

การยกระดับคุณภาพตะกอนดินของบึงบอระเพ็ดด้วยปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ เพื่อการใช้ประโยชน์
ทางการเกษตรตามแนวทางโมเดลเศรษฐกิจใหม่ (BCG Model) ของจังหวัดนครสวรรค์
Enhancing the quality of Bueng Boraphet sediment with aquatic weeds compost for
agriculture utilization according to the Bio-Circular-Green Economy (BCG Model) of
Nakhonsawan province

ธนากร จันทร์หะกสิต^{1,2} ณพล อนุตตรังกูร^{1,2} จิระเดช บุญมาก³ วชิระ กว้างขวาง⁴ วีระเดช มีอินเกิด⁵ และ ปัทมทาร์ย์ แท้ประยูร^{2*}
Tanagon Junhamakisit^{1,2}, Napon Anuttarunggoon^{1,2}, Jiradaj Boonmak³, Wachira Kwangkhwang⁴, Weeradej Meeinkuit⁵
and Puntaree Taeprayoon^{2*}

บทคัดย่อ

บึงบอระเพ็ดเป็นแหล่งน้ำจืดใหญ่ที่สุดในประเทศไทยมีปัญหาลำคัญคือการทับถมของวัชพืชน้ำ และตะกอนดิน ทำให้ต้องมีการขุดลอกเป็นประจำเพื่อป้องกันการตื้นเขิน โดยส่วนใหญ่ตะกอนดินถูกนำไปใช้ถมพื้นที่การก่อสร้าง ดังนั้นเพื่อเพิ่มมูลค่าของวัชพืชน้ำและตะกอนดิน ตลอดจนแนวทางการนำไปใช้ด้านการเกษตร งานวิจัยนี้จึงทดลองผสมระหว่างปุ๋ยหมักกับตะกอนดินในอัตราส่วนต่าง ๆ จำนวน 8 สิ่งทดลอง (T1-8) ศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์และเคมี พร้อมทั้งทดลองปลูกคะน้าเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตต่อสมบัติต่าง ๆ และทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลการทดลองพบว่า ดินผสมทุกอัตราส่วนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ปริมาณฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ (Avail. P) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. K) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) เพิ่มขึ้นมากกว่าตะกอนดินที่ไม่ได้ผสมร่วมกับปุ๋ยหมัก และสิ่งทดลองที่มีน้ำหนักสดคะน้าสูงที่สุด 3 อันดับแรก คือ T2, T7 และ T8 ประกอบด้วยปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 100% ปุ๋ยหมัก: ตะกอนดิน ในอัตราส่วน 50: 50 และ 60: 40 ตามลำดับ จากการศึกษาค่าสหสัมพันธ์พบว่า ค่า EC, OM, Avail. P และ CEC มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความสูง จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และน้ำหนักสดของคะน้า และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสอาสาสมัคร 40 คน พบว่า คะน้าสิ่งทดลอง T2 มีค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวม สี รสชาติ และเนื้อสัมผัสสูงที่สุด รองลงมาคือ T7 และ T8 ตามลำดับ จึงอาจกล่าวได้ว่าปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำสามารถปรับปรุงคุณภาพตะกอนดินให้เหมาะสมสำหรับการนำไปเพาะปลูกพืชได้ต่อไป

คำสำคัญ : ตะกอนดิน; วัชพืชน้ำ; ปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกอง; คะน้า; โมเดลเศรษฐกิจใหม่

¹ ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ, โครงการจัดตั้งวิทยาเขตนครสวรรค์ มหาวิทยาลัยมหิดล

^{2*} หน่วยวิจัยการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อม, โครงการจัดตั้งวิทยาเขตนครสวรรค์ มหาวิทยาลัยมหิดล

³ เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์

⁴ สำนักงานประมงจังหวัดนครสวรรค์

⁵ หน่วยวิจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดิน, โครงการจัดตั้งวิทยาเขตนครสวรรค์ มหาวิทยาลัยมหิดล

¹ Research and Academic Service Center, Nakhonsawan Campus, Mahidol University

^{2*} Agricultural and Environmental Utilization Research Unit, Nakhonsawan Campus, Mahidol University

³ Bueng Boraphet Non-Hunting Area, Nakhonsawan

⁴ Nakhonsawan Fisheries Provincial Office

⁵ Water and Soil Environmental Research Unit, Nakhonsawan Campus, Mahidol University

* Corresponding Author: e-mail: puntaree.tae@mahidol.ac.th

Abstract

Bueng Boraphet is the largest freshwater swamp in Thailand. The major problems are the accumulation of aquatic weeds and sediment, which requires regular dredging to prevent shallowing. Most of the sediment is used to fill construction areas. Therefore, to increase the value of aquatic weeds and soil sediments and also in agriculture uses. This research was mixed with aquatic weed compost and soil sediment in various ratios, a total of 8 treatments (T1-8). Studied physical and chemical soil properties with growing kale to compare growth in each treatment. The correlation was analyzed between growth components and physical and chemical soil properties. This study was a sensory analysis of kale after harvesting.

The results of this study show that all mixed soils were organic matter (OM), available phosphorus (Avail. P), exchangeable K (Exch. K), electrical conductivity (EC) and cation exchange capacity (CEC) higher than non-mixed soil. The highest fresh weight of kale were found in T2, T7 and T8 via 100% of aquatic weed compost, aquatic weed compost: soil sediment 50 : 50 and 60 : 40, respectively. The correlation analyzed revealed a positive relation between EC, OM, Avail. P and CEC with plant height, number of leaf, leaf width, leaf length and fresh weight. The results of sensory tests from 40 volunteers were presented that kale in T2 had the best overall taste, color, taste and texture followed by T7 and T8, respectively. In conclusion, the aquatic weed compost can improve the soil sediment for planting in the future.

Keywords: Sediment; Aquatic weed; Compost fertilizer; Chinese kale; BCG Economy Model

หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันแหล่งน้ำจืดขนาดใหญ่ในประเทศไทยพบปัญหาคล้ายคลึงกันคือแหล่งน้ำเกิดการตื้นเขินสาเหตุหลัก ๆ มีด้วยกัน 2 สาเหตุ ประการแรกเกิดจากการที่มีวัชพืชน้ำเจริญเติบโต และตายทับถมลงในแหล่งน้ำนั้นเป็นจำนวนมาก อีกประการหนึ่งเกิดจากน้ำตื้นที่ลงมาเติมในแหล่งน้ำจืดนั้น ๆ พัดพาเอาตะกอนดินมาจากแหล่งต้นน้ำ เข้ามามากค้างทับถมอยู่ในแหล่งน้ำจืดเป็นจำนวนมาก การตื้นเขินของแหล่งน้ำทำให้ส่งผลกระทบต่อหลายด้าน เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายทางชีวภาพ การท่องเที่ยว การคมนาคมขนส่ง ความสามารถในการกักเก็บน้ำลดลง อีกทั้งภาครัฐต้องสูญเสียเวลา แรงงาน และงบประมาณในการจัดการ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546) โดยในปี

พ.ศ. 2564 เขตลุ่มน้ำภาคกลาง และภาคตะวันออกใน 19 จังหวัด มีปริมาณการจัดเก็บวัชพืชน้ำถึงประมาณ 4,513,836.75 ตัน (มติชนออนไลน์, 2564) ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงมาก

บึงบอระเพ็ดเป็นแหล่งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ มีเนื้อที่ 132,737 ไร่ ครอบคลุมใน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองนครสวรรค์, อำเภอชุมแสง และอำเภอท่าตะโก ซึ่งก็เกิดปัญหาการตื้นเขินเช่นเดียวกับแหล่งน้ำจืดอื่น ๆ ปัจจุบันในบางฤดูกาล บึงบอระเพ็ดก็เกิดปัญหาการมีวัชพืชน้ำเจริญเติบโต และแพร่กระจายพันธุ์เป็นจำนวนมากอย่างรวดเร็ว อีกทั้งในการศึกษาของ ณพล อนุตตรังกูร และคณะ (2561) รายงานว่าอัตราการชะล้างพังทลายของดินที่ลงมาสู่บึงบอระเพ็ดมีจำนวนถึงปีละ 2,890,000 ลูกบาศก์เมตร จึงทำให้บึง

เกิดการตื่นขึ้นต้องมีการขุดลอกถึงปีละไม่น้อยกว่า 2,000,000 ลูกบาศก์เมตร เป็นประจำตามวงรอบ (มติชนออนไลน์, 2559) การขุดลอกที่ผ่านมาน่วยงานที่รับผิดชอบจะนำวัสดุต่าง ๆ ที่ขุดลอกขึ้นมาได้ไปกองไว้ในบริเวณเกาะกลางบึง หรือบริเวณขอบของตลิ่งบึง ในพื้นที่ของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด และพื้นที่อื่น ๆ ที่กำหนดไว้ จึงทำให้ในปัจจุบันมีปริมาณวัสดุที่ขุดลอกขึ้นมา เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากกองเป็นเนินสูง ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์บึงบอระเพ็ด และการใช้ชีวิตของชาวบ้านบริเวณโดยกองวัสดุนั้น ๆ ถึงแม้มีการนำวัสดุดังกล่าวไปใช้ประโยชน์บ้าง แต่ก็ยังไม่หลากหลาย และยังสามารถสร้างมูลค่าต่ำ

โดยงานวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาหาแนวทางใหม่ที่เป็นไปได้ ในการนำวัชพืชน้ำ และตะกอนดินที่มีตกค้างในปริมาณมากมาใช้ประโยชน์สร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งเป็นการบูรณาการและการจัดการเชิงพื้นที่ จากการศึกษาพบว่า มีการนำวัชพืชน้ำ ไปใช้ประโยชน์ในหลากหลายด้าน อาทิเช่น วัสดุรองพื้นในการเลี้ยงไส้เดือน (พิริยธร สิริฐานกร และคณะ, 2557) การทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาเพื่อการปลูกพืช (จักรกรฤช ศรีละออ และคณะ, 2563; เฉลิมชัย แพะคำ และคณะ, 2557; ประไพพรรณ จันทร์ทิพย์, 2559) การนำตะกอนดินจากน้ำประปามาปรับปรุงคุณภาพดินในการปลูกพืช (วิมล นันทน ก้นเกตุ และคณะ, 2563) และการนำตะกอนดินไปใช้ในงานการปรับพื้นที่เพื่อการก่อสร้างถนนหรืออาคาร แต่ยังไม่มีการศึกษาการนำวัชพืชน้ำ และตะกอนดินของบึงบอระเพ็ดมาใช้งานร่วมกันในด้านการเกษตรอย่างชัดเจน เพื่อเป็นการขับเคลื่อนให้เกิดการนำทรัพยากรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเพิ่มมูลค่าสูงสุดตามแนวทางของเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio Economy) (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2563) การวิจัยครั้งนี้เป็นการดำเนินการที่สอดคล้องกันกับแนวทางเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) โดยเป็นการนำวัสดุต่าง ๆ กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นแหล่งข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำวัสดุมาเพิ่มมูลค่า สร้างอาชีพเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนนำไปสู่การ

พัฒนาเป็นเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ, ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด และดินสูตรผสมของตะกอนดินและปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำที่ได้จากบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์
2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินสูตรผสมของตะกอนดินและปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำที่ได้จากบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในการเพาะปลูก
3. เพื่อศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของค่น้ำที่ปลูกในดินสูตรผสมของตะกอนดินและปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำที่ได้จากบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างตะกอนดินและปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ตะกอนดินบึงบอระเพ็ดที่ได้จากการขุดลอกโดยหน่วยขุดลอกและกำจัดวัชพืชน้ำบึงบอระเพ็ด กรมประมง ซึ่งขุดลอกในปี พ.ศ. 2565 โดยนำดินที่ได้มาร่อนเอาเศษหินและกิ่งไม้ออก จากนั้นผสมกับปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำบึงบอระเพ็ด และหมักกองไว้ในที่ร่ม 1 เดือนก่อนนำไปปลูกพืชทดสอบ โดยวิธีการทำปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำในครั้งนี้ใช้วิธีการทำปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกองตามวิธีการของ ธีระพงษ์ สว่างปัญญากร (2558) การวิจัยครั้งนี้แบ่งสิ่งทดลองออกเป็น 8 สิ่งทดลองโดยมีสัดส่วนโดยน้ำหนัก (w/w) ได้แก่ T1 = ดินผสมทางการค้าที่จำหน่ายในท้องตลาด, T2 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 100%, T3 = ตะกอนดินบึงบอระเพ็ดที่ยังไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพ, T4 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 20% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 80%, T5 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 30% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 70%, T6 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 40% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 60%, T7 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 50% +

ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 50% และ T8 = ปุ๋ยหมักจาก
วัชพืชน้ำ 60% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 40%

การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมีของดิน

ก่อนการปลูกพืชทำการวิเคราะห์สมบัติทาง
ฟิสิกส์และสมบัติทางเคมีของสิ่งทดลอง โดยส่งวิเคราะห์
ตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน ปุ๋ย และพืช
ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้แก่ ค่า
ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical
Conductivity ; EC), ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic
Matter ; OM), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
(Available P ; Avail. P), ปริมาณโพแทสเซียมที่
แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K ; Exch. K) และค่า
ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Catch Ion
Exchange Capacity ; CEC) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมีของดิน

สมบัติ	วิธีทดสอบอ้างอิง*
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	AOAC (2019)
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	In-house method TM-SFP-7.2-02 based on Soil Sampling and Methods of Soil Analysis, Second Edition. 2008
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM)	In-house method TM-SFP-7.2-04 based on Walkley & Black method (1934) in GLOSOLAN SOP Tech.W.G (2019) FAO (2019)
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P)	Bray II (1945)
ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. K)	NH ₄ OAc, มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2549)
ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC)	NH ₄ OAc, มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2549)

หมายเหตุ : * ส่งตรวจวิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน ปุ๋ย และพืช ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

การปลูกพืชทดสอบ

ในงานวิจัยนี้ได้ปลูกพืชทดสอบเพื่อเก็บข้อมูล
การเจริญเติบโตของพืชประกอบการประเมินคุณภาพ
ของตะกอนดินหลังการปรับปรุงสภาพ โดยทดลองปลูก
พืช ณ โรงเรือนปลูกพืชทดลองโครงการจัดตั้งวิทยาเขต
นครสวรรค์ มหาวิทยาลัยมหิดล ปลูกคะน้าใบสายพันธุ์
การคำ (Chinese kale) ในกระถางขนาด 8 นิ้ว กระถาง
ละ 3 ต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์
(completely randomized design: CRD) สิ่งทดลอง
ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 กระถาง บันทึกอัตราการเจริญเติบโต
และปริมาณผลผลิตที่ 45 วันหลังปลูก ได้แก่ ความสูง
(cm), จำนวนใบ (ใบ), ความกว้างใบ (cm), ความยาว
ใบ (cm) และน้ำหนักต้นสด (g/กระถาง)

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

หลังจากเก็บเกี่ยวคะน้าดำเนินการทดสอบ
การรับรู้ทางประสาทสัมผัส เพื่อประเมินความเป็นไปได้
ในการใช้ประโยชน์จากการปรับปรุงคุณภาพของ
ตะกอนดินในการปลูกพืชที่จะส่งผลต่อคุณภาพการ
รับประทานในเรื่องของรสชาติ และลักษณะภายนอก
ของคะน้า โดยรับสมัครผู้ทดสอบที่บริโภคคะน้าสดเป็น
ประจำอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง อายุระหว่าง 18-60
ปี และไม่แพ้ข้อสปริงรสที่มีฉั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบ
จำนวน 40 คน โดยผ่านความเห็นชอบจาก
คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนชุดกลาง
มหาวิทยาลัยมหิดลตามหนังสือรับรองจริยธรรมวิจัย
เลขที่ COA No. MU-CIRB 2022/141.2912

โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะคัดเลือกค่น้ำจากสิ่งทดลองที่มีน้ำหนักสดสูงสุด 3 อันดับแรก ซึ่งผู้ประเมินทางประสาทสัมผัสจะไม่ทราบข้อมูลสิ่งทดลองในการปลูกก่อน การทดสอบความชอบ (affective test) ที่มีต่อลักษณะสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้วิธีการกำหนดรหัสตัวอย่างจากตาราง Three- digit random number ของ Cochran and Cox (1957) โดยเตรียมตัวอย่างใบค่น้ำสดที่อยู่สูงจากพื้นดินตั้งแต่ใบที่ 3 ขึ้นไป โดยไม่ใช้ยอดของค่น้ำที่ยังห่ออยู่ นำมาแยกใบออกจากลำต้น ใช้เฉพาะส่วนของใบล่างน้ำให้สะอาด จากนั้นหั่นให้มี ความกว้างประมาณ 2 cm นำไปลวกในน้ำเดือด ระยะเวลา 6 นาที และแช่ในน้ำเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 นาที นำค่น้ำขึ้นมาพักให้ สะเด็ดน้ำ บรรจุลงในกล่องพลาสติกปิดสนิท แช่ใน ตู้เย็นประมาณ 10 นาที เมื่อจะเริ่มทำการทดสอบ ให้ นำตัวอย่างใบค่น้ำมาคลุกเคล้ากับซอสปรุงรสสำเร็จรูป ตามอัตราส่วนที่ระบุในฉลาก จากนั้นนำใบค่น้ำแต่ละ หน่วยทดลองใส่ภาชนะ นำไปให้ผู้ทดสอบเริ่มทำการ ทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้สเกลวัดระดับความชอบ 5 ระดับ (5 = ชอบมาก 4 = ชอบปานกลาง 3 = เฉย ๆ 2 = ไม่ชอบปานกลาง 1 = ไม่ชอบ)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับการ คัดเลือกอัตราส่วนปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ และตะกอนดิน ต่อการปลูกค่น้ำ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลอง CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ

อธิบายความสัมพันธ์ของลักษณะการเจริญเติบโตและ ทางประสาทสัมผัส โดยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน (Pearson's correlation) และการวิเคราะห์ องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis; PCA) ด้วยโปรแกรม Rstudio (RStudio Team, 2020)

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมี ของดิน

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตะกอน ดินก่อนการปรับปรุงคุณภาพ (T3) พบว่า ดินมีลักษณะ เป็นกรดจัด โดยมีค่า pH เท่ากับ 5.3 ในขณะที่ตะกอน ดินที่มีการปรับปรุงคุณภาพโดยการเติมปุ๋ยหมักจาก วัชพืชน้ำ (T4-T8) มีค่า pH สูงขึ้นลักษณะเป็นด่าง เล็กน้อย โดยมีค่า pH อยู่ระหว่าง 7.4-7.7 ซึ่งใกล้เคียง กับดินผสมเป็นด่างที่ขายทั่วไปในท้องตลาด (T1) ในขณะที่ ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 100% (T2) พบว่า มีค่า pH เท่ากับ 8.1 และจากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของ ตะกอนดินก่อนการปรับปรุงคุณภาพพบว่า ตะกอนดิน จากบึงบอระเพ็ดมีค่า EC, OM, Avail. P และ Exch. K ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.14 dS/m, 0.83%, 2.74 mg/kg และ 74.70 mg/kg ตามลำดับ สำหรับสมบัติทางเคมีของ ตะกอนดินหลังปรับปรุงคุณภาพ โดยการเติมปุ๋ยหมัก จากวัชพืชน้ำพบว่า มีค่า EC, OM, Avail. P และ Exch. K เพิ่มขึ้นเมื่อมีอัตราส่วนของปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ เพิ่มขึ้นและพบว่า ตะกอนดินหลังจากที่มีการปรับปรุง สภาพมีสมบัติทางเคมีสูงกว่าดินผสมในท้องตลาด (T1) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมีของตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 8 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	pH	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	CEC (cmol/kg)
T1	7.6	1.29	4.80	212.39	1353.35	21.62
T2	8.1	2.82	21.95	574.83	6993.01	43.23
T3	5.3	0.14	0.83	2.74	74.70	25.28
T4	7.4	0.88	7.65	154.03	934.68	26.15
T5	7.7	0.92	9.94	170.73	1197.60	29.13
T6	7.7	1.08	11.77	216.54	1434.63	31.34
T7	7.7	1.54	19.97	295.57	2116.53	39.89
T8	7.7	1.71	20.12	341.46	2894.03	37.10

หมายเหตุ : pH = ค่าความเป็นกรด-ด่าง, EC = ค่าการนำไฟฟ้า, OM = ปริมาณอินทรีย์วัตถุ, Avail. P = ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, Exch. K = ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และ CEC = ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (T1 = ดินผสมทางการค้าที่จำหน่ายในท้องตลาด, T2 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 100%, T3 = ตะกอนดินบึงบอระเพ็ดที่ยังไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพ, T4 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 20% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 80%, T5 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 30% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 70%, T6 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 40% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 60%, T7 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 50% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 50% และ T8 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 60% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 40%)

ผลการเจริญเติบโตของคะน้า

จากผลการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของคะน้าที่ปลูกในสิ่งทดลองต่าง ๆ ดังรูปที่ 1 พบว่า อัตราการเจริญเติบโตทุกลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย T1, T3 และ T4 เป็นสิ่งทดลองที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุด โดย T1 มีความสูงของต้นต่ำที่สุด, T3 มีจำนวนใบ และน้ำหนักสดต่ำที่สุด ในขณะที่ T4 มีความกว้างและความยาวใบต่ำที่สุด สำหรับ T2, T7 และ T8 เป็นกลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตในทุกลักษณะสูงที่สุด โดยเฉพาะ T8 ที่มี

น้ำหนักสด เฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ T7 และ T2 เท่ากับ 108.45, 106.37 และ 93.90 g/กระถาง ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่า T2 มีความสูงของต้นและจำนวนใบต่อต้นสูงที่สุด ดังตารางที่ 3 จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมีของดิน และลักษณะการเจริญเติบโต พบว่า มีความสัมพันธ์ในทางบวกโดยค่า EC, OM, Avail. P และ CEC มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 กับความสูง, จำนวนใบ, ความกว้างใบ, ความยาวใบ และน้ำหนักสดของคะน้า ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยลักษณะการเจริญเติบโตของคะน้าที่ปลูกในสิ่งทดลองทั้ง 8 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (cm)	จำนวนใบ/ต้น (ใบ)	ความกว้างใบ (cm)	ความยาวใบ (cm)	น้ำหนักสด/กระถาง (g)
T1	8.15 d	3.23 d	3.42 e	4.00 d	19.60 f
T2	17.64 a	5.47 a	6.46 ab	7.33 a	93.90 c
T3	8.75 d	2.96 d	3.29 e	3.64 d	10.10 h
T4	8.27 d	3.72 c	3.13 e	3.57 d	15.58 g
T5	11.13 c	3.62 c	4.44 d	5.05 c	29.31 e
T6	13.39 b	4.96 b	5.04 c	5.66 b	56.37 d
T7	16.88 a	5.40 a	6.07 b	6.85 a	106.37 b
T8	17.04 a	4.66 b	6.73 a	7.05 a	108.45 a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ด้วยวิธี least significant difference (LSD) (T1 = ดินผสมทางการค้าที่จำหน่ายในท้องตลาด, T2 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 100%, T3 = ตะกอนดินบึงบอระเพ็ดที่ยังไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพ, T4 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 20% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 80%, T5 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 30% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 70%, T6 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 40% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 60%, T7 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 50% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 50% และ T8 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 60% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 40%)

ตารางที่ 4 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมีของตะกอนดินกับลักษณะการเจริญเติบโตของคะน้าด้วยวิธี Pearson's correlation

การเจริญเติบโต	pH	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	CEC (cmol/kg)
ความสูงต้น (cm)	0.52	0.76 *	0.95 *	0.80 *	0.73 *	0.96 *
จำนวนใบ/ต้น (ใบ)	0.64	0.76 *	0.91 *	0.80 *	0.71	0.91 *
ความกว้างใบ (cm)	0.55	0.76 *	0.95 *	0.80 *	0.72 *	0.93 *
ความยาวใบ (cm)	0.59	0.80 *	0.96 *	0.83 *	0.76 *	0.95 *
น้ำหนักสด/กระถาง (g)	0.54	0.74 *	0.95 *	0.77 *	0.67	0.92 *

หมายเหตุ : * Correlation is significant different at $p \leq 0.05$, pH = ค่าความเป็นกรด-ด่าง, EC = ค่าการนำไฟฟ้า, OM = ปริมาณอินทรีย์วัตถุ, Avail. P = ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, Exch. K = ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และ CEC = ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก



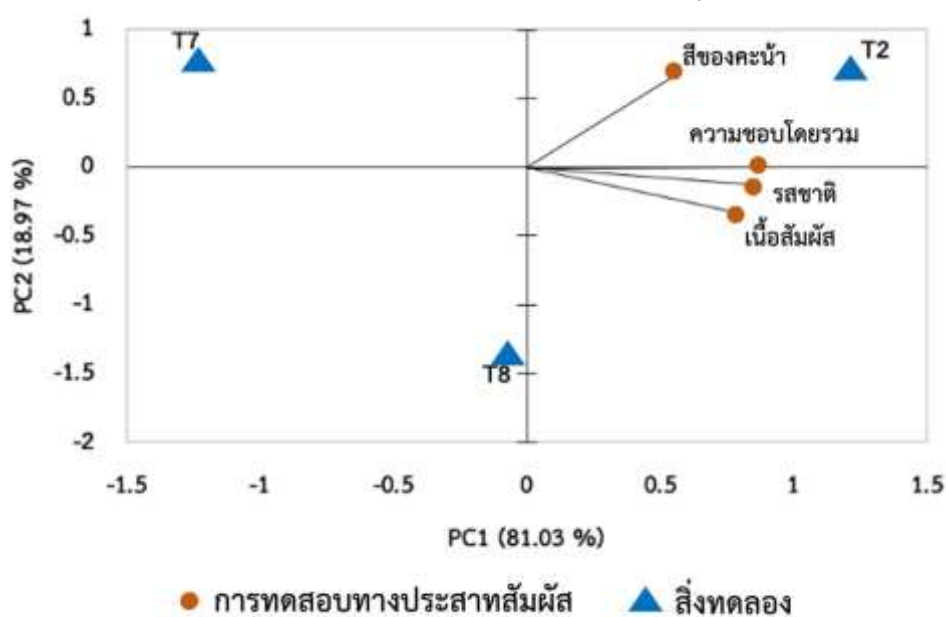
รูปที่ 1 แสดงลักษณะของดินผสมทางการค้าที่จำหน่ายในท้องตลาด (ชุดควบคุม) ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ ตะกอนดิน และดินผสมระหว่างปุ๋ยหมักกับตะกอนดินในอัตราส่วนต่าง ๆ 8 สิ่งทดลอง

จากรูปที่ 1 แสดงลักษณะของดินผสมทางการค้าที่จำหน่ายในท้องตลาด (ชุดควบคุม) ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ ตะกอนดิน และดินผสมระหว่างปุ๋ยหมักกับตะกอนดินในอัตราส่วนต่าง ๆ 8 สิ่งทดลอง (T1 = ดินผสมทางการค้าที่จำหน่ายในท้องตลาด, T2 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 100%, T3 = ตะกอนดินบึงบอระเพ็ดที่ยังไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพ, T4 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 20% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 80%, T5 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 30% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 70%, T6 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 40% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 60%, T7 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 50% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 50% และ T8 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 60% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 40%) และภาพลักษณะการเจริญเติบโตของคะน้าหลังจากปลูก 45 วัน ดังรูปที่ 1

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัส

สำหรับการศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของคะน้าคัดเลือกตัวอย่างที่มีน้ำหนักสดสูงที่สุดจำนวน 3 สิ่งทดลอง ได้แก่ T2, T7 และ T8 พบว่า จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัสจากอาสาสมัครผู้ทดสอบ 40 คน มีค่าเฉลี่ยของความชอบในด้านของสีคะน้าเท่ากับ 4.23, 4.18 และ 4.15 ตามลำดับ ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัสคะน้ามีค่า 3.95, 3.65 และ 3.90 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยความชอบต่อรสชาติของคะน้ามีค่าเท่ากับ 3.90, 3.35 และ 3.68 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความชอบโดยรวมของคะน้าพบว่า คะน้าที่ปลูกในสิ่งทดลอง T2 มีค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมสูงที่สุด รองลงมาคือ T8 และ T7 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมเท่ากับ 3.98, 3.78 และ 3.60 ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ PCA ระหว่างสิ่งทดลอง T2, T7 และ T8 กับ ลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่า กราฟอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลทั้งหมดได้ 100% จาก 2 ปัจจัย และแสดงความเชื่อมโยงให้เห็นว่าความชอบโดยรวม, สี, รสชาติ และเนื้อสัมผัสของคะน้ามีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามการปลูกในปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำอย่างเดียวน (T2) ดังรูปที่ 2 สำหรับค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่าความชอบโดยรวมมีความสัมพันธ์กับรสชาติและเนื้อสัมผัส เท่ากับ 0.67 และ 0.56 ตามลำดับ ในขณะที่สีของคะน้ามีความสัมพันธ์กับรสชาติน้อยที่สุดเท่ากับ 0.30 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์สรุปได้ว่าหากคะน้ามีเนื้อสัมผัสดีก็จะส่งผลต่อรสชาติ ซึ่งมีผลต่อความชอบโดยรวมนั่นเอง



รูปที่ 2 แสดงภาพแกนสองทิศทางของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Biplot) ระหว่างการทดสอบทางประสาทสัมผัสและสิ่งทดลอง (T2 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 100%, T7 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 50% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 50% และ T8 = ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 60% + ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 40%)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาของเพียงใจ เจริญวิญญกุล และพัฒนา สมนิยาม (2564) เกี่ยวกับประสิทธิภาพของมูลไส้เดือนจากผักตบชวาต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 41 พบว่าอัตราส่วนของผักตบชวาและมูลวัวต่างกัน 4 อัตราโดยน้ำหนัก ได้แก่ ผักตบชวา (ควบคุม), ผักตบชวา (WH) : มูลวัว (CM) 3 : 1, 4 : 1 และ 5 : 1 มีปริมาณธาตุอาหารที่ได้จากการย่อยสลายไม่ต่างกัน อย่างไรก็ตามอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายโดยไส้เดือนคือ 4 : 1 และเมื่อใช้ร่วมกับการใช้ปุ๋ย 46-0-0 จะทำให้ข้าวพันธุ์ กข 41 มีจำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ และผลผลิตสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่ปุ๋ยหมักไม่ผลิกองจากวัชพืชน้ำ 100% (T2) ก็สามารถปลูกคะน้ำให้มีการเจริญเติบโตสูงที่สุด ในขณะที่งานวิจัยครั้งนี้สิ่งทดลอง T4-T6 มีอัตราการเจริญเติบโตของคะน้ำต่ำที่สุด อาจเนื่องจากมีปริมาณตะกอนดินในอัตราส่วนโดยน้ำหนักสูงกว่าสิ่งทดลองอื่น ซึ่งส่งผลต่อลักษณะของเนื้อดิน ความร่วนซุย การระบายน้ำและ

อากาศในดิน อีกทั้งธาตุอาหารในดินก็มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของคะน้ำด้วย และจากการศึกษาของจักรกฤษ ศรีละออ และคณะ (2363) ที่ศึกษาผลของผักตบชวาหมักร่วมกับของเสียเหลือใช้ต่อการงอกของต้นกล้าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค พบว่า ผักตบชวาที่หมักด้วยน้ำกากส่า มีเปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีการงอกดีที่สุดเมื่อเทียบกับผักตบชวาที่หมักด้วยวัสดุอื่น ๆ ในขณะการศึกษาของเฉลิมชัย แพะคำ และคณะ (2557) แสดงปริมาณธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ย่อยสลายจากเชื้อรา *Trichoderma* sp. isolate UPPY19 ซึ่งสุมเก็บผักตบชวาในระยะเวลาที่ย่อยสลายแตกต่างกันเมื่อทำการเปรียบเทียบกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่ระยะเวลาการหมัก 30 วันเท่ากัน พบว่า ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 100% (T2) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงกับผักตบชวาที่ไม่เติมและเติมเชื้อรา *Trichoderma* sp. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.95%, 20.67% และ 21.26% ตามลำดับ แต่ T2 มีค่า pH เท่ากับ 8.1 ซึ่งสูงกว่าผักตบชวาที่ไม่เติมและเติมเชื้อรา *Trichoderma* sp. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.8 และ 7.0 ตามลำดับ จากการศึกษา

การทำปุ๋ยหมักและวัสดุปลูกจากวัชพืชน้ำและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดย สุภาพร บัวชุม และ ประวิทย์ โตวัฒนะ (2565) พบว่า วัชพืชน้ำและซีเถ้ากลบในอัตราส่วน 15% มีอัตราการเจริญเติบโตของกวางตุ้งมากที่สุด (ความสูง 32.51 cm จำนวนใบ 12.69 ใบ ความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางใบ 9.16 cm) สำหรับการศึกษาของครุภัณฑ์ ละอองเอน (2562) ในการทำปุ๋ยหมักจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อพัฒนาสูตรดินจำหน่าย โดยใช้เศษพืช ได้แก่ ฟางข้าว แกลบ ใบอ้อย ผักตบชวา น้ำหนักรวม 1,000 kg, มูลสัตว์ ได้แก่ มูลวัว สุกร ไก่ น้ำหนักรวม 200 kg, ปุ๋ยไนโตรเจน (ยูเรีย 46-0-0) น้ำหนัก 2 kg และสารเร่งซูปเปอร์พด.1 จำนวน 1 ซอง นำมากองเรียงสลับชั้นระหว่างเศษพืชและมูลสัตว์และรดด้วยสารเร่ง พด.1 จากนั้นหมักไว้ 5 เดือนและกลับกองปุ๋ยทุกสัปดาห์ เมื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักพบว่า มีค่า pH = 7.60, EC = 5.45 ds/m, OM = 25.50%, Avail. P = 214.15 mg/kg และ Exch. K = 21.24 mg/kg เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองครั้งนี้ซึ่งใช้วัชพืชน้ำซึ่งประกอบด้วยผักตบชวาเป็นหลักมีระยะเวลาในการหมักสั้นกว่าโดยใช้วิธีการทำแบบไม่พลิกกลับกอง และมีค่า Avail. P และ Exch. K สูงกว่า เท่ากับ 574.83 และ 6993.01 mg/kg ตามลำดับ

จากงานวิจัยต่าง ๆ ก่อนหน้านี้ที่มีการนำปุ๋ยหมักจากผักตบชวามาผสมกับดินเพื่อปลูกพืชเป็นการเพิ่มศักยภาพของดินผสมให้มีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอ และเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยพบว่าดินที่มีการเติมปุ๋ยหมักมีสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีดีขึ้น และมีโครงสร้างของดินดีขึ้นโดยช่วยเพิ่มความพรุนและลดความหนาแน่นของดินได้ดี ซึ่งการทดลองนี้มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่แนะนำในการปลูกพืช อาทิเช่น มีค่า pH ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพ (T4-T8) อยู่ระหว่าง 7.4-7.7 ซึ่งโดยปกติดินที่เหมาะสมจะมีค่า pH 5.5-7.5 แสดงว่าดินผสมในการทดลองหลังปรับปรุงคุณภาพมีความเหมาะสม นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณของ OM, Avail. P, Exch.

K รวมทั้งค่าการนำไฟฟ้าก็มีค่าที่ดีขึ้นกว่าก่อนการปรับปรุงคุณภาพอีกด้วย โดยทั่วไปดินที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกจะมีค่าไม่เกิน 10 dS/m ซึ่งเป็นการประเมินความเข้มข้นของเกลือที่ละลายได้ในดินที่สำคัญ ได้แก่ Na^+ K^+ Ca_2^+ Mg_2^+ NH_4^+ เป็นต้น นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของคะน้าที่ปลูกในดินผสมอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า คะน้าที่ปลูกในตะกอนดินและดินผสมทางค้ำ (ชุดควบคุม) มีการเจริญเติบโตต่ำกว่าการปลูกในปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 100% (T2) และปลูกในตะกอนดินที่มีการปรับปรุงคุณภาพ (T4-T8) ทั้งนี้เนื่องจากตะกอนดินและดินผสมที่ขายทั่วไปมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ เมื่อปลูกพืชไประยะหนึ่งจะทำให้ดินมีลักษณะยุบตัวแน่นทึบ ส่งผลให้น้ำและอากาศหมุนเวียนเข้าไปได้ช้า อีกทั้งยังอุ้มน้ำได้ไม่ดีอีกด้วย ซึ่งจากผลการทดลองที่ใช้วัชพืชน้ำ มาทำเป็นปุ๋ยหมักในครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของลักขณา เบญจวรรณ และคณะ (2558) ที่รายงานว่าการบวกรวมการทำปุ๋ยหมักโดยใช้วัชพืชน้ำเป็นวัตถุดิบหลักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้โดยไม่เป็นพิษต่อพืช เช่นเดียวกับการศึกษาของครองใจ โสมรักษ์ (2560) ที่ศึกษาผลของปุ๋ยหมักจากกากครามต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า โดยพบว่า คะน้าที่ใส่ปุ๋ยหมักจากคราม ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตดีที่สุด โดยคะน้ามีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 35.19 cm ขนาดความกว้างของทรงพุ่ม เท่ากับ 28.92 cm และจำนวนใบเท่ากับ 7.15 ใบ รวมทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด คือ 118.49 g/ต้น และ 9.56 g/ต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ ปุ๋ยคอก กากคราม และไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) โดยน้ำหนักสดเท่ากับ 70.16, 68.52 และ 52.80 g/ต้นตามลำดับ

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสเพื่อประกอบการพิจารณาวัสดุปลูกและความชอบของผู้บริโภคพบว่า ความชอบโดยรวมของผู้บริโภคจะชอบคะน้าที่เนื้อสัมผัสและรสชาติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Souza et al. (2021) โดยศึกษาคะน้า 5 สายพันธุ์ที่มีการปลูกแตกต่างกันพบว่า คะน้าที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดมีคะแนนความชอบใน

ส่วนของเนื้อสัมผัส สี กลิ่น สูงที่สุดด้วย ในขณะที่ความขมมีค่าต่ำสุด ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบคือน้ำที่ไม่ขมและเนื้อสัมผัสนุ่มไม่หยาบ เช่นเดียวกับรายงานของ Sophie et al. (2012) ให้ความสำคัญ และขึ้นชอบคือน้ำที่มีความกรอบ, ไม่แข็ง และไม่มีลักษณะสดใหม่ ในขณะที่การวิจัยของธีระเดช ศรีวงศ์ และคณะ (2552) พบว่า สีและลักษณะเนื้อสัมผัสมีอิทธิพลที่สำคัญต่อความชอบโดยรวมของผู้บริโภค

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการศึกษาค้นคว้าซึ่งเกี่ยวข้องกับวัสดุแต่ละชนิด และวัสดุผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ เป็นการพัฒนาสูตรดินผสมที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งทำให้ดินที่มีคุณภาพต่ำอย่างตะกอนดินบึงบอระเพ็ดสามารถปรับปรุงคุณภาพให้ปลูกพืชได้ โดยใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในชุมชน นอกจากนี้ยังสามารถต่อยอดไปสู่การทำธุรกิจ เพื่อจำหน่ายเป็นดินผสมให้กับผู้ที่สนใจได้อีกด้วย เป็นการใช้ประโยชน์และก่อให้เกิดการหมุนเวียนทรัพยากร โดยการนำความรู้ทางการจัดการดินมาเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ดินได้อย่างยั่งยืน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ยังเป็นการใช้ทรัพยากรจากภาคการเกษตรให้เต็มประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมทั้งเป็นการจัดการวัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากการขุดลอก เช่น วัชพืชน้ำและตะกอนดิน นำมาสร้างมูลค่าเพิ่ม ส่งผลให้ปัญหามลพิษทางดินและน้ำลดน้อยลงได้อีกด้วย

สรุปผลการวิจัยและประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

ตะกอนดินบึงบอระเพ็ดที่ปรับปรุงคุณภาพโดยมีส่วนผสมของปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ สามารถเพิ่มศักยภาพจากที่มีสมบัติไม่เหมาะสมต่อการนำไปเพาะปลูกพืช ให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปปลูกพืชได้ อัตราส่วนโดยน้ำหนักที่เหมาะสมคือปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 50% : ตะกอนดิน 50% และ ปุ๋ยหมักจากวัชพืชน้ำ 60% : ตะกอนดิน 40% ซึ่งทั้ง 2 อัตราส่วนนี้จะช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในเนื้อดิน และธาตุอาหารให้แก่ตะกอนดิน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นทางเลือกให้แก่ชาวบ้าน เกษตรกร ผู้ที่สนใจ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่โดยรอบบึงบอระเพ็ดสามารถนำเอาหลักการและสูตรการปรับปรุงภาวตะกอนดินจากปุ๋ยหมักวัชพืชน้ำไปต่อยอดใช้ประโยชน์ทางการเกษตรของตนเอง ก่อให้เกิดเศรษฐกิจหมุนเวียนใช้ประโยชน์ หรือพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ดินผสมเพื่อจำหน่ายเป็นรายได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio Economy) อีกทั้งวิธีการนี้ยังเป็นการช่วยให้ตะกอนดินจากที่เป็นปัญหากลับมามีคุณภาพและเป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำผลงานเพื่อพัฒนางานของบุคลากรสายสนับสนุนมหาวิทยาลัยมหิดล และมูลนิธิศูนย์วิจัยและบริการบึงบอระเพ็ด อีกทั้งได้รับความอนุเคราะห์การเก็บตัวอย่างตะกอนดินและวัชพืชน้ำจากเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ สำนักงานประมงจังหวัดนครสวรรค์ รวมทั้งได้รับความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ทดลองจากหน่วยวิจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดิน หน่วยวิจัยการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อม โครงการจัดตั้งวิทยาเขตนครสวรรค์ มหาวิทยาลัยมหิดล

เอกสารอ้างอิง

- ครุปรณ์ ละเอียดอ่อน. (2562). การผลิตและพัฒนาสูตรดินปลูกจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อจำหน่าย กรณีศึกษากลุ่มสตรีแม่บ้านตำบลหนองตาด อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์. *วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร*, 36(3), 66-77.
- ครองใจ โสมรักษ์. (2560). ผลของปุ๋ยหมักจากกากครามต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของค่น้ำ. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, 14(2), 165-172.

จักรกฤษ ศรีละออ, ธนพล แยมบัว, ชัยวินทร์ นวลศรี,
คงเดช พะสีนาม, ธันวมาส กาศสนุก, และ
ปณณดา ทะรังศรี. (2563). ผลของผักตบชวา
หมักร่วมกับของเสียเหลือใช้ต่อการออกของ
ต้นกล้าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค. *วารสาร
วิทยาศาสตร์การเกษตร*, 51(1) ฉบับพิเศษ,
185-189.

เฉลิมชัย แพะคำ, บุญร่วม คิดคำ, มนัส ทิตยวัชรณ, และ
วิพรพรรณ เนื่องมณี. (2557). การศึกษา
ปริมาณธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยหมักผักตบชวา
ที่ย่อยสลาย โดยเชื้อรา *Trichoderma* sp.
ไอโซเลท UPPY19. *วารสารแก่นเกษตร*, 42(1)
ฉบับพิเศษ, 671-676.

ธนพล อนุตตรังกูร, นฤตล โพธิ์เวียง, วชิระ กว้างขวาง,
รังสรรค์ ถิระอัษฎกุล, และ ปิยะเทพ อวาทกุล.
(2561, 14 ธันวาคม). *การประเมินการชะล้าง
พังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์* [การนำเสนอ
งานวิจัย]. การประชุมวิชาการ
ทรัพยากรธรรมชาติและสารสนเทศศาสตร์และ
สิ่งแวดล้อม, อาคารศูนย์บริการเทคโนโลยี
สารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัย
นเรศวร, พิษณุโลก, ประเทศไทย.

ธีระเดช ศรีวงศ์, มุทิทา มินุ่น และ วิไลสนา โพธิ์ศรี.
(2552). การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทาง
เคมี และทางประสาทสัมผัสใบคะน้าอินทรีย์
และคะน้าทั่วไประหว่างการเก็บรักษา.
วารสารวิจัย มข, 9(2), 30-45.

ธีระพงษ์ สว่างปัญญากร. (2558, 18 เมษายน). *การผลิต
ปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณมากแบบไม่พลิกกลับกองวิธี
วิศวกรรมแม่โจ้ 1*. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
[https://kb.mju.ac.th/assets/img/article
File/25640608cbacd19769df4b0aa905
0b98a3a1cb94.pdf](https://kb.mju.ac.th/assets/img/articleFile/25640608cbacd19769df4b0aa9050b98a3a1cb94.pdf)

ประไพพรรณ จันท์ทิพย์. (2559). *การทำปุ๋ยหมักจาก
ผักตบชวาร่วมกับกากตะกอนส่วนเกินจาก
ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานยางชั้นและกาก*

ตะกอนจากโรงงานยางแท่ง STR 20

[วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์].

พิรุฑธ สิริฐนกร, ไกรวิทย์ พะรัมย์ และ สุชาดา สานุสันต์.
(2557). วัสดุรองพื้นต่างชนิดกันที่มีผลต่อการ
เจริญเติบโตและผลผลิตปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน.
วารสารแก่นเกษตร, 42(1) ฉบับพิเศษ, 714-721.

เพียงใจ เจียรวิชัยกุล และ พัฒนา สมนิยาม. (2564).
ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจาก
ผักตบชวาต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและ
องค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 41.
วารสารแก่นเกษตร, 1, 949-955.

มติชนออนไลน์. (2559, 24 มีนาคม). *ปฏิบัติการชุด ลอก
ตะกอนดินบึงบอระเพ็ด 2 ล้านลูกบาศก์เมตรเพื่อ
เพิ่มความจุน้ำ*. มติชนออนไลน์.

<https://www.matichon.co.th/>

มติชนออนไลน์. (2564, 10 เมษายน). *“ปึกป้อม” เร่ง
แก้ปัญหาผักตบชวา แฉแปรรูปเป็นปุ๋ย สร้าง
รายได้เกษตรกรฝ่าวิกฤตโควิด*. มติชนออนไลน์.
<https://www.matichon.co.th/>

ลักขณา เบญจวรรณ, ปิยะรัตน์ วิจักขณ์สังสิทธิ์, ทศนีย์
ชัยคงดี และ โยธกา รัตนวงศ์. (2558, 8
ธันวาคม). *การเปรียบเทียบลักษณะสมบัติและ
ดัชนีการออกของเมล็ดพืชของปุ๋ยหมักจากพืชน้ำ
3 ชนิด* [การนำเสนองานวิจัย]. การประชุม
วิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 12,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
กำแพงแสน, นครปฐม, ประเทศไทย.

วิมลนันทน์ กันเกตุ, ธนพล สุขาวงค์ และ ยุพาภรณ์
สารสอน. (2563). ใช้ประโยชน์ตะกอน
น้ำประปาปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มศักยภาพการ
ผลิตข้าวโพดฝักอ่อนภายใต้สภาพดินปนกรวด.
วารสารแก่นเกษตร, 48(1) ฉบับพิเศษ, 1227-
1234.

สุภาพร บัวชุม และ ประวิทย์ ไตรวัฒน์. (2565, 9
มีนาคม). *การทำปุ๋ยหมักและวัสดุปลูกจาก*

- วัชพืชน้ำและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช [การนำเสนองานวิจัย]. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยหอการค้า, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2546, 10 เมษายน). *ความหลากหลายทางชีวภาพพื้นที่ลุ่มน้ำปิงบอระเพ็ด (พิมพ์ครั้งที่1)*. สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
http://lib.mnre.go.th/lib/book/bungbo_raped.pdf
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2563, 2 กันยายน). BCG in Action: *สาขาเกษตร*. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.
<https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/bcg/bcg-in-action-agriculture-01.pdf>
- Cochran, W. G., & Cox, G. M. (1957). *Experimental Design*. John Wiley & Sons.
- RStudio Team. (2020, 20 January). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, PBC, Boston, MA .
<http://www.rstudio.com>
- Sophie, B., Rachael, M., & Matthew, B. M. (2012). Identification of sensory properties driving consumers' liking of commercially available kale and arugula. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102, 198-205.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.11346>
- Souza, R., Forti, V. A., Spoto, F., Medeiros, S. D. S., Sala, F. C., Pimenta, D. M., & Verruma-Bernardi, M. R. (2021). Descriptive Sensory Analysis And Acceptance Of Leaves Of Smooth And Curly Kale. *Horticultura Brasileira*, 39(4), 362-368.
<https://www.scielo.br/j/hb/a/H6c7BHCXzTBtqWNMX7xRyGB/>