

ผลของความเข้มข้นที่ต่างกันของเอทานอลต่อการสกัดสารสกัดหยาบ
และฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธิ์ของใบแก้ว
Effect of Various Ethanol Concentrations on Extracting Crude Yield
and Allelopathic Activity of *Murraya paniculata* Leaf

ธนัสนันท์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์^{1*}
Thanatsan Poonpaiboonpipat^{*}

บทคัดย่อ

การทดสอบผลของความเข้มข้นที่ต่างกันของเอทานอลต่อการสกัดสารสกัดหยาบและฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธิ์ของใบแก้ว ผงใบแห้งของแก้วถูกสกัดด้วยเอทานอลผสมน้ำที่ความเข้มข้น 0, 25, 50, 75 และ 100% ด้วยวิธี maceration ที่อัตรา 1: 10 w/v ทั้งหมดสามรอบ พบว่า เอทานอลที่ความเข้มข้น 50% สามารถสกัดสารสกัดหยาบได้มากที่สุด รองลงมาคือ 25%, 75%, 0% และ 100% ตามลำดับ สารสกัดหยาบแต่ละชนิดถูกทดสอบฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธิ์ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและผักเบี้ยหินที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.25, 0.5, 1 และ 2% ด้วยวิธีทดสอบในจานทดลอง ผลการทดลองปรากฏว่า สารสกัดหยาบทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกและผักเบี้ยหิน แต่ส่งผลต่อการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของ ต้นกล้าสารสกัดหยาบจากเอทานอล 100% แสดงผลการยับยั้งความยาวรากของหญ้าข้าวนกและผักเบี้ยหินสูงสุด ระดับการยับยั้งลดลงเมื่อความเข้มข้นของเอทานอลลดลง

คำสำคัญ: อัลลีโลพาธิ์, ต้นแก้ว, การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์, เอทานอล, ทดสอบการงอกของเมล็ด

Abstract

An examination was made of the effects of various ethanol concentrations on the extraction of crude yield and allelopathic activity of *Murraya paniculata* L. Various water-ethanol concentration (0, 25, 50, 75 and 100%, v/v) was extracted by maceration method on dried leaf of *M. paniculata* at 1: 10 w/v by three times. The highest crude yield was obtained in 50% ethanol by three times extraction followed by 25%, 0%, 75% and 100% respectively. Each crude extract was tested the allelopathic activity to inhibit the germination and seedling growth of *Echinochloa crus-galli* and *Trianthema portulacastrum* L. on the concentrations of 0, 0.25, 0.5, 1 and 2% by petri dish test. The results showed that all crudes did not inhibit seed germination of *E. crus-galli* and *T. portulacastrum*,

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก 65000

¹Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000

*Corresponding author: thanatchasanhap@nu.ac.th

however they effected on seedling survival and seedling growth. The crude of 100% ethanol showed the highest inhibitory effect on root growth of *E. crus-galli* and *T. portulacastrum*. The inhibitory level dramatically decreased with reducing on ethanol percentage.

Keywords: Allelopathy, *Murraya paniculata* L. , Solvent extraction, Ethanol, Seed germination test

บทนำ

พืชหลายชนิดมีรายงานการผลิตสารทุติยภูมิ สารเหล่านี้อาจประกอบไปด้วยกลุ่มสารฟีนอลิก ควิโนน อัลคาลอยด์ เทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ ฯลฯ สารประกอบเหล่านี้มีคุณสมบัติทางชีวภาพ (biological activity) เช่น สารยับยั้ง/ส่งเสริมการเจริญเติบโต สารแอนท็อกซิแคนต์ สารยับยั้งโรคพืช สารกำจัดแมลง สารยับยั้งมะเร็ง เป็นต้น (Lotina-Hennsen *et al.*, 2006) ด้วยคุณสมบัติของสารทุติยภูมิ เหล่านี้ จึงถูกสนใจจากที่จะนำสารเหล่านี้มาใช้ให้ประโยชน์ของมนุษย์ เช่น พัฒนาเป็นอาหาร เป็นยารักษาโรค เป็นสารกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น เนื่องจากสารเหล่านี้เป็นสารจากธรรมชาติ มีการย่อยสลายที่รวดเร็ว จึงมีความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมสูงกว่าสารเคมีสังเคราะห์

สารทุติยภูมิที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชหรือวัชพืช มีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาเป็นสารกำจัดวัชพืชธรรมชาติ (natural herbicide) มีพืชหลายชนิดรายงานว่าสารสกัดจากพืชนั้นๆ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและมีแนวโน้มพัฒนาเป็นสารกำจัดวัชพืชได้ ยกตัวอย่างเช่น ประยงค์ (*Aglaia odorata* Lour.) (Laosinwattana *et al.*, 2012) ดาวเรือง (*Tegetes erecta* L.) (Wichittrakarn *et al.*, 2018) เทียนหยด (*Duranta erecta*) มะแขว่น (*Zanthoxylum limonella* Alston) (Charoenying *et al.*, 2010) พุทราติก้านแดง (*Jasminum officinale* L. f. var. *grandiflorum* (L.) Kob.) (Teerarak *et al.*, 2010) ตะไคร้แกง (*Cymbopogon citratus* DC. Stapf) (Poonpaiboonpipat *et al.*, 2013) ซึ่งพืชเหล่านี้สารสกัดหยาดหรือสารสกัดด้วยน้ำสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชได้หลายชนิด

แก้ว เป็นพืชหนึ่งที่มีความน่าสนใจ Pangnakhorn and Poonpaiboonpipattana (2013) รายงานว่าสารสกัดด้วยน้ำจากส่วนใบยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum* L.) หญ้ารงนก (*Eclipta prostrata* L.) และ หญ้าข้าวนก (*Chloris barbata* Sw.) โดยยับยั้งหญ้ารงนกได้สูงกว่าผักโขม ผักเบี้ยหิน และหญ้าข้าวนก ตามลำดับ การใช้ใบแห้งของแก้วที่อัตรา 8 ต้น/เฮกตาร์ คลุมผิวหน้าดินสามารถยับยั้งการงอกของหญ้ารงนกและผักโขมได้ 80 และ 70% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการใช้ใบแห้งหรือซากพืชคลุมหรือคลุกล้วน ในการปฏิบัติงานจริงอาจมีความยากลำบากเนื่องจากต้องใช้การขนย้ายที่เยอะทำให้เพิ่มต้นทุนการผลิต การใช้สารสกัดหรือสารสกัดหยาดจากพืชที่มีฤทธิ์ยับยั้ง โดยสกัดโดยตรงด้วยน้ำหรือสารสกัดหยาดให้เข้มข้นแล้วเจือจางพ่นบนวัชพืชนั้นๆ เป็นแนวทางหนึ่งในการประยุกต์ใช้ Khan *et al.* (2015) รายงานว่าสารสกัดจากใบของ Eucalyptus, Acacia, Sorghum, Shishum, Sunflower, Poplar, Tobacco and Congress โดยพ่นสารสกัดดังกล่าวในแปลงข้าวสาลี 2 ครั้ง ที่ 30 และ 60 วันหลังปลูก พบว่า สามารถลดการเจริญเติบโต และน้ำหนักของวัชพืชได้ สารสกัดไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวสาลี

สารออกฤทธิ์สำคัญในพืชส่วนใหญ่เป็นสารทุติยภูมิที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ การใช้สารสกัดด้วยน้ำอาจจะทำให้ไม่สามารถสกัดสารสำคัญออกมาหมด การผสมตัวทำละลายระหว่างน้ำและ

แอลกอฮอล์ได้รับความนิยมในการสกัดสารสำคัญออกมา (Kumar, 2016) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การหาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำและเอทานอลเพื่อหาปริมาณสารสกัดหยาบและทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมพืช

เก็บใบแก้ว (*Murraya paniculata* L.) ที่สะอาดไม่มีแมลงหรือโรคระบาด ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก จากนั้นนำมาล้างทำความสะอาด อบให้แห้งอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ด้วยตู้อบลมร้อน นำใบแก้วมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า เก็บผงใบแก้วในถุงพลาสติก และเก็บรักษาให้ปราศจากแสงและความร้อน ในห้องปฏิบัติการคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

การสกัดผงใบแก้วด้วยเอทานอล

ผสมเอทานอลกับน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 0, 25, 50, 75 และ 100% จากนั้นนำแต่ละความเข้มข้นมาสกัดผงใบแก้วที่อัตราส่วน 1: 10 w/v ด้วยวิธี maceration ในขวดแก้วสีชา ปิดฝาให้สนิท และเก็บรักษาในตู้เย็น (14 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำสารสกัดกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 และนำสารละลายที่กรองได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ส่วนกากที่เหลือจากการกรองนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลที่มีความเข้มข้นเดียวกัน จากนั้นนำมากรอง และระเหยตัวทำละลาย ด้วยวิธีเดียวกันอีกจำนวน 2 ครั้ง รวมทั้งหมด 3 ครั้ง ซึ่งนำหนักสารสกัดหยาบและบันทึกน้ำหนักสารสกัดหยาบแต่ละครั้ง เก็บรักษาสารสกัดหยาบที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปทดสอบ

การทดสอบสารสกัดหยาบ

เตรียมจานทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร รองจานทดลองด้วยกระดาษเพาะเมล็ด ละลายสารสกัดหยาบแต่ละชนิดด้วยตัวทำละลายเดิมที่ถูกละลาย ให้มีความเข้มข้น 0, 0.25, 0.5, 1 และ 2% w/v จากนั้นนำสกัดแต่ละชนิดแต่ละความเข้มข้น ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานทดลองที่เตรียมไว้ จากนั้นนำจานทดลองวางในตู้ hood เพื่อระเหยเอาเอทานอลในจานทดลองออก ใสน้ำกลั่นลงไปในจานทดลองปริมาตร 5 มิลลิลิตร วางเมล็ดพืชทดสอบ (หญ้าข้าวนก หรือ ผักเบี้ยหิน) จำนวน 20 เมล็ด/จานทดลอง โดยใส่จานทดลองละ 1 ชนิด ทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ มีตัวทำละลายเอทานอลที่มีความเข้มข้นต่างๆ เป็นกรรมวิธีควบคุม วางจานทดลองในห้องปฏิบัติการ ที่มีอุณหภูมิ 25 – 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน บันทึกผลการงอกของเมล็ด อัตราการรอดชีวิตของต้นกล้าโดยประเมินจากต้นกล้าที่มีความแข็งแรง วัดความยาวต้นและความยาวรากของต้นกล้า

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ผลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณสารสกัดหยาบ

ผลของความเข้มข้นของเอทานอลที่ต่างกันต่อปริมาณสารสกัดหยาบ พบว่า ปริมาณสารสกัดหยาบของแต่ละความเข้มข้นมีความแตกต่างกันทั้งในด้านปริมาณรวมและแต่ละครั้งที่สกัด เอทานอลความเข้มข้น 50% (E50) ให้ปริมาณสารสกัดมากที่สุดในการสกัดทั้ง 3 ครั้ง รองลงมาคือ เอทานอล 25% (E25) เอทานอล 75% (E75) น้ำกลั่น (E0) และเอทานอล 100% (E100) ตามลำดับ จากภาพผลการทดลอง (Figure 1) เห็นได้ว่าปริมาณสารสกัดหยาบของ E100 และ E0 ในการสกัดครั้งที่ 3 มีปริมาณสารสกัดที่น้อยกว่าความเข้มข้นอื่นๆ

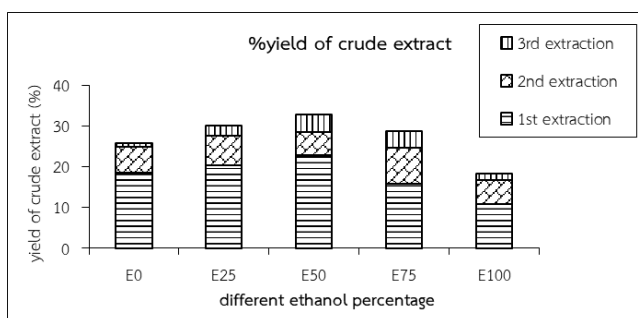


Figure 1 The effect of different ethanol percentage in water and extraction number on crude extraction yield from *M. paniculata* dried leaves

การทดสอบสารสกัดหยาบ

ผลต่อการงอกของเมล็ด โดยการทดสอบสารสกัดหยาบต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกและผักเบี้ยหิน พบว่า สารสกัดหยาบทุกความเข้มข้น (0.25 – 2%) ไม่มีผลต่อการงอกของพืชทั้งสอง (ไม่ได้แสดงข้อมูล) แต่อย่างไรก็ตาม สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้นสูงส่งผลทำให้ต้นกล้าผักเบี้ยหินตายมากขึ้น Figure 2 แสดงให้เห็นว่า ที่ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ 1% สารสกัดหยาบจากเอทานอล 50% (E50) 75% (E75) และ 100% (E100) ทำให้ต้นกล้าผักเบี้ยหินตายสมบูรณ์ 100% ขณะที่ความเข้มข้น 25% (E25) ทำให้ต้นกล้าตาย 60% ส่วนสารสกัดน้ำ (E0) ไม่พบการตายของต้นกล้า (Figure 2)

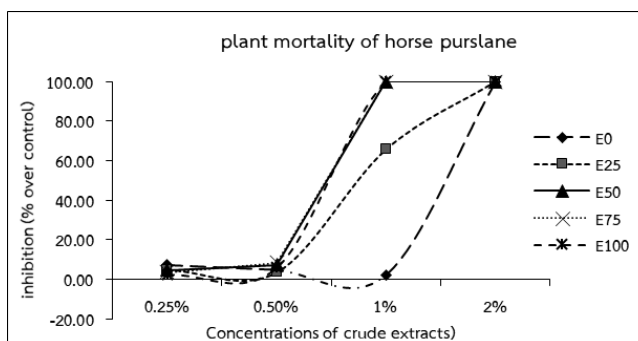


Figure 2 Plant mortality of *T. protulacastrum* treated on different crude extracts.

ผลต่อความยาวต้น ใน Figure 3a แสดงให้เห็นว่า สารสกัดหยาบมีผลต่อความยาวต้นกล้า ผักเบี้ยหินแตกต่างกัน ที่ความเข้มข้น 0.25% สารสกัดด้วย E100 ยับยั้งความยาวต้นสูงกว่าสารสกัดหยาบอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ รองมาคือ สารสกัด E75, E50, E25 และ E0 ตามลำดับ ระดับการยับยั้งเพิ่มสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดสูงขึ้น ที่ความเข้มข้น 2% สารสกัดหยาบทุกชนิดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของผักเบี้ยหินได้ 100% ในขณะที่ผลต่อหญ้าข้าวนก พบว่า สารสกัดหยาบทุกชนิดยับยั้งความยาวต้นกล้าหญ้าข้าวนกไม่มีผลทางสถิติ (Figure 3b)

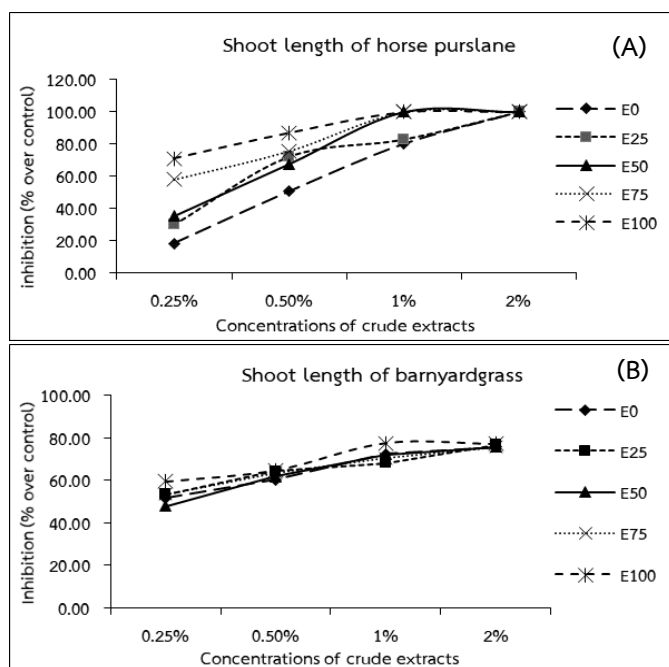


Figure 3 Effect of various crude extracts on shoot length of horse purslane (a) barnyardgrass (b) seedling at 7 days after treatment.

ผลต่อความยาวรากต้นกล้า พบว่า ที่ความเข้มข้น 0.5% พบความแตกต่างกันของฤทธิ์สกัดหยาบที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน สารสกัดหยาบ E100 และ E75 ยับยั้งความยาวรากผักเบี้ยหินสูงกว่าสารสกัดหยาบอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และสารสกัดหยาบ E0 มีฤทธิ์ยับยั้งความยาวรากผักเบี้ยหินน้อยที่สุด ขณะที่ ผลต่อความยาวรากหญ้าข้าวนก พบว่า ที่ความเข้มข้น 0.5% สารสกัดหยาบ E100 ยับยั้งความยาวรากหญ้าข้าวนกสูงสุด ขณะที่ E0 ยับยั้งน้อยสุด นอกจากนี้ ที่ความเข้มข้น 1% และ 2% สารสกัดหยาบทุกชนิดยับยั้งความยาวรากผักเบี้ยหินได้ 100% ขณะที่ 2% ยับยั้งความยาวรากหญ้าข้าวนกได้ 100% (Figure 4a and 4b)

สารอัลลีโลเคมีคอลที่พบในพืชมีหลายกลุ่ม เช่น phenolic acids, fatty acids, terpenoids, flavones, glucosinolates, flavonoids เป็นต้น (Haig, 2008) สารเหล่านี้มีคุณสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน เช่น ความมีขี้ น้ำหนักโมเลกุล การระเหยของสาร เป็นต้น การสกัดสารสำคัญจากพืชที่หลากหลายวิธี และเทคนิค การสกัดสารสำคัญจากพืชด้วยการผสมตัวทำละลายเช่นน้ำ อะซีโตน และแอลกอฮอล์ สามารถสกัดสารออกมาได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ เนื่องจากการผสมกันระหว่างตัวละลายที่มีขี้สูงคือน้ำ และตัวทำละลายที่มีขี้ปานกลางคือแอลกอฮอล์หรืออะซีโตน (Sun and Ho, 2005) จากผลการทดลอง

ซึ่งพบว่า การผสมเอทานอลกับน้ำในอัตรา 50:50 v/v สามารถสกัดปริมาณสารสกัดหยาบได้สูงสุด สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Poonpaiboonpipat *et al.* (2011) ที่รายงานว่า สารสกัดหยาบจากใบมะลิลาซ้อน (*Jasminac sambac* Ait) ด้วยเอทานอล 50% ผสมกับน้ำกลั่น ให้ปริมาณสารสกัดหยาบสูงกว่าเอทานอลหรือน้ำเพียงอย่างเดียว (Poonpaiboonpipat *et al.*, 2011)

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลของสารสกัดหยาบต่อฤทธิ์การยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ พบว่า สารสกัดหยาบ E100 ยับยั้งพืชทดสอบสูงสุด แสดงให้เห็นว่า เอทานอลน่าจะสกัดสารออกฤทธิ์สำคัญในใบแก้วมากกว่าการใช้ น้ำสกัดหรือน้ำผสมเอทานอล สารอัลลิเลเคมีคอลที่พบในพืชส่วนใหญ่ นั้นมักเป็นสารที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ เช่น phenolic acids, fatty acids และ terpenoids (Haig, 2008) ในใบแก้ว มีรายงานพบสารสำคัญ เช่น β -cyclocitral (22.9%), methyl salicylate (22.4%), trans-nerolidol (11.7%), α -cubebene (7.9%), (-)-cubenol (6.8%), β -cubebene (5.8%) และ isogermacrene (5.7%) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่ม terpenes ที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ (Olawore *et al.*, 2005) ในขณะที่ Aziz *et al.* (2010) รายงานว่าพบสาร auranptene, trans-gleiniadiene, 5,7-dimethoxy-8-(3-methyl-2-oxo-butyl) coumarin และ toddaleneone ซึ่งเป็นสารกลุ่ม coumarins ที่เป็นกลุ่มย่อยของ phenolic compounds และมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำเช่นกัน

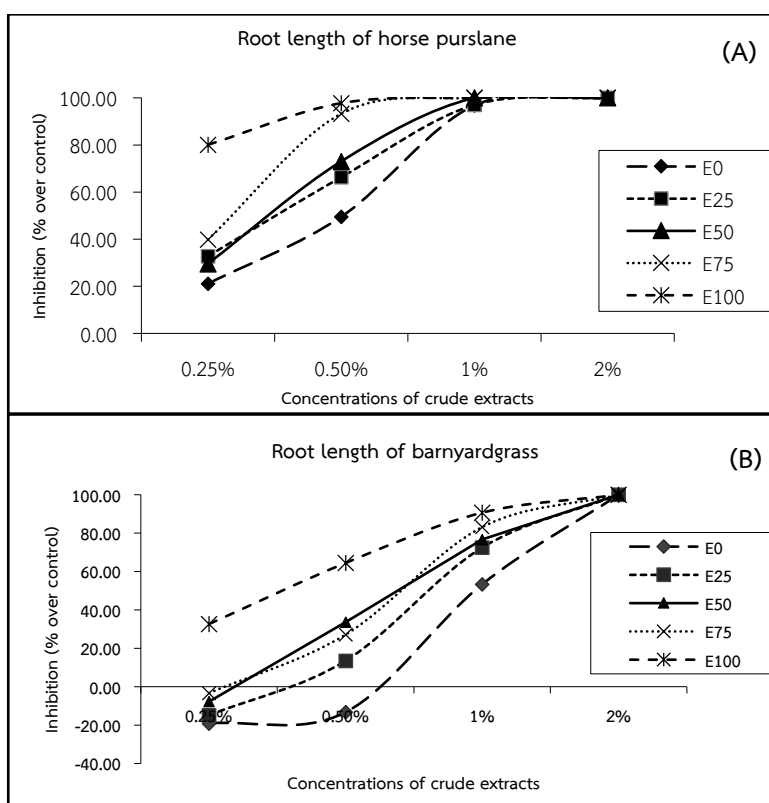


Figure 4 Effect of various crude extracts on shoot length of horse purslane seedling at 7 days after treatment

สรุป

การสกัดสารสำคัญจากใบแก้วด้วยการผสมเอทานอลและน้ำ ที่อัตรา 50: 50 v/v สามารถสกัดสารยับยั้งให้น้ำหนักมากที่สุด แต่ผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดยับยั้งพบว่า สารสกัดยับยั้งด้วยเอทานอล 100% (E100) มีฤทธิ์ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

- Aziz, S. S. S. A., M. A. Sukari, M. Rahmani, M. Kitajima, N. Aimi, and N. J. Ahpandi. (2010). Coumarins from *Murraya paniculata* (rutaceae) (koumarin daripada murraya paniculata (rutaceae)). *Koumarin daripada Murraya Paniculata (Rutaceae)*, 14, 1-5.
- Charoenying, P., M. Teerarak, and C. Laosinwattana. (2010). An allelopathic substance isolated from *Zanthoxylum limonella* Alston fruit. *Scientia Horticulturae*, 125(3), 411-416.
- Haig, T. (2008). Allelochemicals in Plants. In: Zeng, R., A. Mallik, and S. Luo (Eds.), *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry* (pp. 63-104). Springer New York.
- Khan, E. A., A. A. Khakwani, M. Munir, and Ghazanfarullah. (2015). Effects of allelopathic chemicals extracted from various plant leaves on weed control and wheat crop productivity. *Pakistan Journal of Botany*, 47(2), 735-740.
- Kumar, S. (2016). Analytical techniques for natural product research. CABI. 11-36 pp.
- Laosinwattana, C., M. Teerarak, and P. Charoenying. (2012). Effects of *Aglaia odorata* granules on the seedling growth of major maize weeds and the influence of soil type on the granule residue's efficacy. *Weed Biology and Management*, 12(3), 117-122.
- Lotina-Hennsen, B., B. King-Diaz, M. I. Aguilar, and M. G. Hernandez Terrones. (2006). Plant secondary metabolites. Targets and mechanisms of allelopathy. In: Reigosa, M. J., N. Pedrol, and L. González (Eds.), *Allelopathy: A Physiological process with ecological implications* (pp. 229-265). Springer Netherlands.
- Olawore, N. O., I. A. Ogunwande, O. Ekundayo, and K. A. Adeleke. (2005). Chemical composition of the leaf and fruit essential oils of *Murraya paniculata* (L.) Jack. (Syn. *Murraya exotica* Linn.). *Flavour and Fragrance Journal*, 20(1), 54-56.
- Pangnakorn, U., and T. Poonpaiboonpipattana. (2013). Allelopathic Potential of Orange Jessamine (*Murraya paniculata* L.) against Weeds". *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 3(10), 790-796.
- Poonpaiboonpipat, T., U. Pangnakorn, U. Suvunnamek, M. Teerarak, P. Charoenying, and C. Laosinwattana. (2013). Phytotoxic effects of essential oil from *Cymbopogon citratus* and its physiological mechanisms on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). *Industrial Crops and Products*, 41(1), 403-407.

- Poonpaiboonpipat, T., M. Teerarak, W. Phuwiwat, P. Charoenying, and C. Laosinwattana. 2011. Allelopathic effects of Arabian jasmine (*Jasminum sambac* Ait.) and preliminary test estimation in its natural herbicide activity. *Journal of Agricultural Technology*, 7(4), 1073-1085.
- Sun, T., and C. Ho. (2005). Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food Chemistry*, 90, 743-749.
- Teerarak, M., C. Laosinwattana, and P. Charoenying. (2010). Evaluation of allelopathic, decomposition and cytogenetic activities of *Jasminum officinale* L. f. var. *grandiflorum* (L.) Kob. on bioassay plants. *Bioresource Technology*, 101(14), 5677-5684.
- Wichittrakarn, P., M. Teerarak, P. Charoenying, and C. Laosinwattana. (2018). Effects of natural herbicide from *Tagetes erecta* on *Echinochloa crus-galli* (L.) beauv. *Allelopathy Journal*, 43(1), 17-30.