essential oil of *Eucalyptus Saligna* and *Cupressus Sempervirens* against *Sitophilus Zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du val. *Journal of Stored Products Research*. 41: 91-102.
- Togola, A., P.A. Seck, I. Glitho, and A. Diagne. 2013. Economic Losses from Insect Pest Infestation on Rice Stored On-farm in Benin. *Journal of Applied Sciences*. 13(2): 278-285.
- Verma, R.S., P.S. Bisht, R.C. Padalia, D. Saikia, and A. Chauhan. 2011. Chemical composition and antibacterial activity of essential oil from two *Ocimum* spp. grown in sub-tropical India during spring-summer cropping season. *Asian Journal of Traditional Medicines*. 6: 211-217.
- Wang, Z., S. Cerrate, C. Coto, F. Yan, and P.W. Waldroup. 2007. Use of constant or increasing levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets. *International Journal of Poultry Science*. 6(7): 501-507.
- Wongtong, S., and S. Nawanich. 2001. Some insecticidal plant extracts for controlling maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Kasetsart Journal (Natural Science)*.35: 259-270.
- Yang, F.L., F. Zhu, and C.L. Lei. 2012. Insecticidal activities of garlic substances against adults of grain moth, *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Insect Science*. 19: 205-212.