

การศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์
ผักสลัด

The Effect of Water Hyacinth Bio-extract on the Germination of Lettuce Seeds

นลินอร นุ้ยปลอด^{1*}

Nalin-on Nuiploet^{1*}

Received: September 15, 2023; Revised: October 30, 2023; Accepted: November 2, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) ต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัด (*Lactuca sativa*) โดยนำเมล็ดพันธุ์แช่ในน้ำหมักชีวภาพเป็นระยะเวลาแตกต่างกัน คือ 6 9 และ 12 ชั่วโมง มีความแตกต่างของอัตราส่วนระหว่างน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำกลั่น 4 อัตราส่วน คือ 1:250 1:500 1:750 และ 1:1000 โดยปริมาตร (v/v) จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่ผ่านการแช่น้ำหมักชีวภาพไปทดสอบการงอกของเมล็ดด้วยวิธี Top of paper และทดสอบการงอกในสภาพแปลง ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนความเข้มข้น 1:750 โดยปริมาตร ที่ระยะเวลาในการแช่เมล็ด 9 ชั่วโมง ให้ร้อยละการงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดสูงสุด คือ ร้อยละการงอกคิดเป็นร้อยละ 86.58 ทั้งการทดสอบการงอกของเมล็ดด้วยวิธี Top of paper และในสภาพแปลง และดัชนีการงอกด้วยวิธี Top of paper คิดเป็นร้อยละ 10.68 และดัชนีการงอกด้วยวิธีตรวจสอบในสภาพแปลงคิดเป็นร้อยละ 10.01 ตามลำดับ ($P < 0.05$) ดังนั้น การประยุกต์ใช้น้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดได้ และยังเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการกำจัดผักตบชวาเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้อีกด้วย

คำสำคัญ : น้ำหมักชีวภาพ; ผักตบชวา; การงอกของเมล็ด; ผักสลัด

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี

¹ Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani

* Corresponding Author, Tel. 08 2246 6363, E - mail: nalin-on@vru.ac.th

Abstract

The objective of this research was to investigate the effect of water hyacinth bio-extract on the germination of lettuce seeds. Lettuce seeds were soaked in four ratios of bio-extract and distilled water: 1:250, 1:500, 1:750, and 1:1000 v/v. The soaking duration were 6, 9, and 12 hours. The germination test of the soaked lettuce seeds was performed using top of paper and field emergence methods. The results showed that the ratio of 1:750 v/v with a soaking duration 9 hours gave the highest results in both germination percentage and germination index. The germination percentage was 86.58% in both methods. The germination index by top of paper method and field emergence method were 10.68 % and 10.01 %, respectively ($P < 0.05$). Therefore, the application of water hyacinth bio-extract could be a way to promote the germination of lettuce seeds. This could also be another way to get rid of water hyacinth and solve the water pollution problem.

Keywords: Bio-extract; Water Hyacinth; Germination of Seed; Lettuce

บทนำ

ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) เป็นพืชน้ำที่เจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้รวดเร็ว โดยผักตบชวา 1 ต้น อาจขยายพันธุ์ได้มากถึง 5,000 ต้น และเมล็ดของผักตบชวาสามารถมีชีวิตต่อไปได้อีก 15 ปี แม้อยู่ในน้ำแล้ง จนน้ำแห้งก็ตาม และยังสามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยการแตกหน่อ ซึ่งผักตบชวา 2 ต้น สามารถแตกหน่อเติบโตเป็นต้นใหม่ได้อีก 30 ต้น ภายใน 20 วัน [1] ในประเทศไทยผักตบชวาถูกจัดเป็นวัชพืชน้ำที่ต้องกำจัดเร่งด่วน เนื่องจากมีการสะสมหนาแน่นจนก่อให้เกิดปัญหาล้างแวลล้นและกีดขวางทางสัญจรและระบายน้ำ จนทำให้เกิดอุทกภัยและน้ำท่วมขังอย่างมากในปัจจุบัน [2] จนเกิดผลกระทบในวงกว้างรวมถึงด้านเศรษฐกิจ สังคม และนันทนาการ ซึ่งได้มีการออกพระราชบัญญัติสำหรับกำจัดผักตบชวา พ.ศ. 2456 ขึ้นเพื่อใช้ในการควบคุมและกำจัดผักตบชวา มีหลายวิธีที่ถูกนำมาใช้ ทั้งโดยวิธีเชิงกล เช่น การใช้เรือกำจัด การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช พวกคลอโรฟีนอกซี และการใช้วิธีการทางชีวภาพ คือ การใช้แมลงมวนผักตบชวา [3] รวมถึงการส่งเสริมให้ทางภาครัฐ เอกชน และหน่วยงานต่าง ๆ เข้ามาช่วยเหลือ เช่น นำไปผลิตของใช้แนวจักสาน เช่น กระเป๋า หมวก นำไปทำอาหารสัตว์ นำไปผสมในปุ๋ยดิน หรือนำไปผลิตเป็นถ่านชีวภาพ [4] ซึ่งวิธีดังกล่าวข้างต้นสามารถลดปริมาณผักตบชวาได้ แต่ก็มีต้นทุนสูง มีสารเคมีตกค้าง และยังมีปัญหาความหนาแน่นของผักตบชวาอยู่ อันเนื่องมาจากสินค้าที่นำผักตบชวาไปผลิตเริ่มมีปริมาณสูงขึ้นมากกว่าความต้องการนำไปอุปโภค ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการการแปรรูปผักตบชวาแบบอื่น ประกอบกับประเทศไทยเป็นเมืองเกษตรกรรม ดังนั้นการนำผักตบชวาไปผลิตเป็นน้ำหมักชีวภาพเพื่อให้เป็นสารจากธรรมชาติที่ช่วยในการเพาะปลูกพืชต่าง ๆ จึงน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยกำจัดผักตบชวาได้

น้ำหมักชีวภาพ คือ ของเหลวที่ได้มาจากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติในลักษณะสด โดยผ่านกิจกรรมการหมักของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งของเหลวที่เกิดขึ้นจะเป็นสารละลายเนื้อเดียว มีตะกอน สีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นฉุนของแอลกอฮอล์ มีค่า pH ระหว่าง 3 - 5 ประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิด ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ กรดฮิวมิก เอนไซม์ วิตามิน ฮอร์โมน และแร่ธาตุ รวมไปถึงแอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์ และจุลินทรีย์ธรรมชาติ [5] ซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิตของพืช ในปัจจุบันมีการนำน้ำหมักชีวภาพมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตพืช ซึ่งน้ำหมักชีวภาพจะช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างในดิน และช่วยสร้าง

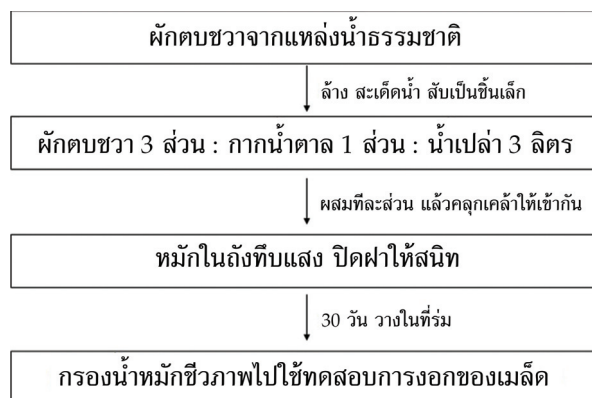
ฮอร์โมนพืช ทั้งยังช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดิน [6] โดยหน่วยงานที่ถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการผลิตและการใช้งานน้ำหมักชีวภาพ คือ กรมพัฒนาที่ดินในแต่ละจังหวัด ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมเกษตรกรไทยลดการใช้สารเคมี และสร้างการเรียนรู้แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างกัน พร้อมมอบปัจจัยการผลิต ถ่ายทอดองค์ความรู้ วิธีการนำไปใช้ ส่งเสริมให้มีการต่อยอดและนำไปใช้อย่างแพร่หลาย สร้างความเข้มแข็งและพึ่งพาตนเองให้เกษตรกร และสร้างงานสร้างรายได้ให้กับชุมชนอีกด้วย [7]

จากประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้เห็นถึงการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร จึงได้มีแนวคิดทำน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาในพื้นที่ชุมชนตำบลกระแซง อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีปัญหาผักตบชวาหนาแน่น ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ ทั้งการคมนาคม การชลประทาน และการประมง แม้จะมีวิธีการการแปรรูปผักตบชวาไปเป็นกระเป๋ากักसान ปุ๋ยดิน หรือถ่านชีวภาพ แต่ในพื้นที่ก็ยังประสบปัญหานี้อยู่ ทั้งในพื้นที่ชุมชนกระแซงนี้ยังมีการปลูกผักสลัด (*Lactuca sativa*) เพื่อการบริโภคและส่งเสริมเศรษฐกิจให้กับครัวเรือน เนื่องจากนอกจากจะมีคุณค่าทางอาหาร ยังทานดิบได้ ปลูกได้ทุกฤดู ใช้เวลาในการเพาะปลูกเพียง 45 - 60 วัน และเป็นผักที่มีความนิยมในตลาดปัจจุบัน [8] และมีกลุ่มที่รับซื้อผลผลิตผักสลัดในบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ชุมชนอีกด้วย อย่างไรก็ตาม การเตรียมความพร้อมในการเพาะปลูกผักสลัด นอกจากการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก การดูแลรักษา และการเพิ่มผลผลิตแล้ว ยังต้องเตรียมความพร้อมของเมล็ดพันธุ์ก่อนนำไปปลูกโดยเฉพาะเรื่องอัตราการงอก เนื่องจากความไม่งอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดเป็นปัญหาที่เกษตรกรในพื้นที่มักพบเช่นกัน นอกจากนี้ได้เคยมีรายงานถึงการนำน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวามาใช้กระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พริก [3] โดยพบว่าน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกจินดาแดง โดยการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ แต่ยังไม่เคยมีการรายงานถึงการนำใช้กระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดมาก่อน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัด ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยคาดหวังว่าจะเป็นข้อมูลเพิ่มเติมกับเกษตรกรซึ่งเป็นอาชีพหลักของประชาชนในชุมชนดังกล่าว ในเรื่องการทำน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาที่เป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญภายในชุมชน และสามารถนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้ไปใช้กับเมล็ดพันธุ์ได้หลากหลาย และเพื่อส่งเสริมการนำข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าไปใช้กระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ต่าง ๆ ในพื้นที่ชุมชนอื่น ๆ อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีการเตรียมน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวา [3]

ผักตบชวาที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติในตำบลกระแซง อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยนำผักตบชวามาล้างทำความสะอาด สะเด็ดน้ำ แล้วสับเป็นชิ้นเล็ก จากนั้นนำผักตบชวาที่สับแล้วปริมาณ 3 กิโลกรัม คลุกเคล้าให้เข้ากันกับกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม แล้วเติมน้ำสะอาด 3 ลิตร ผสมให้เข้ากันดีแล้วนำไปหมักในถังทึบแสง ปิดฝา ให้สนิทและหมักนาน 30 วัน ในที่ร่ม ห้ามโดนแสง เมื่อครบระยะเวลาหมัก ให้กรองแยกน้ำหมักชีวภาพไปใช้ในการทดสอบ การงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดต่อไป แผนภาพวิธีการเตรียมน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาดังรูปที่ 1 ทั้งนี้สังเกตลักษณะของน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ สี ตะกอน กลิ่น และวัดค่า pH เพื่อนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้มาตรฐานไปใช้ในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 1 แผนภาพวิธีการเตรียมน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวา

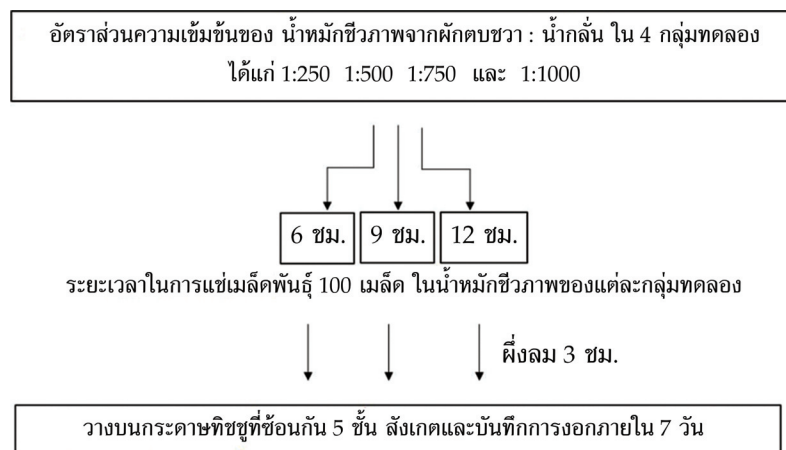
2. การทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดด้วยวิธี Top of paper

การทดลองในงานวิจัยนี้ที่เกี่ยวกับการจัดการเมล็ดพันธุ์ ผู้วิจัยได้ศึกษา Chapter 2 Sampling หัวข้อ 2.2.12 Treated seeds ใน International Seed Testing Association [9] และปรับใช้โดยเคร่งครัด ในเรื่องวัดผลการทดลองหลัง treat (กระทำการ) เมล็ดพันธุ์ว่าต้องไม่กำจัดสิ่งที่ไม่ดี นั้น ๆ ออกไปก่อนการวัดผล ขั้นตอนแรกของการทดสอบการงอก คือ คัดเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่สมบูรณ์ก่อนนำไปปลูก โดยคัดแปลงจากวิธีการของ [10] คือ นำเมล็ดพันธุ์ผักสลัด เครื่องหมายการค้าเจียใต้ที่มีอัตราการงอกร้อยละ 90 มาแช่น้ำ 5 นาที และคัดเฉพาะเมล็ดที่จมน้ำมาทำการทดลองต่อไป ทำการทดลองกลุ่มทดลองละ 3 ซ้ำ และประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 คือ อัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำกลั่นจำนวน 4 อัตราส่วน คือ 1:250 1:500 1:750 และ 1:1000 โดยปริมาตร และให้น้ำกลั่นเป็นกลุ่มควบคุม ในการเจือจางน้ำหมักชีวภาพด้วยน้ำกลั่นจะทำให้ค่าความเป็นกรดที่เกิดขึ้นจากการหมักในน้ำหมักชีวภาพมีค่าลดลง (pH สูงขึ้น) เพื่อหาความเหมาะสมของอัตราส่วนความเข้มข้นน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตขึ้น ก่อนนำไปใช้กับพืชโดยตรง [11] และปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาในการแช่เมล็ดที่แตกต่างกัน 3 ระยะเวลา คือ 6 9 และ 12 ชั่วโมง นำเมล็ดพันธุ์ผักสลัดมาแช่ในน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาในแต่ละอัตราส่วน กลุ่มทดลองละ 100 เมล็ด โดยมีระยะเวลาในการแช่เมล็ดของแต่ละกลุ่มทดลองที่แตกต่างกัน 3 ระยะเวลาดังกล่าวข้างต้น หลังจากครบกำหนดเวลาแล้ว นำเมล็ดพันธุ์ผักสลัดมาผึ่งลมให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อป้องกันเชื้อราและเพิ่มอัตราการงอก ก่อนนำไปปลูก [12] จากนั้นนำไปทดสอบการงอกด้วยวิธี Top of paper คือ วางเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่ผ่านการแช่ในน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาลงบนกระดาษทิชชูที่ซ้อนกัน 5 ชั้น รดน้ำให้ชุ่มช่วงเวลาเช้าเย็น ปิดฝากล่องที่วางกระดาษทิชชูเพื่อป้องกันการสูญเสียความชุ่มชื้น และสังเกตการงอกของเมล็ดภายในระยะเวลา 7 วัน บันทึกจำนวนเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่งอก จำนวนต้นกล้าที่งอกสมบูรณ์ และจำนวนต้นกล้าที่งอกไม่สมบูรณ์ เพื่อทดสอบว่าน้ำหมักชีวภาพมีความสัมพันธ์กับความสมบูรณ์ของต้นกล้าหรือไม่ คำนวณร้อยละการงอกและดัชนีการงอกของเมล็ด แผนภาพวิธีการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธี Top of paper ดังรูปที่ 2 แล้วจึงคัดเลือกอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวา และระยะเวลาในการแช่เมล็ดที่มีการงอกของเมล็ดสูงสุด เพื่อนำไปทดสอบการงอกในสภาพแปลงต่อไป

3. การทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดในสภาพแปลง

นำเมล็ดพันธุ์ผักสลัดแช่ในน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาที่มีอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำกลั่นที่เหมาะสมที่สุด และมีระยะเวลาในการแช่เมล็ดที่เหมาะสมจากการทดสอบการงอกในการทดลองก่อนหน้า มาเพาะลงในถาดเพาะ 105 ช่อง ที่ทำเป็นแปลงดินจำลองขนาดประมาณ 30 x 60 cm โดยเพาะเมล็ดพันธุ์ผักสลัดจำนวน 100 เมล็ด จัดเป็นชุดทดลอง และเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่แช่ในน้ำกลั่นจัดเป็นชุดควบคุม จากนั้นนำกระบะเพาะดังกล่าววางไว้ในบริเวณที่มีแสงแดด รดน้ำให้ชุ่ม ช่วงเวลาเช้าเย็น สังเกตการงอกของเมล็ดภายในระยะเวลา 7 วัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกจำนวนเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่งอก จำนวนต้นกล้าที่งอกสมบูรณ์

และจำนวนต้นกล้าที่งอกไม่สมบูรณ์ เพื่อทดสอบว่าน้ำหมักชีวภาพมีความสัมพันธ์กับความสมบูรณ์ของต้นกล้าหรือไม่ โดยวิธีการจำแนกต้นกล้าที่งอกไม่สมบูรณ์ คือ ต้นกล้าที่ไม่มีส่วนประกอบราก ใบ ลำต้น ที่ครบถ้วนหรือสมบูรณ์ เช่น ไม่มีรากแก้ว ลำต้นมีรอยแตกหรือรอยแผลลึก ใบเลี้ยงไม่ครบถ้วน ใบเลี้ยงมีรอยชำรุดขนาดใหญ่ ยอดอ่อนขาดหายไปหรือแตกเป็นแฉก ยอดอ่อนบิดเป็นเกลียว ต้นกล้าหักงอ หรือต้นกล้าเน่าเสียหายรุนแรง [13] จากนั้นนำไปคำนวณร้อยละการงอกและดัชนีการงอกของเมล็ด สำหรับการวัดการเจริญของต้นกล้าทำได้โดยการวัดความสูงของต้นกล้าทุกต้นที่เพาะได้ในแปลงจำลอง



รูปที่ 2 แผนภาพวิธีการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธี Top of paper

4. การคำนวณร้อยละการงอกของเมล็ด (Percentage of seed germination, %) และดัชนีการงอกของเมล็ด (Seed germination index, GI)

ร้อยละการงอกของเมล็ด คำนวณจากสูตร

$$\text{ร้อยละของการงอก} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

จากนั้น คำนวณหาค่าร้อยละของต้นกล้าที่งอกสมบูรณ์ และร้อยละของต้นกล้าที่งอกไม่สมบูรณ์ ร้อยละของต้นกล้าที่งอกสมบูรณ์ คำนวณจากสูตร

$$\text{ร้อยละของต้นกล้าที่งอกสมบูรณ์} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่งอกสมบูรณ์}}{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก}} \times 100$$

ร้อยละของต้นกล้าที่งอกไม่สมบูรณ์ คำนวณจากสูตร

$$\text{ร้อยละของต้นกล้าที่งอกไม่สมบูรณ์} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่งอกไม่สมบูรณ์}}{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก}} \times 100$$

ดัชนีการงอกของเมล็ด คำนวณตามวิธีของ AOSA [3] จากสูตร

$$\text{ดัชนีการงอก} = \frac{\sum \text{จำนวนต้นกล้าที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะเมล็ด}}$$

โดยเมล็ดพันธุ์ที่มีค่าดัชนีการงอกสูง หมายถึง เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรง
ดัชนีการงอกเป็นการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดจากอัตราความเร็วในการงอกของเมล็ด

นำผลของทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ตามแผนการทดลอง
แบบ Completely Randomized Design (CRD)

ผลการวิจัย

จากการสังเกตและวัดคุณลักษณะของน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวา พบว่ามีสีน้ำตาลเข้มมีตะกอนสีน้ำตาลเข้ม
กลิ่นหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย และมีค่า $\text{pH} = 4.16$ จึงนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้ไปเจือจางในน้ำกลั่น เพื่อใช้ในการ
ทดสอบขั้นต่อไป และวัดค่า pH หลังเจือจางอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งค่าความเป็นกรดต่างหลังจากเจือจางด้วยน้ำกลั่น
แล้วพบว่า ที่อัตราส่วนความเข้มข้น 1:250 1:500 1:750 และ 1:1000 มีค่า $\text{pH} = 4.40$ 5.12 6.14 และ 6.03 ตามลำดับ

1. ผลของการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดด้วยวิธี Top of paper

การงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่แช่ในน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาที่อัตราส่วนความเข้มข้นต่างกัน
ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)* โดยเมล็ดพันธุ์ผักสลัดให้ร้อยละการงอกและ
ดัชนีการงอกที่เพิ่มสูงขึ้น ความเข้มข้นจากมากไปน้อย (เจือจางน้อยไปมาก) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม
แต่ที่ความเข้มข้นน้อยที่สุด (เจือจางมากที่สุด) 1:1000 โดยปริมาตร ให้ร้อยละการงอกและดัชนีการงอกที่ลดลง
น้อยกว่าที่ความเข้มข้น 1:750

การงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่แช่ในน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาที่ระยะเวลาในการแช่
เมล็ดพันธุ์ต่างกัน ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)* และเมื่อพิจารณาที่
อัตราส่วนความเข้มข้น 1:750 โดยปริมาตร ระยะเวลาในการแช่ 9 ชั่วโมง ให้ร้อยละการงอกและดัชนีการงอก
ของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดสูงสุด คือ ร้อยละการงอกเท่ากับ 86.58 และดัชนีการงอกเท่ากับ 10.68 รองลงมา คือ
ระยะเวลาการแช่ 6 ชั่วโมง ให้ร้อยละการงอกเท่ากับ 85.47 และดัชนีการงอกเท่ากับ 10.57 ผลการทดสอบ
การงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดด้วยวิธี Top of paper ดังตารางที่ 1 และรูปที่ 3 จากนั้นนำวิธีการใช้อัตราส่วน
ความเข้มข้น 1:750 โดยปริมาตร และระยะเวลาในการแช่ 9 ชั่วโมง ไปทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัด
ในสภาพแปลงต่อไป

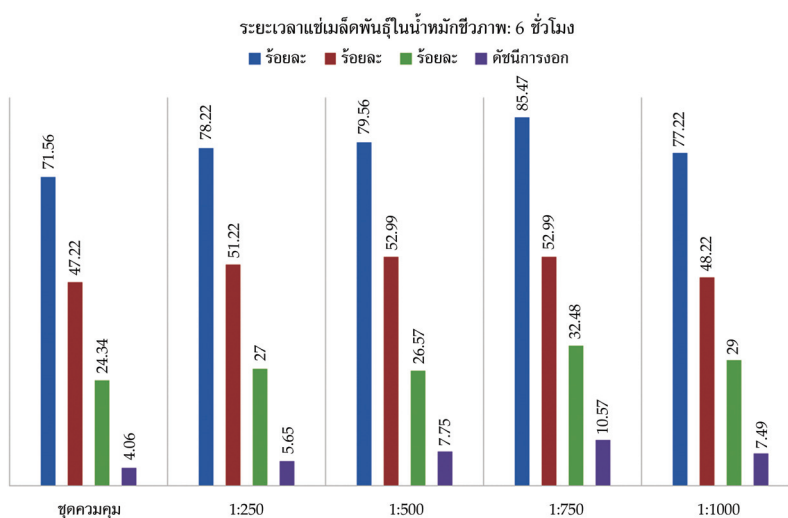
ตารางที่ 1 ผลของการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดด้วยวิธี Top of paper

อัตราส่วน (V/V)	ระยะเวลา (ชม.)	ร้อยละ การงอก	ร้อยละ ต้นที่งอกสมบูรณ์	ร้อยละ ต้นที่งอกไม่สมบูรณ์	ดัชนีการงอก
ชุดควบคุม		71.56±1.75	47.22±1.49	24.34±2.77	4.06±0.75
1:250		78.22±2.62	51.22±1.17	27.00±2.47	5.65±0.03
1:500	6	79.56±1.26	52.99±1.75	26.57±1.75	7.75±0.37
1:750		85.47±2.26**	52.99±1.75	32.48±1.75	10.57±0.12**
1:1000		77.22±1.92	48.22±1.60	29.00±1.75	7.49±0.39
ชุดควบคุม		71.56±1.75*	44.22±1.61	27.34±2.96	5.62±0.11
1:250		81.56±2.14	52.99±2.09	28.57±1.75	8.15±0.58
1:500	9	83.22±1.26	52.22±1.26	31.00±1.75	9.29±0.34
1:750		86.58±1.26*, **	55.22±1.92	31.36±1.75	10.68±0.16**
1:1000		78.22±1.26	59.56±1.28	18.66±2.14	8.29±0.67

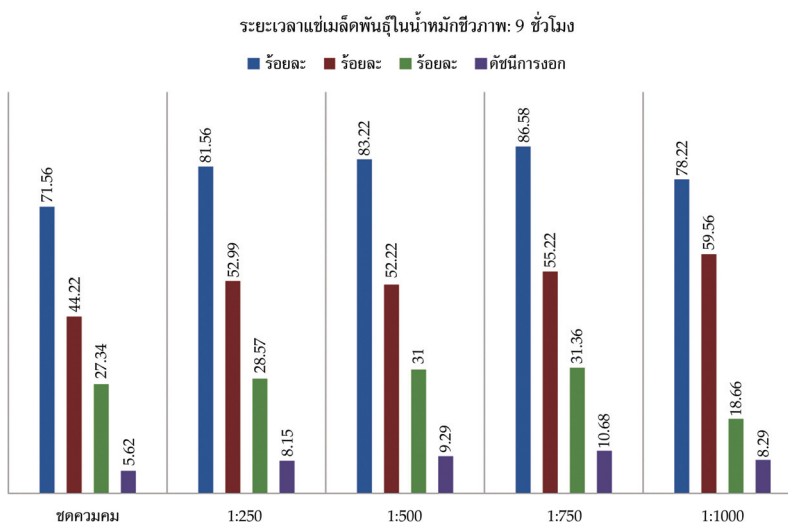
ตารางที่ 1 ผลของการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดด้วยวิธี Top of paper (ต่อ)

อัตราส่วน (V/V)	ระยะเวลา (ชม.)	ร้อยละการงอก	ร้อยละต้นที่งอกสมบูรณ์	ร้อยละต้นที่งอกไม่สมบูรณ์	ดัชนีการงอก
ชุดควบคุม	12	71.53±1.74	44.21±2.14	27.32±1.29	5.69±0.64
1:250		81.53±0.41	52.94±2.98	28.59±1.92	9.45±0.18
1:500		83.21±0.41	52.21±1.15	31.00±1.75	9.75±0.24
1:750		86.54±0.41**	55.21±1.81	31.33±1.92	10.67±0.33**
1:1000		78.21±1.26	59.53±1.17	18.68±1.26	8.82±0.01

*, ** ระบุความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในอิทธิพลอัตราส่วนความเข้มข้นและระยะเวลา (P<0.05)

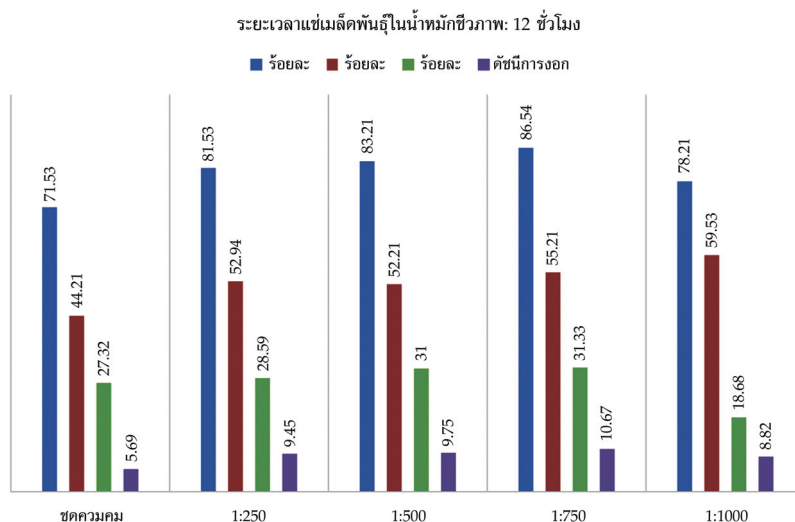


(ก) 6 ชั่วโมง



(ข) 9 ชั่วโมง

รูปที่ 3 ผลของการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดด้วยวิธี Top of paper เมื่อแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำหมักชีวภาพ ในระยะเวลาดังกล่าว



(ค) 12 ชั่วโมง

รูปที่ 3 ผลของการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดด้วยวิธี Top of paper เมื่อแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำหมักชีวภาพ ในระยะเวลาต่างกัน (ต่อ)

2. ผลของการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดในสภาพแปลง

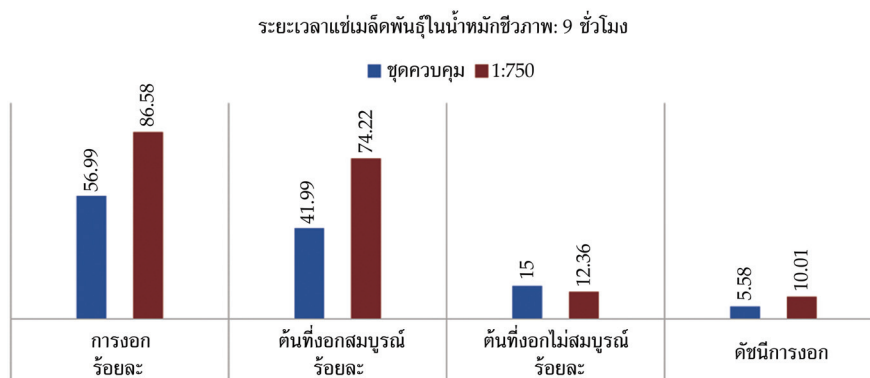
จากการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดในสภาพแปลง โดยนำน้ำหมักชีวภาพในความเข้มข้นที่มีอัตราส่วนต่อน้ำกลั่น 1:750 และระยะเวลา 9 ชั่วโมง ในการแช่เมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมซึ่งได้จากการทดสอบการงอกด้วยวิธี Top of paper มาใช้ทดสอบการงอกในสภาพแปลงดินจำลอง พบว่าเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่แช่ในน้ำหมักชีวภาพก่อนนำไปเพาะให้ร้อยละการงอกและดัชนีการงอกของเมล็ด (86.58 % และ 10.01) สูงกว่าชุดควบคุม (56.99 % และ 5.58) อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ผลการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดในสภาพแปลง ดังตารางที่ 2 และรูปที่ 4

ตารางที่ 2 ผลของการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดในสภาพแปลง

อัตราส่วน (V/V)	ระยะเวลา (ชม.)	ร้อยละการงอก	ร้อยละต้นที่งอกสมบูรณ์	ร้อยละต้นที่งอกไม่สมบูรณ์	ดัชนีการงอก
ชุดควบคุม	9	56.99±3.09*	41.99±1.11	15.00±3.98	5.58±0.32*
1:750		86.58±2.62*	74.22±1.68	12.36±2.96	10.01±0.05*

* ระบุค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในอิทธิพลอัตราส่วนความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสม ($P < 0.05$)

และเมื่อวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าโดยการวัดความสูงหลังจากทดสอบการงอกในสภาพแปลงครบ 7 วัน พบว่า ความสูงของต้นกล้าที่แช่ในน้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้นอัตราส่วน 1:750 โดยปริมาตรเวลา 9 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยความสูง 4.63 ± 1.47 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยความสูง 3.16 ± 1.61 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดทั้งในวิธีการทดสอบ Top of paper และวิธีการทดสอบในสภาพแปลง ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 ผลของการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดในสภาพแปลง



(ก) 0 วัน



(ข) 4 วัน



(ค) 7 วัน



(ง) การทดสอบการงอกในสภาพแปลง

รูปที่ 5 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดในการทดสอบการงอกด้วยวิธี Top of paper

การอภิปรายผล และบทสรุป

จากผลการศึกษาผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัด โดยการนำเมล็ดพันธุ์มาแช่ในน้ำหมักชีวภาพที่มีอัตราส่วนความเข้มข้นระหว่างน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำกลั่น 4 ความเข้มข้น คือ 1:250 1:500 1:750 และ 1:1000 โดยปริมาตร และมีระยะเวลาในการแช่เมล็ด 3 ระยะเวลาที่แตกต่างกันของแต่ละชุดทดลอง คือ 6 9 และ 12 ชั่วโมง มาทดสอบการงอกด้วยวิธี Top of paper และทดสอบการงอกในสภาพแปลงพบว่า น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้ มีความเป็นกรดต่างที่ $pH = 4.16$ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ของพืชโดยตรง โดยปกติค่าความเป็นกรดต่างที่เหมาะสมกับพืชควรอยู่ในช่วง $pH = 6 - 7$ และหากน้ำหมักชีวภาพที่มีค่าความเป็นกรดถึงกรดจัด ($pH = 3.5 - 5.6$) จะต้องเจือจางให้เหมาะสมก่อนนำไปใช้กับพืชโดยตรง [10] ในงานวิจัยนี้จึงได้เจือจางน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวากับน้ำกลั่น ซึ่งค่าความเป็นกรดต่างหลังจากเจือจางด้วยน้ำกลั่นแล้ว พบว่ามีอัตราส่วนที่ 1:750 และ 1:1000 โดยปริมาตรที่มีค่า pH ที่เหมาะสมกับพืช คือ มีค่า $pH = 6.14$ และ 6.03

จากการศึกษาการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดด้วยวิธีการทดสอบการงอกด้วยวิธี Top of paper ที่อัตราส่วนความเข้มข้นระหว่างน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาต่อน้ำกลั่น 1:750 โดยปริมาตร เป็นอัตราส่วนที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ผักสลัดงอกได้ดีที่สุด และทุกระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์ คือ 6 9 และ 12 ชั่วโมง ให้อัตราส่วนการงอกและดัชนีการงอกที่สูงกว่าอัตราส่วนความเข้มข้นอื่น ทั้งนี้เนื่องจากสภาพกรดอ่อนที่สามารถช่วยย่อยสลายเปลือกของเมล็ดพันธุ์ได้ ทำให้สารสำคัญในน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวาสามารถซึมเข้าสู่เมล็ดพันธุ์ได้ดีจนกระตุ้นให้เกิดการงอกได้ดีตามมา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [3] และ [10] ที่ทำการแช่เมล็ดพันธุ์ของข้าวเหนียวเขียวและเมล็ดพันธุ์พริกในน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งพบว่าเมล็ดพันธุ์พืชที่แช่ในน้ำหมักชีวภาพมีอัตราการงอกที่ดีกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้แช่เมล็ดในน้ำหมักชีวภาพก่อนการนำไปปลูก ทั้งนี้ระยะเวลา 9 ชั่วโมง ให้อัตราส่วนการงอกที่สูงกว่าระยะเวลาอื่นในอัตราส่วนที่เท่ากัน คือ ร้อยละการงอกคิดเป็นร้อยละ 86.58 ทั้งการทดสอบการงอกของเมล็ดด้วยวิธี Top of paper และในสภาพแปลงดัชนีการงอกด้วยวิธี Top of paper คิดเป็นร้อยละ 10.68 และดัชนีการงอกในสภาพแปลงคิดเป็นร้อยละ 10.01 เนื่องจากการได้รับสภาพกรดจากน้ำหมักชีวภาพที่เป็นกรดสูงเกินไปหรือได้รับสภาพกรดในระยะเวลาที่นานเกินไป จะทำให้เมล็ดได้รับสารสำคัญหรือฮอร์โมนพืชที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพมากเกินไป จนสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ [14] ในขณะเดียวกันในอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพที่น้อยเกินไป (1:1000) ก็ทำให้เมล็ดพืชได้รับฮอร์โมนที่สำคัญได้น้อย จึงกระตุ้นการงอกได้น้อย

ในน้ำหมักชีวภาพจะมีส่วนประกอบฮอร์โมนพืชที่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้งานได้ ได้แก่ จิบเบอเรลลิน ออกซิน และไซโทไคนิน ซึ่งฮอร์โมนพืชเหล่านี้สามารถส่งเสริมการเจริญของพืชและเร่งการงอกของเมล็ด [15] โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและออกซิน ซึ่งกระตุ้นให้เกิดกระบวนการงอกลำต้นและรากจากเมล็ด [16] - [17] ซึ่งชนิดและปริมาณของฮอร์โมนพืชที่พบในน้ำหมักชีวภาพจะขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาหมัก [18] ดังนั้นน้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวา ซึ่งเป็นน้ำหมักที่ได้จากพืชประเภทใบเด่น จึงน่าจะมีสารอาหารและฮอร์โมนที่สำคัญต่อการเจริญของผักสลัดที่เป็นพืชประเภทใบเด่นเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกันกับผลการศึกษาของ [19] ซึ่งศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเติบโตและคุณภาพของผักสลัดเบบี้เรดคอส โดยพบว่าน้ำหมักชีวภาพที่มีส่วนผสมจากผักและผลไม้ที่มีธาตุไนโตรเจนสูง มีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืชเพิ่มขึ้น ส่งผลให้พืชมีใบเขียวและคุณภาพดียิ่งขึ้น และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ [20] ที่ศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งดอก โดยพบว่าน้ำหมักชีวภาพสูตรแทนแดงให้ผลดีต่อการเจริญของพืช

ยิ่งไปกว่านั้นจากการทดสอบการงอกในสภาพแปลง ยังสามารถสรุปได้ว่า น้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวามีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักสลัดอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่แช่น้ำหมักชีวภาพจากผักตบชวามีความสูงของต้นกล้ามากกว่าเมล็ดพันธุ์ชุดควบคุมที่แช่น้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับการศึกษาของ [21] ที่พบว่า เมื่อแช่เมล็ดพริกชี้หูสวนในน้ำหมักชีวภาพเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง

ให้น้ำหนักสดและต้นกล้าแห้งสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่น้ำหมักชีวภาพ เมื่อทดสอบการงอกในสภาพแปลง 14 วัน ดังนั้นการใช้น้ำหมักชีวภาพจึงเป็นแนวทางในการกระตุ้นการงอก และส่งเสริมให้เมล็ดพันธุ์งอกได้ดีขึ้นอีกด้วย

อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งต่อไป ควรมีการทดลองด้วยอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ ต่อน้ำกลั่น ในสภาพแปลงที่เหมือนกันกับการทดสอบการงอกด้วยวิธี Top of paper และควรมีรูปถ่ายการงอก ของเมล็ดพันธุ์ แสดงการงอกที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ ทั้งการทดสอบด้วยวิธี Top of paper และในสภาพแปลง และควรทดสอบในระดับแปลงจริง เพื่อให้ความสมบูรณ์ของการประยุกต์ใช้และการทดสอบในระดับที่ใกล้เคียง จริงมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ผลที่ได้จากในงานวิจัยนี้นอกจากจะนำไปใช้ในการเพิ่มอัตราการงอกและกระตุ้นการเจริญเติบโต ของผักสลัดอันเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศในปัจจุบัน ยังสามารถนำไปใช้กำจัดผักตบชวาและแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากผักตบชวาได้อีกแนวทางหนึ่ง

References

- [1] University of Georgia. (2018). **Common Water Hyacinth**. Invasive. ORG: Center for Invasive Species and Ecosystem Health. Access (19 August 2023). Available (<https://www.invasive.org/browse/subinfo.cfm?sub=3020#references>)
- [2] Siamrath Online. (2023). **Department of Public Works has Appointed Committee 3 to Clearly Expedite the Integration of Eliminating Water Hyacinth and Opening Waterways for the Rainy Season in 2023**. Access (19 August 2023). Available (<https://siamrath.co.th/n/463988>)
- [3] Phonmat, S., Noichaisin, L., and Kitlerpornpiroat, R. (2023). Effect of Water Hyacinth Fermented Bio-Extracts on Germination of Chili (*Capsicum annuum* L). **Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal**. Vol. 15, No. 21, pp. 1-14 (in Thai)
- [4] Nuiplot, N. (2023). Effect of Bio-charcoal from Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Combined with Fertilizer Management on Yield in Lettuce (*Lactuca sativa*). **Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal**. Vol. 15, No. 21, pp. 15-26 (in Thai)
- [5] Chinsuk, A. (2014). **Knowledge About Biological Fermentation. Training Documents for Sub-District Volunteer Soil Doctors, Fiscal Year 2015, Course on Developing Sub-district Volunteer Soil Doctors to Smart Farmers**. 22 November 2014. Maha Sarakham: Maha Sarakham Land Development Station. [in Thai]
- [6] Wongsrisakulkaew, Y., Puthom, N., Thongkham, T., and Autta, P. (2018). Effect of Chemical Fertilizer and Bio-extract on Growth and Color of Lettuces (*Lactuca sativa*) cv. Red Cos and Red Batavia. **Agricultural Science Journal**. Vol. 49, No. 1 (Supplement), pp. 42-46 (in Thai)
- [7] Public Relations Department. (2023). **Encourage Thai Farmers to Use Organic Fertilizers and Biological Fertilizers to Reduce Costs, Maintain Soil Health, Produce Safe Quality Products**. Access (20 August 2023). Available (<https://www.prd.go.th/th/content/category/detail/id/33/iid/192361>)
- [8] Santimit, W., Paphaphuwaroj, N., and Jittreesap, S. (2019). **Non Chemical Growing Technique for Lettuce in Soilless Substrates with Solid-vermicompost and Liquid-vermicompost Extract**. Research report. Phra Nakhon Si Ayutthaya: Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi (in Thai)
- [9] International Seed Testing Association. (2016). **Chapter 2 Sampling: International Rules for Seed Testing**. Switzerland: Seed Science and Technology. pp. 2-2

- [10] Chanta, K., Pokyada, S., and Buayen, N. (2018). Effects of Bio-extract on the Germination of Rice Seed (Kiaw Ngu Glutinous Rice). **Science and Technology Journal, Rajamangala University of Technology Thanyaburi**. Vol. 8, No. 1, pp. 152-164 (in Thai)
- [11] Pibulsongkram Rajabhat University. (2012). **Bio-extracts for Agriculture**. Access (26 August 2023). Available (<https://www.gotoknow.org/posts/302855>)
- [12] Kumplee, S. and Dumrongkittikule, S. (2012). **Effect of Fermented Fruit Juice on Chilli Seed Germination. Proceedings of the 9th Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus Conference: Plants and Biotechnology, Animals and Veterinary, Education and Development Sciences on 6-7 December 2012**. Nakhon Pathom: Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, pp. 2339-2346 (in Thai)
- [13] Duangpatra, J. (n.d.). **Seed Germination Testing and Tools Used in Germination Testing**. Documents from the Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, pp. 11-13. Access (24 October 2023). Available (https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/covid19/search_detail/download_digital_file/24940%0A%0A%0A/22130)
- [14] Vijuksungsith, P., Sukcharoen, A., Verasan, J., Benjawan, L., and Boonprasert, R. (2013). **Effect of Different Bio-extracts on the Growth of Chilli (*Capsicum annuum* L.)**. In **Proceedings of the 10th Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus National Conference on 6-7 December 2013**. Nakhon Pathom: Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, pp. 2164-2173
- [15] Tancho, A. (2013). **Applied Natural Agriculture Textbook: Principles of Concepts, Techniques in Thailand**. Chiang Mai: TRIO Publishing Advertising and Multimedia. p. 67 (in Thai)
- [16] Suwankhiri. (2004). **Final Report: Liquid Bio-extract Fertilizer or Bio-extract and the Application of Effective Microbes (EM) (Agriculture and Environment)**. Chiang Mai: Agricultural System in Irrigation Project Area, Multiple Cropping Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
- [17] Hansuri, J. and Siri, B. (2018). Effects of Seed Coating with Mixed Plant Hormone for Seed Qualities Enhancement of Hybrid Cucumber. **Khon Kaen Agriculture Journal**. Vol. 46, No. 3, pp. 507-516 (in Thai)
- [18] Ruengviriyachai, C. (2009). **Research Report: Plant Hormones in Bio-extract from Organic Chili**. Khon Kaen: Khon Kaen University (in Thai)
- [19] Siri-in, J., Thiraworawong, T., and Boonme, N. (2021). Effects of Bio-extract on Growth and Quality of Baby Red Cos Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Cultivated in Hydroponics System. **Khon Kaen Agriculture Journal**. Vol. 49, No. 2, pp. 304-311 (in Thai)
- [20] Jitaek, P., Charoenrak, P., Pimonrat, P., Supamattra, S., Tengthrong, A., and Watcharinrat, D. (2022). Effect of Bio-extracts on Growth of Flowering Bok Choy. In **Proceedings of 60th Kasetsart University Annual Conference: Plants, Animals, Veterinary Medicine, Fisheries, Agricultural Extension and Home Economics on 21-23 February 2022**. Bangkok: Kasetsart University, pp. 240-245 (in Thai)
- [21] Keoboua, B., Yangkhamman, P., Saritnum, O., and Watcharawetsaringkharn, S. (2020). Effect of Chitosan and Bio-extract in Seed Priming Process on Germination and Seedling Growth of Bird Chili Pepper. **King Mongkut's Agricultural Journal**. Vol. 38, No. 4, pp. 441-448 (in Thai)