สารสกัดหยาบจากเศษเหลือเปลือกมะขาม (*Tamarindus indica* L.) ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus* Stapf.) และตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* Rendle.) ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้อยติ่ง (*Ruellia tuberosa* Linn.)

Crude Extract from Tamarind (*Tamarindus indica* L.) Husk, Lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf.) and Citronella (*Cymbopogon nardus* Rendle.) Residues Inhibited Seed Germination and Growth of Popping Pod (*Ruellia tuberosa* Linn.)

ศิริพรรณ สุขขัง[1*] สมนึก พรมแดง[1] อตินุช แซ่จิว[1] และศรีสม สุวรรณวงศ์[2]

Siriphan Sukkhaeng[1*] Somnuk Promdang[1] Atinuch Saejiw[1] and Srisom Suwanwong[2]

Abstract: The objective of this research was to investigate the efficacy of extracts from tamarind husk, lemongrass and citronella residues to inhibit seed germination and growth of popping pod. All residues were extracted with water and 80% methanol and subjected to germination and seedling growth bioassay in Petri dish at concentrations of 0, 1.25, 2.5, 5 and 10%. The results showed that aqueous and methanolic extracts from 3 residues could inhibit the germination and growth of popping pod. The crude extract from 80% methanol had higher inhibitory effect on germination and growth than the aqueous extract with more effective inhibition when the concentration had been increased. Methanolic extract from lemongrass and citronella at the concentration of 10% showed the best inhibitory effects. In conclusion, lemongrass and citronella extracts might be a safe alternative for popping pod control to reduce the use of synthetic herbicides.

Keywords: allelopathy, bioherbicide, methanolic extract

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเศษเหลือเปลือกมะขาม ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้อยติ่ง โดยสกัดสารด้วยน้ำและเมทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบผลของสารสกัดในจานเพาะเมล็ดที่ความเข้มข้น 0, 1.25, 2.5, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดหยาบด้วยน้ำและเมทานอลจากเศษเหลือทั้ง 3 ชนิดสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้อยติ่งได้ สารสกัดด้วยเมทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตได้ดีกว่าสารสกัดหยาบด้วยน้ำ โดยมีประสิทธิภาพยับยั้งได้มากขึ้นเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น สารสกัดเมทานอล 80 เปอร์เซ็นต์จากตะไคร้บ้านและตะไคร้หอม ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้อยติ่งได้ดีที่สุด สรุปได้ว่าสารสกัดจากตะไคร้บ้านและตะไคร้หอมอาจเป็นทางเลือกในการนำไปใช้อย่างปลอดภัยสำหรับการควบคุมต้อยติ่งเพื่อลดการใช้สารกำจัดวัชพืชสังเคราะห์

คำสำคัญ: อัลลีโลพาธี สารชีวภาพกำจัดวัชพืช สารสกัดด้วยเมทานอล

[1] ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

[2] ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Central Laboratory and Greenhouse Complex, Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus, Nakhon Pathom, 73140

[2] Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, 10900

*Corresponding author: fagrsps@ku.ac.th

คำนำ

ตะไคร้เป็นพืชสมุนไพรที่มีการปลูกในหลายพื้นที่ มีการส่งออกไปยังต่างประเทศ และการนำไปสกัดน้ำมันหอมระเหยเพื่อใช้เป็นยาสมุนไพร โดยส่วนที่นำไปรับประทานนั้นเป็นส่วนของลำต้นและกาบใบ ดังนั้นจะเหลือส่วนแผ่นใบที่เป็นของเหลือใช้ทางการเกษตร ตะไคร้ที่ปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ หลังเก็บเกี่ยวจะมีส่วนใบเหลือประมาณ 1 ตัน เมื่อนำมาทำแห้งจะได้น้ำหนักประมาณ 250 กิโลกรัม (กิติกานต์, 2554) ส่วนเปลือกมะขามเป็นของเหลือใช้เช่นกันโดยมะขามฝัก 1 กิโลกรัม จะเหลือส่วนเปลือก รก และเมล็ดประมาณ 200 กรัม (อมลณัฐ, 2555) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทางการเกษตรเหล่านี้ มีรายงานการใช้ประโยชน์จากของเหลือใช้ทางการเกษตรในการออกฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธี ยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช หรือส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชปลูก เนื่องจากมีสารในกลุ่ม allelochemicals ซึ่งเป็นสารที่มีความสำคัญและพบมากจากการสลายตัวของพืช ออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถยับยั้งหรือส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชข้างเคียงได้ (Putnam, 1988; Fujii, 2009; Waris *et al*., 2016) ดังนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ประโยชน์จากของเหลือใช้ทางการเกษตรเหล่านี้เพื่อการเป็นสารควบคุมหรือกำจัดวัชพืชซึ่งเป็นปัญหาในระบบการเกษตรของประเทศไทย เป็นศัตรูพืชที่สำคัญในการแย่งปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืชปลูก ทำให้ผลผลิตของพืชปลูกลดลง จากการตรวจเอกสารพบว่าน้ำมันตะไคร้มีการใช้ร่วมกับน้ำมันจากพืชอื่น ๆ เพื่อเป็นสารกำจัดวัชพืชธรรมชาติ (bioherbicide) และมีการศึกษาอัลลีโลพาธีของตะไคร้ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดหอมในสภาพห้องทดลอง (Fujii *et al*., 2004; Dayan *et al*., 2009) และยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับอัลลีโลพาธีจากเปลือกมะขามมากนัก มีเพียงรายงานการใช้เปลือกมะขามในการควบคุมวัชพืชในนาข้าวในประเทศอินเดีย (Kathiresan, 2012)

ปัจจุบันประเทศไทยมีความพยายามลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการควบคุมและกำจัดวัชพืช เพื่อลดปัญหามลพิษ และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การนำสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมวัชพืช เป็นทางเลือกหนึ่งซึ่งมีผลดี คือสารจากธรรมชาติสลายตัวง่าย และไม่ตกค้างในสิ่งแวดล้อม (Farooq *et al*., 2011) อีกทั้งยังเป็นการนำของเหลือใช้ทางการเกษตร มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้นด้วย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเศษเหลือเปลือกมะขาม (*Tamarindus indica* L.) ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus* Stapf.) และตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* Rendle.) ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้อยติ่ง (*Ruellia tuberosa* Linn.) ซึ่งจัดเป็นวัชพืชใบเลี้ยงคู่ที่สำคัญ พบได้ทั่วไปในภูมิภาคเขตร้อน และในประเทศไทย โดยผลจากการศึกษานี้จะนำไปสู่การพัฒนาสารสกัดจากธรรมชาติในการควบคุมวัชพืชทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เพื่อสนับสนุนแนวทางการทำเกษตรแบบยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างพืชและการเตรียมสารสกัดหยาบ

ตัวอย่างเปลือกมะขามเปรี้ยวเก็บจากจังหวัดนครปฐม เศษเหลือใบตะไคร้บ้านและตะไคร้หอมได้จากเกษตรกรในจังหวัดสระแก้ว ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 ตัวอย่างที่ได้ผึ่งลมให้แห้งเป็นเวลา 7 วัน และนำมาบดให้ละเอียด ชั่งตัวอย่างพืชชนิดละ 10 กรัม แช่ในตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ น้ำกลั่นและเมทานอลความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืด เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 จะได้สารละลายสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/ปริมาตร) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การทดสอบผลของสารสกัดหยาบต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืช

เมล็ดวัชพืชที่ใช้ในการทดลองคือ ต้อยติ่ง เป็นตัวแทนของวัชพืชใบเลี้ยงคู่ ก่อนทำการทดลองนำเมล็ดต้อยติ่งแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบผลของสารสกัดต่อการงอก โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 5 ซ้ำ จัดชุดทดลองแบบ

2×5 factorial โดยปัจจัยที่หนึ่ง คือตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารจากวัชพืช ได้แก่ น้ำกลั่น และเมทานอลความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยที่สองคือความเข้มข้นของสารสกัด ได้แก่ 0 (ชุดควบคุม), 1.25, 2.5, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/ปริมาตร) นำสารสกัดปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ที่บรรจุกระดาษเพาะเมล็ด 2 ชั้น นำไประเหยตัวทำละลายออกในตู้ดูดควัน จากนั้นเติมน้ำกลั่นปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ทดสอบการงอกโดยวางเมล็ดจำนวน 10 เมล็ดลงในจานเพาะ เก็บไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง นับจำนวนเมล็ดงอกที่ 6 วัน คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกเทียบกับชุดควบคุมจากสมการ (1)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การงอก} = (N_6 \times 100)/N_{Total} \quad (1)$$

N_6 = จำนวนเมล็ดที่งอกในวันที่ 6

N_{Total} = จำนวนเมล็ดทั้งหมด เท่ากับ 10 เมล็ด

ทดสอบผลของสารสกัดต่อการเจริญเติบโตโดยเตรียมชุดทดลองเช่นเดียวกับทดสอบการงอก แต่ใช้เมล็ดที่เพาะงอกแล้ว (ความยาวรากประมาณ 5 มิลลิเมตร) วัดความยาวยอดและความยาวรากที่ 5 วันหลังเพาะเมล็ด

ผลการทดลอง

ผลของสารสกัดหยาบต่อการงอกของต้อยติ่ง พบว่า สารสกัดจากเปลือกมะขามทั้งที่สกัดด้วยน้ำและเมทานอลไม่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดต้อยติ่ง ในขณะที่สารสกัดด้วยน้ำและเมทานอลจากเศษเหลือตะไคร้บ้านและตะไคร้หอมสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดต้อยติ่งได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีประสิทธิภาพการยับยั้งเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้น โดยสารสกัดด้วยเมทานอลที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์สามารถยับยั้งการงอกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสารสกัดด้วยน้ำมีผลยับยั้งการงอกอย่างเห็นได้ชัดที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยสารสกัดด้วยน้ำจากตะไคร้บ้าน ยับยั้งการงอกได้ 86 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารสกัดด้วยน้ำจากตะไคร้หอม ยับยั้งการงอกได้ 48 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

ผลของสารสกัดหยาบต่อการเจริญเติบโตของต้อยติ่งพบว่า สารสกัดด้วยน้ำจากเศษเหลือทั้ง 3 ชนิด ไม่มีผลต่อการยับยั้งความยาวยอด แต่มีแนวโน้มในการกระตุ้นการยืดยาวของยอด (Figure 1A-C; Table 2) ส่วนสารสกัดด้วยเมทานอลที่ความเข้มข้นต่ำ 1.25-5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลยับยั้งความยาวยอดเช่นกัน แต่สำหรับสารสกัดจากเปลือกมะขาม ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอมที่ความเข้มข้นสูง 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งความยาวยอดได้ 46.16, 57.05 และ 95.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 1D-F; Table 2) สำหรับผลของสารสกัดต่อการยับยั้งความยาวราก พบว่าสารสกัดด้วยน้ำและเมทานอลจากเศษเหลือทั้ง 3 ชนิด มีผลยับยั้งความยาวรากได้ตามความเข้มข้นที่มากขึ้น โดยสารสกัดจากเมทานอลมีผลมากกว่าสารสกัดจากน้ำ และที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ของสารสกัดจากเมทานอลทั้ง 3 ชนิดยับยั้งความยาวรากได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาในแต่ละความเข้มข้น สารสกัดหยาบจากตะไคร้บ้านและตะไคร้หอมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวรากได้ใกล้เคียงกัน (Figure 1A-F; Table 3) ปลายรากของต้อยติ่งที่ได้รับสารสกัดเมทานอลจากตะไคร้บ้านและตะไคร้หอมที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ พบลักษณะความผิดปกติ คือปลายรากช้ำเป็นสีน้ำตาล และเกิดอาการตาย (Figure 1E-F)

วิจารณ์

สารสกัดหยาบจากเศษเหลือทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้อยติ่งได้ สอดคล้องกับผลการรายงานทางอัลลีโลพาธีในพืชชนิดอื่น เช่น การทดลองของอินทิรา และคณะ (2559) ทดสอบผลของสารสกัดหยาบจากวัชพืช 2 ชนิด ได้แก่ ไมยราบและหญ้าขน พบว่าสารสกัดด้วยเมทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดต้อยติ่งตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นได้ จากการทดลองสารสกัดแต่ละชนิดให้ผลการยับยั้งต่างกัน โดยสารสกัดจากเปลือกมะขาม มีแนวโน้มให้ผลยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้อยติ่งได้น้อยกว่าสารสกัดหยาบจากตะไคร้บ้านและตะไคร้หอม เช่นเดียวกับการรายงานประสิทธิภาพสารสกัดจากตะไคร้บ้านด้วยน้ำที่มีผลทำให้การงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดวัชพืชก้นจ้ำขาว (*Bidens pilosa*) ลดลง (Krenchinski *et al*., 2017) และใบของตะไคร้บ้านยังสามารถปลดปล่อยสารบางชนิดมีผลยับยั้งการงอกและการเติบโตของเมล็ดผักกาดหอมได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราส่วน 50 มิลลิกรัมต่อ 10 มิลลิลิตร เมื่อทดสอบด้วยวิธี sandwich method (Fujii *et al*., 2004) ส่วนสารสกัดจากใบตะไคร้หอมที่สกัดด้วยเมทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ มีผลยับยั้งการงอกและการเติบโตของเมล็ดผักกาดหอมได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 30 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร (Suwitchayanon and Kato-Noguchi, 2014) จากการรายงานกลุ่มสารจากพืชที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธี หนึ่งในกลุ่มสารที่มีความสำคัญและพบมากในการสลายตัวของพืชได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก ซึ่งเป็นสารกลุ่มใหญ่ที่พบ และมีผลยับยั้งกระบวนการต่างๆ ในพืช เช่น การยับยั้งและชะลอการงอกของเมล็ด ทำให้เกิดการตายของต้นกล้า และทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง (Putnam, 1988; Li *et al*., 2010) สำหรับกลไกในการยับยั้งการงอกของเมล็ด อาจเกี่ยวข้องกับการยับยั้งเอนไซม์สำคัญที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ATPase และ alpha-amylase (Lin *et al*., 2000) นอกจากนั้น Erez and Fidan (2015) รายงานผลของสารอัลลีโลเคมิคอลจากพืชเสจ (*Salvia macrochlamys*) ในการชะลอและยับยั้งการงอกของเมล็ดผักเบี้ยใหญ่ (*Portulaca oleracea*) เกี่ยวข้องกับการรบกวนสมดุลของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการงอก โดยสารสกัดความเข้มข้นสูงทำให้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (GA_3) ลดลงต่ำกว่าชุดควบคุม ตรงข้ามกับกรดแอบไซซิก (ABA) ที่เพิ่มขึ้น ซึ่ง GA_3 เป็นฮอร์โมนที่ส่งเสริมการสังเคราะห์เอนไซม์ alpha-amylase และทำให้เกิดการงอก

ผลของสารสกัดหยาบต่อการเจริญเติบโตของต้อยติ่งพบว่า สารสกัดด้วยน้ำจากเศษเหลือทั้ง 3 ชนิด ไม่มีผลต่อการยับยั้งความยาวยอด แต่มีแนวโน้มในการกระตุ้นการยืดยาวของยอด ซึ่งการทดลองทางอัลลีโลพาธีรายงานว่าสารสกัดอาจมีสารกระตุ้นการเติบโตและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถออกฤทธิ์ในทางบวกเมื่อมีความเข้มข้นต่ำได้ (Waris *et al*., 2016) ในทางตรงกันข้ามสารสกัดด้วยน้ำและเมทานอลจากเศษเหลือทั้ง 3 ชนิด มีผลยับยั้งความยาวรากได้ตามความเข้มข้นที่มากขึ้น และที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ของสารสกัดจากเมทานอลทั้ง 3 ชนิด ยับยั้งความยาวรากได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดเมทานอลจากตะไคร้บ้านและตะไคร้หอมที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดลักษณะความผิดปกติ คือปลายรากช้ำเป็นสีน้ำตาล และเกิดอาการตาย สำหรับกลไกในการยับยั้งความยาวราก อาจเกี่ยวข้องกับการขัดขวางการสังเคราะห์โปรตีน และการสลายไขมันเพื่อให้ได้พลังงานใช้ในการเจริญเติบโต หรือการยับยั้งการแบ่งเซลล์ที่ปลายราก (Burgos *et al*., 2004; Soltys *et al*., 2011) แต่การตายของรากอาจเกี่ยวข้องกับการชักนำให้เกิดอนุมูลอิสระและทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียสภาพ จนเกิดการตายของเซลล์ในที่สุด (Kaur *et al*., 2012)

เมื่อเปรียบเทียบตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดพบว่า สารสกัดหยาบด้วยเมทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลยับยั้งการงอกและการเติบโตของต้อยติ่งได้ดีกว่าสารสกัดหยาบด้วยน้ำ อาจเนื่องมาจากตัวทำละลายแอลกอฮอล์สามารถเคลื่อนที่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เพื่อไปละลายสารที่อยู่ภายในเนื้อเยื่อพืชได้ดีกว่าน้ำ จึงทำให้สามารถสกัดสารออกฤทธิ์ออกมาได้มากกว่า (Tiwari *et al*., 2011) อย่างไรก็ตามสารสกัดด้วยน้ำจากตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการงอกของต้อยติ่งได้ถึง 86 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) จึงอาจเป็นตัวเลือกที่ประหยัดและสะดวกในการนำไปประยุกต์ใช้

Agricultural Science and Management J. 2 (3) : 29-36 (2019)

Table 1 Effects of different crude extracts on germination percentage (%) of popping pod at 6 days after treatment (DAT)

Conc. (%)	Germination percentage (%)								
	Tamarind husk			Lemongrass			Citronella		
	W	M	mean	W	M	mean	W	M	mean
0	74.0	82.0	78.0	82.0abc[1/]	88.0ab	85.0A[3/]	94.0ab[1/]	92.0ab	93.0A[3/]
1.25	78.0	74.0	76.0	74.0bcd	92.0a	83.0A	90.0ab	100.0a	95.0A
2.5	72.0	78.0	75.0	74.0bcd	62.0d	68.0B	94.0ab	82.0b	88.0A
5	66.0	72.0	69.0	66.0cd	0.0e	33.0C	86.0ab	0.0d	43.0B
10	58.0	62.0	60.0	14.0e	0.0e	7.0D	52.0c	0.0d	26.0C
mean	69.6	73.6		62.0A[2/]	48.4B		83.2A[2/]	54.8B	
S		ns			**			**	
C		ns			**			**	
S*C		ns			**			**	

Note: C = concentration, S = extraction solvent, W = distilled water, M: 80% methanol, ns = no significant difference,
** = highly significant difference

[1/] The interaction effects of extraction solvent and concentration, the values with the same letters are not significantly different according to DMRT

[2/] The effect of extraction solvent, the means with the different letters in the row are significantly different according to DMRT

[3/] The effect of extract concentration, the means with the different letters in the column are significantly different according to DMRT

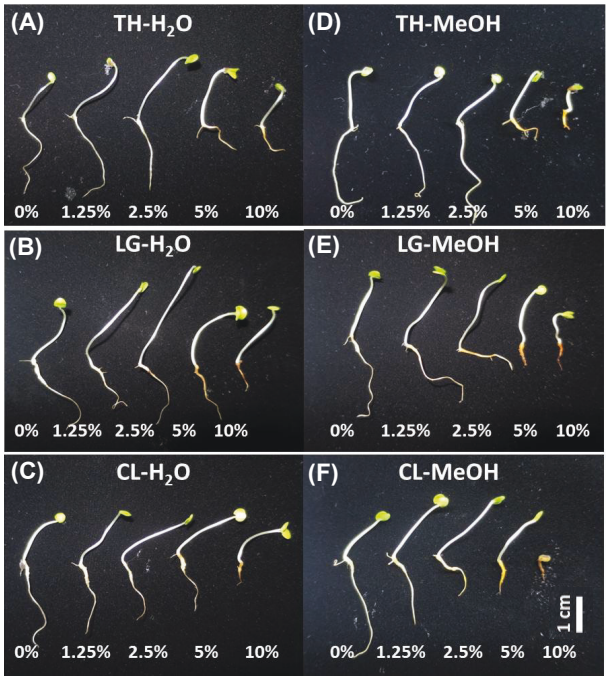

Figure 1 Effects of different crude extracts on seedling growth of popping pod at 6 days after treatment (DAT). Treatment: (A, D) aqueous and methanolic extract of tamarind husk (TH), (B, E) aqueous and methanolic extract of lemongrass (LG) and (C, F) aqueous and methanolic extract of citronella (CL).

Table 2 Effects of different crude extracts on shoot length (% of control) of popping podseedlings at 5 days after treatment (DAT).

Conc. (%)	Shoot length (% of control)								
	Tamarind husk			Lemongrass			Citronella		
	W	M	mean	W	M	mean	W	M	mean
0	100.00d[1/]	100.00d	100.00C[3/]	100.00d[1/]	100.00d	100.00C[3/]	100.00e[1/]	100.00e	100.00C[3/]
1.25	143.76a	116.56c	130.16A	180.95a	150.77bc	165.86A	145.70b	131.96c	138.83B
2.5	144.97a	109.34cd	127.15A	181.76a	144.62c	163.19A	156.45a	137.82c	147.13A
5	131.68b	100.46d	116.07B	156.22b	96.15d	126.18B	152.89a	119.71d	136.30B
10	114.83c	53.84e	84.34D	102.16d	42.95e	72.56D	125.19d	4.85f	65.02D
mean	127.05A[2/]	96.04B		144.22 A[2/]	106.90B		136.04A[2/]	98.87B	
S		**			**			**	
C		**			**			**	
S*C		**			**			**	

Note: C = concentration, S = extraction solvent, W = distilled water, M: 80% methanol, ns = no significant difference,
** = highly significant difference

[1/] The interaction effects of extraction solvent and concentration, the values with the same letters are not significantly different according to DMRT

[2/] The effect of extraction solvent, the means with the different letters in the row are significantly different according to DMRT

[3/] The effect of extract concentration, the means with the different letters in the column are significantly different according to DMRT

Table 3 Effects of different crude extracts on loot length (% of control) of popping pod seedlings at 5 days after treatment (DAT).

Conc. (%)	Root length (% of control)								
	Tamarind husk			Lemongrass			Citronella		
	W	M	mean	W	M	mean	W	M	mean
0	100.00b[1/]	100.00b	100.00B[3/]	100.00a[1/]	100.00a	100.00A[3/]	100.00a[1/]	100.00a	100.00A[3/]
1.25	99.03b	120.52a	109.77A	80.55b	62.71d	71.63B	73.13b	69.66b	71.40B
2.5	84.49c	105.11b	94.80B	69.76c	42.10f	55.93C	70.07b	52.29c	61.18C
5	78.87c	61.03e	69.95C	48.17e	28.48g	38.32D	67.54b	39.77d	53.66D
10	69.88d	28.88f	49.38D	25.74g	22.51g	24.12E	37.54d	23.41e	30.47E
mean	86.45	83.11		64.84A[2/]	51.16B		69.66A[2/]	57.03B	
S		ns			**			**	
C		**			**			**	
S*C		**			**			**	

Note: C = concentration, S = extraction solvent, W = distilled water, M: 80% methanol, ns = no significant difference,
** = highly significant difference

[1/] The interaction effects of extraction solvent and concentration, the values with the same letters are not significantly different according to DMRT

[2/] The effect of extraction solvent, the means with the different letters in the row are significantly different according to DMRT

[3/] The effect of extract concentration, the means with the different letters in the column are significantly different according to DMRT

สรุป

สารสกัดหยาบจากเศษเหลือเปลือกมะขามตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอมมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสามารถยับยั้งการงอกและการเติบโตของต้อยติ่งได้ ยกเว้นสารสกัดจากเปลือกมะขามที่ไม่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด สารสกัดด้วย เมทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตได้ดีกว่าสารสกัดหยาบด้วยน้ำ โดยมีประสิทธิภาพยับยั้งได้มากขึ้นเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น สารสกัดเมทานอล 80 เปอร์เซ็นต์จากตะไคร้บ้านและตะไคร้หอม ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้อยติ่งได้ดีที่สุด ทั้งนี้ควรมีการศึกษากลไกการออกฤทธิ์ของสารสกัดและแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2561

เอกสารอ้างอิง

กิติกานต์ ศรีวิชัย. 2554. ปลูกตะไคร้ตัดใบจำหน่ายสร้างรายได้งาม. แหล่งที่มา: http://poonitafarm.blogspot.com/2011/03/blog-post_09.html

อินทิรา ขุดแก้ว, กนกรัตน์ บุญรักษา และปรียานุช สำลี. 2559. ผลของสารสกัดหยาบจากไมยราบและหญ้าขนต่อการงอกและการเติบโตของต้อยติ่ง. แก่นเกษตร 44 ฉ.พิเศษ 1: 777-782

อมลณัฐ ฉัตรตระกูล. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ของมะขาม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2554. แหล่งที่มา: http://research.pcru.ac.th/rdb/pro_data/files/5403002.pdf

Burgos, N.R., R.E. Talbert, K.S. Kim and Y.I. Kuk. 2004. Growth inhibition and root ultrastructure of cucumber seedling exposed to allelochemicals from rye (*Secale cereal*). J. Chem. Ecol. 30 (3): 671-689.

Dayan, F.E., C.L. Cantrell and S.O. Duke. 2009. Natural products in crop protection. Bioorg. Med. Chem. 17: 4022–4034

Erez, M.E. and M. Fidan. 2015. Allelopathic effects of sage (*Salvia macrochlamys*) extract on germination of *Portulaca oleracea* seeds. Allelopathy J. 35 (2): 285-296

Farooq, M., K. Jabran, Z.A. Cheema, A. Wahid and K.H.M. Siddique. 2011. The role of allelopathy in agricultural pest management. Pest Manag. Sci. 67: 493-506

Fujii, Y., T. Shibuya, K. Nakatani, T. Itani, S. Hiradate and M.M. Parvez. 2004. Assessment method for allelopathic effect from leaf litter leachates. Weed Biol. Manag. 4: 19–23

Fujii, Y. 2009. Overview of research on allelochemicals. W3-01, pp. 1-4. In: Macro Symposium: Challenges for Agro-Environmental Research in Monsoon Asia 5-7 October 2009. National Institute of Agro-Environmental Sciences (NIAES), Ibaraki, Japan

Kathiresan, R. 2012. Utility tag, farming elements and itk for sustainable management of weeds in changing climate. Pak. J. Weed Sci. Res. 18: 271-282

Kaur, S., H.P. Singh, D.R. Batish and R.K. Kohli. 2012. *Artemisia scoparia* essential oil inhibited root growth involves reactive oxygen species (ROS)-mediated disruption of oxidative metabolism: In vivo ROS detection and alterations in antioxidant enzymes. Biochem. Syst. Ecol. 44: 390–399

Krenchinski, F.H., L.P. Albrecht, A.J.P. Albrecht, P.C. Zonetti, A. Tessele, A.A.M. Barroso and H.F. Placido. 2017. Allelopathic potential of *Cymbopogon citratus* over beggarticks (*Bidens* sp.) germination. AJCS 11 (03): 277-283.

Li, Z., Q. Wang, X. Ruan, C. Pan and D. Jiang. 2010. Phenolics and plant allelopathy. Molecules 15: 8933-8952

Lin, W.X., K.U. Kim and D.H. Shin. 2000. Rice allelopathic potential and its modes of action on Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). Allelopathy J. 7 (2): 215-224.

Suwitchayanon, P. and H. Kato-Noguchi. 2014. Allelopathic activity of leaves, stalks and roots of *Cymbopogon nardus*. Emir. J. Food Agric. 26 (5): 436-443.

Tiwari, P., B. Kumar, M. Kaur, G. Kaur, and H. Kaur. 2011. Phytochemicals screening and extraction: a review. Int. Pharm. Sci. 1 (1): 98-106.

Waris, A., L. Waris, M. A. Khan and A.A. Shad. 2016. Allelopathic effect of methanol and water extracts of *Camellia sinensis* L. on seed germination and growth of *Triticum aestivum* L. and *Zea mays* L. J. Biores. Manag. 3 (1): 1-11.