BSJ
BURAPHA SCIENCE JOURNAL
ISSN 2985-0983 (online)

วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 30 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2568
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 30 (No.3) September – December 2025 บทความวิจัย

ผลของสารสกัดจากใบผักแครด (*Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.) ที่สกัดด้วยวิธีแบ่งส่วนด้วยของเหลวต่อการงอกและการเจริญของกวางตุ้ง (*Brassica chinensis* Jusl var *parachinensis* (Bailey) Tsen & Lee)

Effects of *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn. Leaves Extracted by Liquid-Liquid Partition on Germination and Growth of Pakchoi (*Brassica chinensis* Jusl var *parachinensis* (Bailey) Tsen & Lee)

โชติกา กิจสุธา, กานติมาพร ดีรักษา, ไขขวัญ เอื้องอ้าย, พรหมพรพิชญวี จันทร์สุขศรี และ ภาคภูมิ พระประเสริฐ*

Chotika Kijsutha, Kantimaphorn Diraksa, KaiKhwan Aueangai,

Prompornpichyavee Chansuksri and Phakpoom Phraprasert*

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ประเทศไทย

Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University, Thailand

Received : 8 July 2025, Received in revised form : 19 November 2025, Accepted : 22 November 2025

Available online : 28 November 2025

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา : การทำการเกษตรอินทรีย์เป็นแนวทางหนึ่งที่ส่งผลดีต่อคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามในการทำการเกษตรนั้นจำเป็นจะต้องมีการจัดการวัชพืช ซึ่งปกตินิยมใช้สารเคมีในการกำจัดแต่เมื่อใช้แล้วสารเหล่านั้นสามารถสะสมในสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบในวงกว้าง ทั้งนี้ในธรรมชาติมีปรากฏการณ์อัลลีโลพาธีที่พืชสามารถสร้างสารอินทรีย์และปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมมีผลในการยับยั้งการเจริญของพืชข้างเคียง ซึ่งสารอินทรย์จากธรรมชาตินี้สามารถย่อยสลายได้ง่าย ดังนั้นจึงมีโอกาสสะสมในสิ่งแวดล้อมน้อยมาก และผักแครด (*Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีรายงานว่ามีผลทางอัลลีโลพาธีแต่เป็นเพียงการศึกษาในระดับสารสกัดหยาบเท่านั้น ยังไม่มีการแยกส่วนของสารสกัดว่าองค์ประกอบของสารเคมีกลุ่มใดที่มีผลทางอัลลีโลพาธี ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ทำการแยกส่วนของสารสกัดเพื่อให้ทราบว่าส่วนใดของสารสกัดที่มีศักยภาพทางอัลลีโลพาธี เพื่อสามารถนำมาพัฒนาต่อไปเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และเพื่อการพัฒนาการทำการเกษตรแบบยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย : ทำการสกัดสารจากใบผักแครดด้วยวิธีการแช่สกัดใน เมทานอล 80% เป็นเวลา 24 ชั่วโมงจากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง นำสารละลายที่ได้ไประเหยแห้งด้วย rotary evaporator ได้สารสกัดส่วนแรกคือสารสกัดหยาบ จากนั้นแบ่งสารสกัดหยาบครึ่งหนึ่งไปสกัดต่อด้วยวิธีปันส่วนของเหลว (liquid-liquid partition) โดยเติมกรดซัลฟุริกให้สารละลายมีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5 จากนั้นเติมคลอโรฟอร์ม ทำการเขย่าเบา ๆ เก็บสารชั้นคลอโรฟอร์ม ได้สารสกัดส่วนคลอโรฟอร์มและสารสกัดชั้นน้ำ โดยสารสกัดในชั้นคลอโรฟอร์มเป็นสารสกัดส่วน moderate polar และส่วนที่ละลายน้ำ เป็นสารสกัดส่วน aqueous acid แบ่งสารสกัดส่วน aqueous acid ที่ได้ครึ่งหนึ่งไปปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 10 ด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ จากนั้นเติมสารละลายผสมของคลอโรฟอร์มกับเมทานอล (อัตราส่วน 3: 1) เขย่าเบา ๆ เพื่อแยกสาร ได้สารส่วนที่ละลายน้ำ

เรียกสารส่วนนี้ว่า aqueous basic extract นำสารสกัดที่ได้ในแต่ละส่วนไประเหยแห้งด้วย rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปทดสอบการงอกและการเจริญเติบโตของกวางตุ้ง (*Brassica chinensis* Jusl var *parachinensis* (Bailey) Tsen & Lee) ที่ความเข้มข้น 0-2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 5 วัน นำเปอร์เซ็นต์การงอกที่ได้ไปคำนวณหาค่า IC_{50} ด้วยวิธี probit analysis จากนั้นนำสารสกัดไปหาค่า Ψ_S (osmotic potential) ด้วยวิธีการวัด freezing point depression โดยการแช่สารสะลายในน้ำแข็งที่ผสมเกลือ และวัดอุณหภูมิของสารละลายที่ต่ำที่สุด และอุณหภูมิก่อนสารละลายเมื่อเกิดการคายความร้อนก่อนเปลี่ยนสถานะ นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่า Ψ_S จากนั้นทดสอบผลของออสโมติกโพเทนเชียลของสารสกัดเปรียบเทียบกับ PEG ที่มีค่าออสโมติกโพเทนเชียลเท่ากับออสโมติกโพเทนเชียลของสารสกัดส่วนหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar ต่อการงอกของเมล็ด วัดความยาวยอด ราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพื่อประเมินผลของสารสกัดต่อการเจริญเติบโต

ผลการวิจัย : จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเมล็ดกวางตุ้งได้รับสารสกัดส่วนสารสกัดหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar มีผลให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดกวางตุ้งแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดมากขึ้นมีผลให้เปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่เมื่อเมล็ดกวางตุ้งได้รับสารสกัดส่วน aqueous acid และส่วน aqueous basic มีการงอกเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อนำเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดที่ได้รับสารสกัดหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar ไปคำนวณหาค่าความเข้มข้นที่ทำให้เมล็ดงอกลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ (IC_{50}) พบว่าสารสกัดหยาบมีค่าเท่ากับ 0.94 และสารสกัดส่วน moderate polar มีค่าเท่ากับ 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และเมื่อนำสารสกัดหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar ที่ IC_{50} ไปหาค่า Ψ_S พบว่า มีค่าเท่ากับ -0.24 และ -0.18 เมกกะปาสคาล (MPa) ตามลำดับ และเมื่อนำสารสกัดที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดได้แก่ สารสกัดหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar ไปทดสอบการงอกโดยเปรียบเทียบกันระหว่างผลต่อการงอกของเมล็ดที่ได้รับสารสกัดและ PEG ที่มีค่าออสโมติกโพเทนเชียลเท่ากัน พบว่าในสารละลาย PEG ที่มีค่าออสโมติกโพเทนเชียลเท่ากับ -0.18 และ -0.24 เมกกะปาสคาล มีผลการงอกของเมล็ดกวางตุ้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดควบคุม แต่พบว่าสารสกัดส่วนหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar ที่ระดับออสโมติกโพเทนเชียลเท่ากับ -0.24 และ -0.18 เมกกะปาสคาล (MPa) ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นการงอกของเมล็ดกวางตุ้งเมื่อเทียบกับชุดควบคุมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ยังพบด้วยว่าสารสกัดหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar มีผลยับยั้งการเจริญของยอดและราก และมีผลต่อน้ำหนักสด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสามารถยับยั้งการเจริญของยอดได้ 100 และ 94.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถยับยั้งการเจริญของรากได้ 100 และ 66.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ มีผลให้น้ำหนักสดลดลง 63.5 และ 69.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้ง

สรุปผลการวิจัย : จากการทดลองพบว่าสารสกัดหยาบจากผักแครดมีผลยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของกวางตุ้ง ทำให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่าสารสกัดจากผักแครดมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธีในการยับยั้งการงอกของเมล็ด โดยเมื่อทำการแยกสารสกัดออกเป็นส่วน 3 ส่วน ได้แก่ สารสกัดส่วน moderate polar สารสกัดส่วน aqueous acid และสารสกัดส่วน aqueous basic ซึ่งพบว่าสารสกัดในส่วน aqueous acid และ aqueous basic ไม่มีศักยภาพในการยับยั้งการงอกของเมล็ดที่ชัดเจน แต่พบว่า

สกัดส่วน moderate polar มีผลในการยับยั้งการงอกและการเจริญของกวางตุ้ง และระดับของออสโมติกโพเทนเชียลของสารสกัดส่วน moderate polar ไม่มีต่อการงอกของเมล็ด แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่าสารสกัดส่วนนี้มีส่วนประกอบของสารอัลลีโลพาธิกที่มีผลยับยั้งการการงอกและการเจริญเติบโตของกวางตุ้ง อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไปว่าสารชนิดใดที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในสารสกัดส่วน moderate polar ที่มีผลทางอัลลีโลพาธี

คำสำคัญ : ผักแครด ; อัลลีโลพาธี ; การงอกของเมล็ด ; ออสโมติก โพเทนเชียล

Abstract

Background and Objectives : Organic farming is one approach that benefits the quality of life of farmers, consumers, and the environment. However, effective weed management remains a necessary part of agricultural practice. Chemical herbicides are commonly used for this purpose, but they tend to accumulate in the environment and cause widespread negative impacts. In nature, allelopathy is a phenomenon whereby plants produce and release organic compounds into the environment that can inhibit the growth of neighboring plants. These naturally occurring organic compounds are usually biodegradable and thus have minimal potential for environmental accumulation. *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn. is a plant species that has been reported to exhibit allelopathic activity. However, prior studies have only evaluated its crude extracts, without further fractionation or identification of the specific chemical constituents responsible for the allelopathic effects. Therefore, this study aims to separate the extract into different fractions to determine which one holds allelopathic potential. The goal is to identify components that could be developed into environmentally safe herbicides that support sustainable agriculture and pose minimal risks to humans and ecosystems.

Methodology : Leaves of *Synedrella nodiflora* were extracted using 80% methanol by soaking for 24 hours, followed by filtration through filter paper. The resulting filtrate was evaporated to dryness using a rotary evaporator to obtain a crude extract. Half of this crude extract was subjected to liquid-liquid partitioning by adjusting the pH to 5 using sulfuric acid, then adding chloroform and gently shaking. Two layers formed: the chloroform phase (moderate polar extract) and the aqueous phase (aqueous acid extract). Half of the aqueous acid extract was further treated by adjusting the pH to 10 using ammonium hydroxide. A mixture of chloroform and methanol (3:1) was then added and gently shaken. The water-soluble fraction from this process was collected and termed the aqueous basic extract. Each extract was evaporated to dryness using a rotary evaporator at 39°C. The dried extracts were tested for their effects on seed germination and seedling growth of Chinese flowering cabbage (*Brassica chinensis* Jusl. var. *parachinensis* (Bailey) Tsen & Lee). Concentrations of 0–2 mg/mL were used, and observations were made over five days. Germination percentages were recorded and used to calculate IC_{50} values via probit analysis.

The osmotic potential of the extracts was determined using the freezing point depression method, in which the solution was chilled in a salt-ice mixture and the lowest temperature and phase-change temperature were recorded. These values were used to calculate osmotic potential. To assess whether osmotic effects influenced germination, PEG solutions with equivalent osmotic potentials to those of the crude and moderate polar extracts were prepared and tested for seed germination effects. Measurements included shoot length, root length, fresh weight, and dry weight to evaluate the impact of the extracts on plant growth.

Main Results : The results showed that both the crude extract and moderate polar extract significantly inhibited seed germination compared to the control group ($p < 0.05$). Increasing the concentration of the extracts led to a greater reduction in germination percentage. In contrast, the aqueous acid and aqueous basic extracts did not result in statistically significant differences in seed germination compared to the control group ($p > 0.05$). The IC_{50} values for the crude and moderate polar extracts were found to be 0.94 mg/mL and 2.5 mg/mL, respectively. The osmotic potentials of these extracts at IC_{50} concentrations were -0.24 MPa and -0.18 MPa, respectively. When the effects of these extracts were compared to PEG solutions with equivalent osmotic potentials, it was found that the PEG solutions did not significantly affect seed germination ($p > 0.05$). However, the crude and moderate polar extracts at the same osmotic potential significantly reduced germination compared to the control group ($p < 0.05$), indicating that the inhibition was not due to osmotic effects. Furthermore, the crude and moderate polar extracts significantly inhibited shoot and root growth, and reduced fresh weight ($p < 0.05$). Shoot growth was inhibited by 100% and 94.3%, and root growth by 100% and 66.1%, respectively. Fresh weight was reduced by 63.5% and 69.5%, respectively. However, there were no significant effects on dry weight.

Conclusions : This study confirmed that crude and moderate polar extracts from *Synedrella nodiflora* can significantly inhibit seed germination and seedling growth of Chinese flowering cabbage, demonstrating clear allelopathic potential. Among the three extract fractions—moderate polar, aqueous acid, and aqueous basic—only the moderate polar extract exhibited consistent inhibitory effects. The aqueous acid and basic extracts did not show any clear allelopathic activity. The observed effects were not caused by osmotic potential, as demonstrated by the control PEG treatments. Therefore, it can be concluded that the moderate polar extract contains bioactive allelochemicals responsible for the observed inhibition. Further research is needed to identify the specific compounds in the moderate polar extract responsible for this allelopathic activity and assess their potential for development as natural herbicides for sustainable agricultural applications.

Keywords : *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn. ; allelopathy ; seed germination ; osmotic potential

***Corresponding author. E-mail** : phakpoompp@yahoo.com

Introduction

หลังจากการปฏิวัติเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในราวทศวรรษที่ 1980 มีการใช้สารเคมีสังเคราะห์เพื่อกำจัดวัชพืชอย่างมากและแพร่หลาย ก่อให้เกิดการตกค้างของสารเหล่านั้นในธรรมชาติ นำมาซึ่งความเสียหายต่อระบบนิเวศ ทำให้ปัจจุบันแนวคิดทำการเกษตรแบบอินทรีย์กำลังเป็นที่แพร่หลาย (John & Babu, 2021) แต่ทั้งนี้ในการทำการเกษตรก็ยังจำเป็นต้องมีการจัดการวัชพืช ดังนั้นการหาทางในการจัดการนี้เป็นสิ่งที่ต้องการนำมาทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการกำจัดวัชพืช ทั้งนี้ในธรรมชาติพืชมีการปล่อยสารอินทรีย์ออกสู่สิ่งแวดล้อมเพื่อยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชข้างเคียง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าอัลลีโลพาธี (allelopathy) ดังนั้นจึงมีการศึกษาและการใช้ประโยชน์จากปรากฏการณ์นี้ในการกำจัดวัชพืช ข้อได้เปรียบของการใช้สารจากธรรมชาติคือการที่สามารถสลายตัวได้เร็วทำให้สามารถลดการตกค้างของสารในธรรมชาติได้ (Ain *et al*., 2023) การศึกษาทางอัลลีโลพาธีโดยปกติเริ่มจากการสังเกตพืชในธรรมชาติถึงลักษณะที่บ่งบอกการมีสารอัลลีโลพาธีหรือไม่ เช่น การที่พืชชนิดนั้น ๆ ไม่มีวัชพืชอยู่ใกล้เคียงหรือพืชนั้นอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโดยไม่มีพืชอื่นเจริญแทรกอยู่ จากนั้นจะนำพืชนั้นมาศึกษาเบื้องต้นโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ เพื่อนำสารที่สกัดได้ไปทดสอบกับเมล็ดพืชทดสอบ และเมื่อพบว่ามีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ จะทำการศึกษาต่อโดยการแยกองค์ประกอบสารเคมีในพืชที่ศึกษาด้วยวิธีการต่าง ๆ (Kato-Noguchi *et al*., 2023) เช่น การแยกด้วยวิธีโครมาโตกราฟี และการสกัดด้วยวิธีปันส่วนของเหลว เป็นต้น แต่วิธีการสกัดด้วยวิธีปันส่วนของเหลวเป็นวิธีที่นิยมใช้เพื่อแยกสารสกัดให้ได้กลุ่มของสารสกัดก่อนนำไปศึกษาองค์ประกอบของสารเคมี เช่น วิธีของ Harborne (1998) สามารถแยกสารออกเป็นกลุ่ม เช่น สารสกัดส่วน moderate polar extract ประกอบด้วยสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์และฟีนอลิก สารสกัดส่วน aqueous acid ประกอบด้วยสารกลุ่มอัลคาลอยด์และ N-oxides และ สารสกัดส่วน aqueous basic ประกอบด้วยสารกลุ่มควอเตอร์นารีอัลคาลอยด์และ N-oxides เป็นต้น เพื่อนำไปทดสอบกับพืชทดสอบต่อไป เมื่อได้ผลการยับยั้งพืชทดสอบจึงนำสารสกัดส่วนที่มีผลไปแยกด้วยวิธีการขั้นสูงและระบุชนิดของสารอัลลีโลพาธิกต่อไป มีการศึกษาเกี่ยวกับอัลลีโลพาธีในพืชจำนวนมากเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการจัดการวัชพืชในแปลงปลูก เช่น สารสกัดด้วยน้ำจาก *Mikania cordata* มีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญของ *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. & Hook, *Albizia procera* (Roxb.) Benth., และ *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielson) (Hossain, *et al*., 2016) การศึกษาสารสกัดด้วยน้ำจาก *Adenosma buchneroides* พบว่า มีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืช ได้แก่ *Bidens pilosa*, *Paspalum thunbergia*, และ *Bromus japonicus* (Wang *et al*., 2022) สารสกัดด้วยเมทานอล 70%จากใบของ *Elaeocarpus floribundus* Blume สามารถยับยั้งการเจริญของยอดและราก *Lepidum sativum* L. และ *Medicago sativa* L. โดยพบสารกลุ่มฟีนอลิก (phenolics) 3 ชนิด ที่มีผลทางอัลลีโลพาธี ได้แก่ (3R)-3-hydroxy-β-ionone, cis-3-hydroxy-α-ionone, และ loliolide (Hossen *et al*., 2022) Kato-Noguchi *et al*. (2023) ศึกษาใน *Osmanthus* บางชนิด พบว่า สารสกัดด้วยเมทานอล 80% จากพืชดังกล่าวสามารถยับยั้งการเจริญของยอดและรากของ *Lepidium sativum* L., *Medicago sativa* L., *Lolium multiflorum* Lam., และ *Vulpia myuros* (L.) C.C.Gmel โดยเมื่อทำการแยกสารสกัดพบว่า สารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเป็นสารกลุ่มฟีนอลิกที่ชื่อว่า pinoresinol รวมทั้งยังพบด้วยว่าสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ (terpenoids) คือ 10-acetoxyligustroside มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธีด้วยเช่นกัน

ในการศึกษาการงอกของเมล็ดที่ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดจากพืชชนิดต่าง ๆ มักให้แนวโน้มของผลไปในทางเดียวกันคือ เมื่อสารสกัดมีความเข้มข้นมากขึ้นทำให้เมล็ดของพืชทดสอบงอกลดลง ซึ่งในกรณีนี้มีปัจจัยที่ควรได้รับการตรวจสอบด้วยการที่สารสกัดมีความเข้มข้นมากขึ้นย่อมส่งผลให้ออสโมติกโพเทนเชียล (osmotic potential: Ψ_S) ของสารสกัดลดต่ำลงและอาจส่งผลให้เมล็ดงอกลดลง ซึ่งอาจทำให้การแปลผลทางอัลลีโลพาธีคลาดเคลื่อนด้วย เนื่องจากเมล็ดดูดน้ำได้น้อยลง (Boyd & Van Acker, 2004). โดยการศึกษาผลของ Ψ_S ต่อข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) และ *Cicer arietinum* พบว่า ค่า Ψ_S ที่ต่ำถึง -0.22 เมกกะปาสคาล ไม่มีผลต่อการงอกและการเจริญ (Salam *et al*., 2018) และ การศึกษาผลของ Ψ_S ต่อการงอกของ *Brassica napus* L. พบว่า ที่ค่า Ψ_S -0.712 เมกกะปาสคาล ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ด (Geddes *et al*., 2015) พืชวงศ์ Asteraceae เป็นพืชวงศ์ที่มีการรายงานว่ามีสารอัลลีโลพาธิก (allelpathics) อย่างกว้างขวาง (Lopez *et al*., 2008; El-Gawad *et al*., 2019; La lacona *et al*., 2024; Gxasheka *et al*., 2025) และผักแครด (*Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.) ซึ่งเป็นวัชพืชรุกรานและเป็นพืชสมาชิกในวงศ์นี้ รวมทั้งมีรายงานว่าสารสกัดจากผักแครดสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญของพืชทดสอบได้ดี (Kingthong & Phraprasert, 2023) แต่ยังไม่มีรายงานว่าสารกลุ่มใดของผักแครดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญพืชทดสอบ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงศึกษาผลของสารสกัดจากใบผักแครดที่แยกด้วยวิธีแบ่งส่วนด้วยของเหลวต่อการงอกและการเจริญของกวางตุ้ง เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาการนำสารสกัดจากผักแครดไปใช้ในการกำจัดวัชพืชต่อไป

Methodology

ตัวอย่างและการสกัดสาร

ทำการเก็บตัวอย่างผักแครด (*Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.) จาก จังหวัดอุบลราชธานี จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำไปผึ่งลมให้แห้งสนิทเป็นเวลา 3 วัน ทำการเก็บตัวอย่างเฉพาะส่วนใบนำไปบดละเอียดจนเป็นผง ทำการชั่งผงใบผักแครด 1 กิโลกรัม จากนั้นทำการสกัดสารตามวิธีการของ Harborne (1998) โดยเติม เมทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ 3 ลิตร แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจึงทำการกรองสารสกัดที่ได้ด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4 จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วย rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการชั่งสารสกัดที่ได้เพื่อไปคำนวณหาปริมาณสารสกัดต่อกรัมเนื้อเยื่อแห้ง แบ่งสารส่วนหนึ่งไว้สำหรับการทดลองผลของสารสกัดต่อการงอกของเมล็ด เรียกสารส่วนนี้ว่า สารสกัดหยาบ (crude extract) อีกส่วนหนึ่งนำไปสกัดต่อโดยการเติมกรดซัลฟิวริก ให้สารละลายมีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5 จากนั้นเติมคลอโรฟอร์ม ทำการเขย่าเบา ๆ เพื่อสกัดสาร ทำการเก็บสารชั้นคลอโรฟอร์ม ทำซ้ำ 3 ครั้ง ในขั้นตอนนี้จะได้สารสกัด 2 ส่วน คือ ส่วนที่ละลายน้ำ เรียกส่วนนี้ว่า สารสกัดส่วน aqueous acid และสารสกัดส่วนคลอโรฟอร์ม เรียกว่า moderate polar extract นำสารสกัดทั้งสองส่วนไประเหยแห้งด้วย rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการชั่งสารสกัดที่ได้ เพื่อไปคำนวณหาปริมาณสารสกัดต่อกรัมเนื้อเยื่อแห้ง เก็บตัวอย่างสารสกัดส่วน aqueous acid ส่วนหนึ่งไว้อีกส่วนหนึ่งนำไปสกัดต่อ โดยนำสารสกัดส่วน aqueous acid ไปปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 10 ด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ จากนั้นเติมสารละลายผสมของคลอโรฟอร์มกับเมทานอล (อัตราส่วน 3: 1) เขย่าเบา ๆ เพื่อ

แยกสาร ได้สารส่วนที่ละลายน้ำ (aqueous basic) นำสารสกัดที่ได้ไประเหยแห้งด้วย rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการชั่งสารสกัดที่ได้ เพื่อไปคำนวณหาปริมาณสารสกัดต่อกรัมเนื้อเยื่อแห้ง (Figure 1)

การทดสอบผลของสารสกัดต่อการงอกของเมล็ด

ตัดกระดาษเพาะเมล็ดใส่ลงในจานแก้ว นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นใส่สารสกัดจากผักแครดส่วนต่าง ๆ 10 มิลลิลิตร ได้แก่ สารสกัดหยาบ สารสกัดส่วน moderate polar extract สารสกัดส่วน aqueous acid (ปรับ pH เป็น 7 ด้วย NaOH) และ สารสกัดส่วน aqueous basic (ปรับ pH เป็น 7 ด้วย HCl) ทำการทดสอบโดยใช้สารสกัดความเข้มข้น 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีน้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม จากนั้นนำเมล็ดกวางตุ้ง (*Brassica chinensis* Jusl var *parachinensis* (Bailey) Tsen & Lee) ใส่ลงในจานแก้ว จานละ 25 เมล็ด วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28°C) เป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบเวลาทำการนับจำนวนเมล็ดที่งอก โดยกำหนดให้เมล็ดที่งอกหมายถึงเมล็ดที่มีรากเจริญออกมานอกเปลือกหุ้มเมล็ดอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร

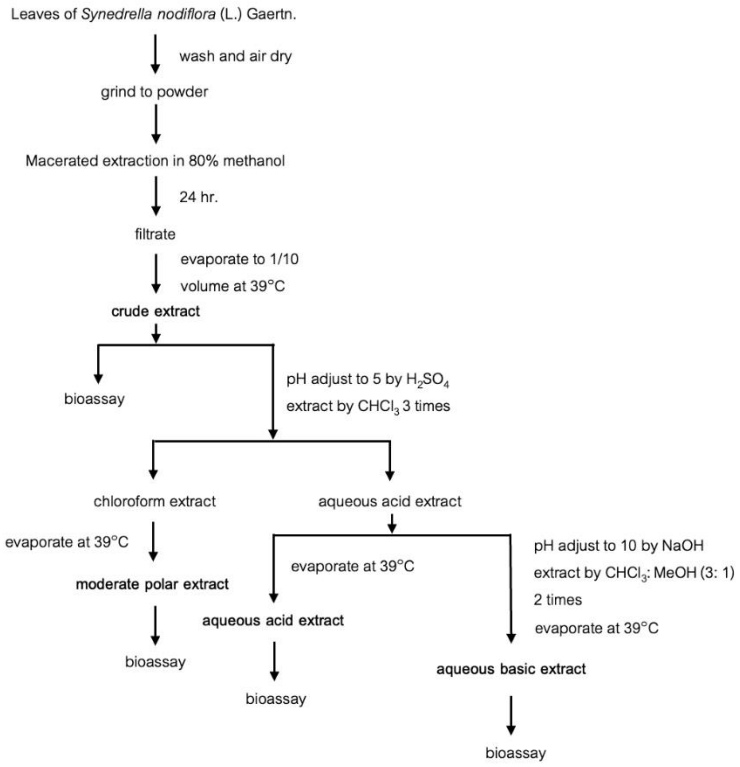

Figure 1 Procedure of *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn. extracted by liquid-liquid partition (Harborne, 1998)

การหาค่าออสโมติกโพเทนเชียล (Ψ_S) ของสารสกัดและสารละลาย PEG

นำสารสกัดจากผักแครดส่วนสารสกัดหยาบและส่วน moderate polar extract ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง จากนั้นนำไปใส่ในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งผสมโซเดียมคลอไรด์วัดอุณหภูมิในหลอดทดลองด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิทัล ค่อย ๆ คนสารละลายอย่างช้า ๆ ตลอดเวลา ซึ่งอุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดลง บันทึกอุณหภูมิที่ลดลงจนถึงจุดต่ำสุด (degree of supercooling) หลังจากนั้นอุณหภูมิจะสูงขึ้นและมีค่าคงที่ (apparent freezing point) บันทึกค่าอุณหภูมิดังกล่าว นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่า Ψ_S ของสารละลาย ดังสมการ (1) (William & William, 1931)

$$\Psi_S = 1.22 \times \Delta f \times (K / 273\ K) \quad (1)$$

โดยที่ Δf = apparent freezing point

เตรียมสารละลาย PEG (Polyethylene glycol) ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 4,000 ดาลตัน ให้มีความเข้มข้น 0.1 0.4 0.8 และ 1.2 กรัม/มิลลิลิตร จากนั้นแบ่งสารละลายมา 1 มิลลิลิตร นำไปหาค่า Ψ_S เช่นเดียวกับสารสกัด โดยทำการวัดความเข้มข้นละ 4 ซ้ำ จากนั้นนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานของความเข้มข้นและ Ψ_S ทำการคำนวณหาความเข้มข้นของ PEG ที่มี Ψ_S เท่ากับสารสกัดเพื่อทำการเตรียมสารละลาย PEG ในการทดสอบผลของ Ψ_S ต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดกวางตุ้งต่อไป

การวัดการเจริญเติบโต

ทำการเพาะเมล็ดใน น้ำกลั่น สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 0.94 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัดส่วน moderate polar ที่ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยทำการเพาะเมล็ดด้วยวิธีการเดียวกันกับการทดสอบผลของสารสกัดต่อการงอกของเมล็ด จากนั้นเมื่อครบเวลา 5 วัน จึงวัด ความยาวยอด ความยาวราก ของเมล็ดที่งอกทั้งหมดในแต่ละชุดทดลอง แล้วจึงนำตัวอย่างทั้งหมดไปชั่งหาน้ำหนักสด และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักแห้ง

แผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ เมื่อได้ข้อมูลทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยวิธี One-Way ANOVA จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey HSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม PSPP เวอร์ชั่น 2.0.1

Results

จากการสกัดสารจากผักแครดด้วย เมทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ และนำมาสกัดด้วยวิธีแบ่งส่วนด้วยของเหลว ได้สารสกัดแต่ละส่วน ได้แก่ สารสกัดหยาบ สารสกัดส่วน moderate polar สารสกัดส่วน aqueous acid และสารสกัดส่วน aqueous basic นำสารสกัดแต่ละส่วนที่ได้ไปทดสอบผลต่อการงอกของเมล็ดกวางตุ้ง ที่ความเข้มข้น 0 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นทำการนับจำนวนเมล็ดที่งอก และนำไปคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การงอกเมื่อเปรียบเทียบกับชุด

ควบคุม พบว่า สารสกัดหยาบมีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้งได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเป็น 37 0 และ 2 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามลำดับ (Figure 2A)

เมื่อทดสอบการงอกของเมล็ดกวางตุ้งด้วยสารสกัดส่วน Moderate polar พบว่าสารสกัดมีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยเมื่อความเข้มเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกเมื่อเทียบกับชุดควบคุมน้อยลง โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเป็น 96 88 และ 57 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามลำดับ (Figure 2B) การทดสอบการงอกด้วยสารสกัดส่วน aqueous acid และ aqueous basic พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดที่ได้รับสกัดส่วน aqueous acid มีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเป็น 80 63 และ 94 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามลำดับ (Figure 2C) และเมล็ดที่ได้รับสกัดส่วน aqueous basic มีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเป็น 94 86 และ 89 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามลำดับ (Figure 1D) เมื่อนำข้อมูลจากการทดสอบผลของสารสกัดส่วนต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดกวางตุ้งไปหาค่า IC_{50} โดยวิธี Probit analysis พบว่า สารสกัดส่วน crude extract และสารสกัดส่วน moderate polar มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.94 และ 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดส่วน aqueous acid และ aqueous basic มีค่ามากกว่า 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (Table 1)

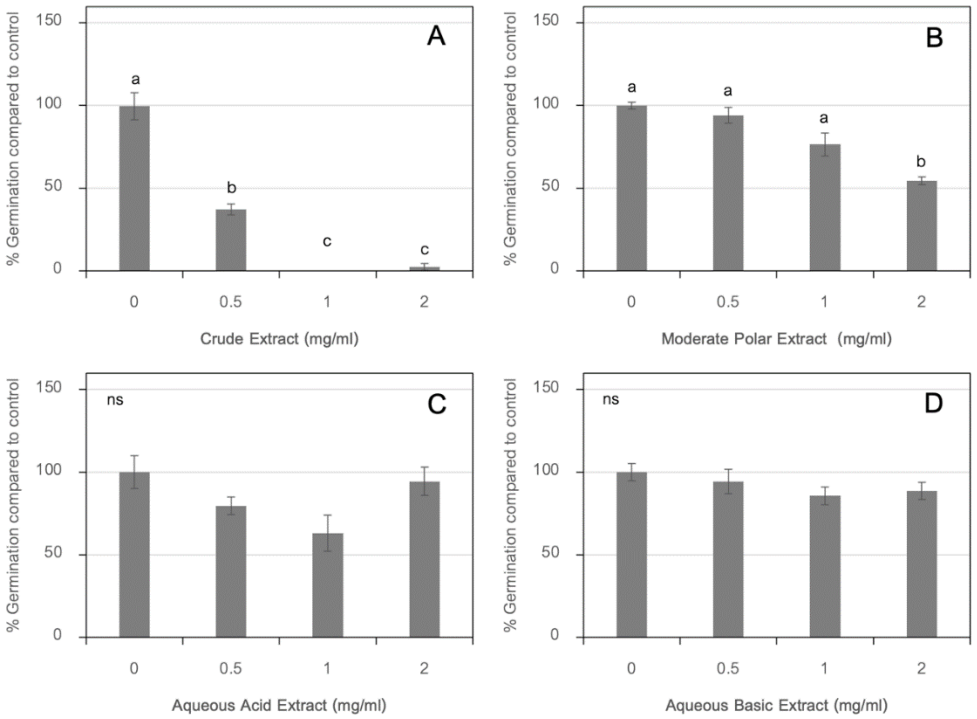

Figure 2 Percent germination of Pakchoi treated by A) Crude Extract, B) Moderate Polar Extract, C) Aqueous Acid Extract, and D) Aqueous Basic Extract, from *S. nodiflora* for 5 days. (Error bars show ±standard error, letter abc on the graph shows the statistical difference at $p<0.05$ by Tukey HSD, ns means not statistical significant)

Table 1 IC_{50} and Ψ_S of extract partitions from *S. nodiflora* tested on the germination of Pakchoi for 5 days

Extracts	IC_{50} (mg/mL)	Ψ_S (Mpa)
Crude extract	0.94	-0.24
Moderate polar extract	2.50	-0.18
aqueous acid	> 2.00	Not tested
aqueous basic	> 2.00	Not tested

เมื่อนำสารสกัดที่ความเข้มข้นเท่ากับ IC_{50} ของสารสกัดแต่ละส่วนไปหาค่า Ψ_S พบว่าสารสกัดส่วน crude extract และ moderate polar extract มีค่าเท่ากับ -0.24 และ -0.18 เมกกะปาสคาล (MPa) ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่ได้ทำการศึกษาในสารสกัดส่วน aqueous acid และ aqueous basic เนื่องจากไม่แสดงแนวโน้มการยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้ง (Table 1) จากนั้นนำสารสกัดส่วน crude extract และ moderate polar extract และสารละลาย PEG ที่มีค่า Ψ_S เท่ากับสารสกัดไปทดสอบการงอก พบว่า สารสกัดทั้งส่วนสารสกัดหยาบและ สารสกัดส่วน moderate polar มีผลให้เปอร์เซ็นต์การงอกเมื่อเทียบกับชุดควบคุมลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยลดลงเป็น 49 และ 56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ในชุดที่ทดสอบการงอกด้วยสารละลาย PEG ทั้งที่ Ψ_S เท่ากับ -0.24 และ -0.18 เมกกะปาสคาล ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (Figure 3A and B)

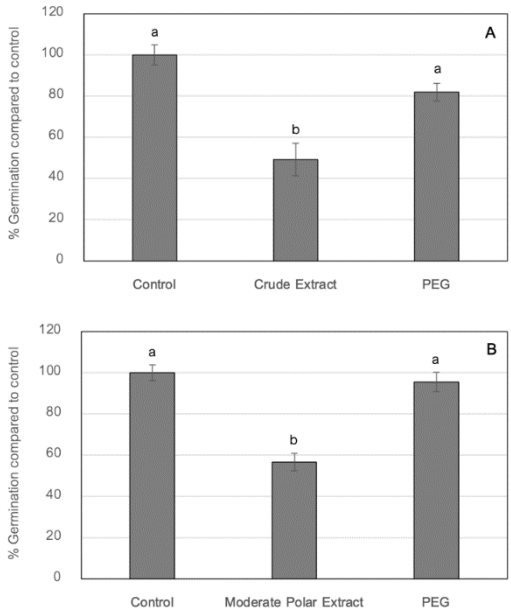

Figure 3 Percent germination compared to control of Pakchoi in extracts and PEG, A) Crude extract and PEG at -0.24 Mpa, and B) Moderate Polar Extract and PEG at -0.18 Mpa, for 5 days. (Error bars show ±standard error, letter a and b on the graph shows the statistical difference tested by Tukey HSD at $p < 0.05$.)

การศึกษาการเจริญเติบโตของกวางตุ้งที่ได้รับสารสกัดหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นนำมาวัดความยาวยอด ความยาวราก และชั่งหาน้ำหนักสด แล้วจึงนำไปอบแห้งเพื่อนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง พบว่า เมื่อนำความยาวยอดและความยาวรากของแต่ละชุดทดลองไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ความยาวยอดและรากของต้นกล้ากวางตุ้งในแต่ละชุดทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ยความยาวยอดเท่ากับ 0.86 เซนติเมตร ชุดที่ได้รับสารสกัดหยาบ ไม่มีการเจริญของยอด และสารสกัดส่วน moderate polar มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.30 เซนติเมตร ส่วนความยาวรากของกวางตุ้งในชุดควบคุม ชุดที่ได้รับสารสกัดหยาบและได้รับสารสกัดส่วน moderate polar มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.13 0.1 และ 0.38 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อนำข้อมูลน้ำหนักสดของต้นกล้ากวางตุ้งไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยชุดควบคุม ชุดที่ได้รับสารสกัดหยาบ และชุดที่ได้รับสารสกัดส่วน moderate polar มีน้ำหนักสดเท่ากับ 182 116 และ 127 มิลลิกรัม ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักแห้งของกวางตุ้งที่เพาะในสารสกัด พบว่า มีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยในชุดควบควบคุม ชุดที่ได้รับสารสกัดหยาบและชุดที่ได้รับสารสกัดส่วน moderate polar มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 51 54 และ 48 มิลลิกรัม ตามลำดับ (Figure 4)

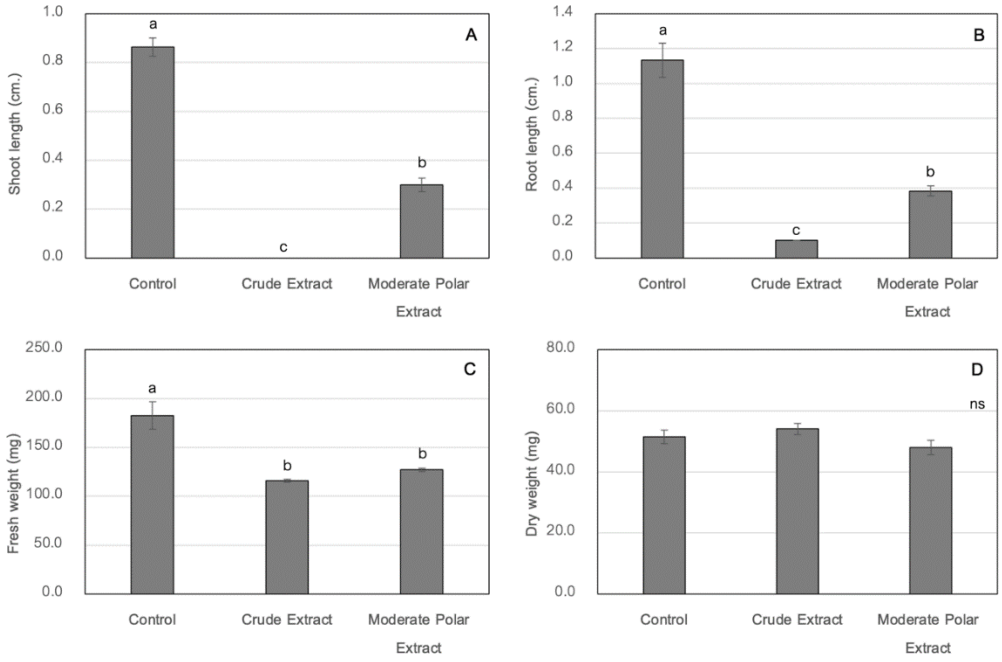

Figure 4 A) Shoot length, B) root length, C) Fresh weight, and D) dry weight of Pakchoi treated by crude extract and Moderate polar extract for 5 days. (Error bars show ±standard error, letter abc on the graph shows the statistical difference tested by Tukey HSD at $p<0.05$ and ns means not significant)

Discussion

การศึกษาผลทางอัลลีโลพาธีของสารสกัดจากผักแครดต่อการงอกและการเจริญเติบโตของกวางตุ้ง โดยศึกษาในส่วนของสารสกัดหยาบ สารสกัดส่วน moderate polar สารสกัดส่วน aqueous acid และ สารสกัดส่วน aqueous basic พบว่าสารสกัดส่วนหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar มีผลให้เมล็ดกวางตุ้งงอกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงให้เห็นว่าสารสกัดส่วนดังกล่าวมีสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้ง สอดคล้องกับรายงานผลของสารสกัดจากในพืชวงศ์เดียวกันกับผักแครด (Asterraceae) ได้แก่ *Silybum marianum*, *Cynara cardunculus*, และ *Galactites tomentosus* มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธี (La Iacona *et al*., 2024) อย่างไรก็ตาม เมื่อนำสารสกัดหยาบจากผักแครดไปแยกส่วน พบว่าส่วนที่แยกได้ 3 ส่วน มีเพียงส่วน moderate polar extract เท่านั้นที่มีฤทธิ์ยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้ง ส่วน aqueous acid extract และ aqueous basic extract ไม่มีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้ง ซึ่งจากวิธีการแยกสารสกัดที่ใช้ในการทดลองนี้ ในสารสกัดส่วน moderate polar จะมีสารกลุ่ม ฟีนอลิก และ เทอร์พีนอยด์ เป็นองค์ประกอบ (Harborne, 1998) ทั้งนี้มีรายงานว่าสารสกัดจาก *Euryops floribundus* ซึ่งสามารถยับยั้งการงอกของผักกาด (*Lactuca sativa*) มีสารกลุ่มฟีนอลิก 401 มิลลิกรัมเทียบเท่ากรดแกลลิกต่อกรัม (Gxasheka *et al*., 2025) สารประกอบฟีนอลิกหลายชนิด เช่น p-coumaric, gentisic, p-hydroxybenzoic, syringic acid, vanillic acids, catechol, gallic acid, ferulic acid, และ anisic acid มีรายงานว่ามีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธี (Li *et al*., 2010) มีการสกัดและศึกษาสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ได้แก่ ocimenones จาก *Tagetes minuta* ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ Asteraceae พบว่า มีผลทางอัลลีโลพาธี โดยสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ (Lopez *et al*., 2008)

เนื่องจากในการยับยั้งการงอกของสารสกัดจากผักแครดอาจเป็นผลจากสารที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดโดยตรง หรืออาจเป็นผลจากการที่สารสกัดมีตัวถูกละลายอยู่มากจนทำให้มีค่า Ψ_S ต่ำลงและมีผลต่อการดูดน้ำของเมล็ดได้ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ทำการทดสอบผลของ Ψ_S ต่อการงอกของเมล็ดกวางตุ้งด้วย โดยนำสารสกัดส่วนหยาบและส่วน moderate polar extract ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดได้ ไปหาค่า IC_{50} ต่อการงอกของเมล็ดกวางตุ้ง พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.94 และ 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จากนั้นจึงนำไปวัดค่า Ψ_S ซึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ -0.24 และ -0.18 เมกกะปาสคาล ตามลำดับ ทำการเตรียมสารละลาย PEG ที่มีค่าเท่ากับ Ψ_S และนำไปทดสอบการงอกของเมล็ด พบว่า เมล็ดที่เพาะใน PEG ที่มีค่า Ψ_S -0.24 และ -0.18 เมกกะปาสคาล มีเปอร์เซ็นต์การงอกไม่แตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม จึงสรุปในประเด็นนี้ได้ว่าค่า Ψ_S ในระดับดังกล่าวไม่มีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ด ดังนั้นผลของสารสกัดหยาบ และสารสกัดส่วน moderate polar ที่ทำให้เมล็ดกวางตุ้นมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำลงจึงเป็นผลมาจากสารที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดที่อาจมีผลต่อกลไกทางสรีรวิทยาในระหว่างการงอกของเมล็ด อย่างไรก็ตามในเมล็ดข้าวโพดค่า Ψ_S ที่ต่ำลงถึง -0.6 เมกกะปาสคาล ยังไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอก (Walne *et al*., 2020) และเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดในพืชสกุล *Brassica* จะเริ่มลดต่ำลงเมื่อค่า Ψ_S ต่ำกว่า -0.8 เมกกะปาสคาล (Pace & Benincasa, 2010)

เมื่อศึกษาผลของสารสกัดจากผักแครดส่วนสารสกัดหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้ง พบว่า สารสกัดหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar มีผลยับยั้งความยาวยอดและความยาวรากอย่าง

ชัดเจน ทำให้เห็นได้ว่าสารที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตเป็นสารที่เป็นองค์ประกอบอยู่ใน moderate polar extract ซึ่งเป็นสารกลุ่มฟีนอลิกและเทอร์พีนอยด์ (Harborne, 1998) มีรายงานว่าสารประกอบกลุ่มฟีนอลิก ได้แก่ p-coumaric acid, chlorogenic acid, caffeic acid, ferulic acid, gallic acid, p-hydroxybenzoic acid, protocatechuic acid, syringic acid, และ vanillic acid มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของยอดและรากของ *Ambrosia artemisiifolia* (Scepanovic *et al*., 2022) ทั้งนี้มีรายงานว่าเทอร์พีนอยด์กลุ่มโมโนเทอร์พีน (monoterpenes) จาก *Salvia leucophylla* มีผลยับยั้งการเจริญของราก *Brassica campestris* โดยพบว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งการสังเคราะห์ดีเอ็นเอทั้งในนิวเคลียสและออแกเนลล์ของเนื้อเยื่อเจริญปลายราก (Nishida *et al*., 2005) ทั้งนี้การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากผักแครดพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบมีสารที่เป็นองค์ประกอบ 49 ชนิด โดยชนิดที่มีปริมาณมาก เช่น (E)-β-caryophyllene, germacrene D, α-isocomene, thymol, β-cubebene, bicyclogermacrene, α-pinene, β-pinene, myrcene, และ limonene เป็นต้น (Kambire *et al*., 2024) ซึ่งสารบางชนิดมีรายงานว่ามีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธี เช่น thymol, limonene (Azirak & Karaman, 2008) myrcene (Hsiung *et al*., 2013) เมื่อพิจารณาค่า IC_{50} พบว่า ค่า IC_{50} จากสารสกัดหยาบมีค่าต่ำกว่าค่า IC_{50} ของสารสกัดส่วน moderate polar แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบมีศักยภาพในการยับยั้งการงอกได้ดีกว่าสารสกัดส่วน moderate polar ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าสารออกฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธีจากผักแครดอาจเกิดจากสารหลายชนิด ซึ่งมีผลการทำงานเสริมฤทธิ์กันแบบ additive หรือ synergistic inhibitory action สอดคล้องกับการศึกษาใน *Medicago minima* พบว่ามีการเสริมฤทธ์กันของอัลลีโลพาธี เนื่องจากสารสกัดหยาบให้ผลยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบได้ดีกว่าสารสกัดส่วนอื่น (Scognamiglio & Schneider, 2020) ทั้งนี้เป็นเรื่องที่ต้องศึกษาต่อไปว่าองค์ประกอบของสารสกัดจากผักแครดที่ออกฤทธิ์เชิงอัลลีโลพาธีในการทดลองนี้เป็นสารใดบ้าง รวมทั้งยังคงต้องศึกษาถึงผลของสารเหล่านั้นต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Conclusions

การศึกษาผลของสารสกัดจากผักแครดโดยการนำสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเมทานอล แล้วนำไปแยกส่วน ได้สารสกัดส่วน moderate polar, aqueous acid, และ aqueous basic พบว่ามีเพียงสารสกัดส่วนหยาบและสารสกัดส่วน moderate polar เท่านั้นที่มีผลยับยั้งการงอกอย่างชัดเจน โดยพบว่าสารสกัดส่วนหยาบมีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญได้ดีกว่า ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าผักแครดมีองค์ประกอบสารเคมีที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาธีมากกว่าหนึ่งชนิดและมีผลแบบเสริมฤทธิ์กัน และเมื่อทดสอบสารสกัดที่ความเข้มข้นที่ IC_{50} เปรียบเทียบกับ PEG ที่มีค่า Ψ_S เท่ากัน พบว่าความสามารถในการยับยั้งการงอกไม่ได้เป็นผลมาจากความเครียดออสโมติก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าความสามารถในการยับยั้งการงอกของผักแครดมาจากอัลลีโลพาธิกที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดส่วนสารสกัดหยาบและส่วน moderate polar ซึ่งควรมีการศึกษาต่อไปถึงชนิดของสารอัลลีโลพาธีในผักแครดและการเสริมฤทธิ์กันของสารเหล่านั้น รวมทั้งการทำการทดลองระดับแปลงปลูกต่อไปเพื่อเป็นองค์ความรู้ในการพัฒนาเป็นสารกำจัดวัชพืชจากธรรมชาติต่อไป

References

Ain, Q., Mushtaq, W., Shadab, M., & Siddiqui, M.B. (2023). Allelopathy: an alternative tool for sustainable agriculture. *Physiology Molecular Biology Plants, 29*, 495–511.

Azirak, S., & Karaman, S. (2008). Allelopathic effect of some essential oils and components on germination of weed species. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 58*, 88-92.

Boyd N, & Van Acker, R. (2004). Seed germination of common weed species as affected by oxygen concentration, light, and osmotic potential. *Weed Science*, 589-596.

El-Gawad, A. A., Elshamy, A., El Gendy, A. E.-N., Gaara, A., & Assaeed, A. (2019). Volatiles profiling, allelopathic activity, and antioxidant potentiality of *Xanthium strumarium* leaves essential oil from Egypt: Evidence from chemometrics analysis. *Molecules, 24*(3), 584. doi.org/10.3390/molecules24030584

Geddes, C.M., Cavalieri, A., Daayf, F., & Gulden, R.H. (2015). The allelopathic potential of Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth.) Mulch. *American Journal of Plant Sciences, 6*(16), 2651-2663.

Gxasheka, M., Mbita, Z., Laka, K., Mndela, M., & Dlamini, P. (2025) Phytochemical analysis and allelopathic potential of an aggressive Encroacher shrub, *Euryops floribundus (*Asteraceae). *Plants (Basel), 14*(4), 601. doi: 10.3390/plants14040601.

Harborne, J.B. (1998). *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis* (3rd Ed.), Bury St Edmunds: Chapman & Hall.

Hossain, M.K., Anwar, S., & Nandi, R. (2016). Allelopathic effects of *Mikania cordata* on forest and agricultural crops in Bangladesh. *Journal of Forest Research, 27*, 155–159.

Hossen, K., Das, K. R., Asato, Y., Teruya, T., & Kato-Noguchi, H. (2022). Allelopathic activity and characterization of allelopathic substances from *Elaeocarpus floribundus* Blume leaves for the development of bioherbicides. *Agronomy, 12*(1), 57. doi.org/10.3390/agronomy12010057

Hsiung, Y.C., Chen, Y.A., Chen, S.Y., Chi, W.C., Lee, R.H., & Chiang, T.Y. (2013). Volatilized myrcene inhibits growth and activates defense responses in rice roots. *Acta Physiologie Plantarum, 35*, 2475–2482.

John, D. A., & Babu, G. R. (2021). Lessons from the aftermaths of Green Revolution on food system and health. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 5*, 644559. doi.org/10.3389/fsufs.2021.644559.

Kambire, D. A., Touré, K., Yapi, T. A., Paoli, M., Bighelli, A., Boti, J. B., & Tomi, F. (2024). Comparative study of the chemical composition of root, stem and leaf essential oils from *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn. *Compounds, 4*(3), 521-533.

Kato-Noguchi, H., Hamada, Y., Kojima, M., Kumagai, S., Iwasaki, A., & Suenaga, K. (2023). Allelopathic substances of *Osmanthus* spp. for developing sustainable agriculture. *Plants, 12*(2), 376. doi.org/10.3390/plants12020376

Kingthong, Y., & Phraprasert, P. (2023). Allelopathic effect from *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.) on seed-germinating physiology of pakchoi (*Brassica chinensis* Jusl var *parachinensis* (Bailey) Tsen & Lee). *Burapha Science Journal*, *28*(3), 1653-1670. Retrieved from https://scijournal.buu.ac.th/index.php/sci/article/view/4758 (in Thai)

La Iacona, M., Lombardo, S., Mauromicale, G., Scavo, A., & Pandino, G. (2024). Allelopathic Activity of three wild Mediterranean Asteraceae: *Silybum marianum*, *Cynara cardunculus* var. sylvestris, *Galactites tomentosus*. *Agronomy, 14*(3), 575. doi.org/10.3390/agronomy14030575.

Li, Z.-H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C.-D., & Jiang, D.-A. (2010). Phenolics and plant allelopathy. *Molecules, 15*(12), 8933-8952. doi.org/10.3390/molecules15128933

Lopez, M. L. Bonzani, N. E. ,& Zygadlo, J.A. (2008). Allelopathic potential of *Tagetes minuta* terpenes by a chemical, anatomical and phytotoxic approach. *Biochemical Systematics and Ecology, 36*(12), 882-890.

Nishida, N., Tamotsu, S., Nagata, N., Saito, C., & Sakai, A. (2005). Allelopathic effects of volatile monoterpenoids produced by *Salvia leucophylla*: Inhibition of cell proliferation and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* seedlings. *Journal Chemical Ecology*, *31*, 1187–1203.

Pace, R., & Benincasa, P. (2010). Effect of salinity and low osmotic potential on the germination and seedling growth of rapeseed cultivars with different stress tolerance. *Italian Journal of Agronomy, 5,* 69-77.

Salam, I.U., Ahmed, M., & Hussain, F. (2018). A study of different parameters of osmotic potential compared with weed (*Chenopodium album*) on wheat and chickpea crop. *Pakistan Journal of Botany, 50*(3): 963-967.

Scepanovic, M., Koscak, L., Sostarcic, V., Pismarovic, L., Milanovic-Litre, A., & Kljak, K. (2022). Selected phenolic acids inhibit the initial growth of *Ambrosia artemisiifolia* L. *Biology, 11*(4), 482. doi.org/10.3390/biology11040482

Scognamiglio, M, & Schneider, B. (2020). Identification of potential allelochemicals from donor plants and their synergistic effects on the metabolome of *Aegilops geniculata*. *Frontier of Plant Science, 11*, 1046. doi: 10.3389/fpls.2020.01046

Walne, C. H., Gaudin, A., Henry, W. B., & Reddy, K. R. (2020). *In vitro* seed germination response of corn hybrids to osmotic stress conditions. *Agosystems, Geosciences & Environment, 3(*1), e20087.

Wang, C., Qi, J., Liu, Q., Wang, Y., & Wang, H. (2022). Allelopathic potential of aqueous extracts from Fleagrass (*Adenosma buchneroides* Bonati) against two crop and three weed species. *Agriculture, 12*(8), 1103. doi.org/10.3390/agriculture12081103

William, C. S., & William, F.S. (1931). A method for the determination of the freezing point depression of aqueous solutions particularly those containing protein. *Journal of Biological Chemistry*, *91*, 217-226.