

ผลของวัสดุปลูกจากขยะใบไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ของผักสลัดกรีนโอ๊ค

EFFECTS OF GROWING MEDIA FROM LEAVES GARBAGE ON GROWTH OF GREEN OAK (*LACTUCA SATIVA* VAR. *CRISPA* L.)

สามารถ ใจเตี้ย*

Samart Jaitae*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

*corresponding author, email: samart_jai@cmru.ac.th

(Received: 3 March 2025; Revised: 23 July 2025; Accepted: 25 July 2025)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบผลของวัสดุปลูกจากขยะใบไม้ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค โดยผสมขยะใบ ประกอบด้วย ใบลำไยแห้ง ใบสักแห้ง ใบไผ่แห้ง และใบจามจุรีแห้ง ร่วมกับดินร่วนและมูลวัวแห้ง และใช้น้ำสะอาดควบคุมความชื้นในกองวัสดุปลูก ผลการศึกษาพบว่า เมื่อหมักวัสดุปลูกครบ 60 วัน วัสดุปลูกทั้ง 7 สิ่งทดสอบ มีค่าความหนาแน่นรวมอยู่ระหว่าง 0.58–1.42 กรัมต่อมิลลิลิตร ค่าความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 23.43–29.20 วัสดุปลูกมีความเป็นด่างอ่อนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.43–7.78 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ระหว่าง 1039.00–1433.00 ug/cm และปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) อยู่ระหว่างร้อยละ 25.80–35.80 ตามลำดับ เมื่อนำวัสดุปลูกไปทดสอบโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 8 สิ่งการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ พบว่า สิ่งทดลองที่ 4 ที่มีส่วนผสมของใบลำไยแห้ง : ใบไผ่แห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง (1 : 1 : 2 : 2 : 2) มีการเจริญเติบโตและผลผลิตทั้งจำนวนใบ ความสูง ความยาวราก ความกว้างทรงพุ่ม ขนาดของลำต้น และน้ำหนักสดรวม รากเตี้ยต้นสูงสุด ทั้งนี้ วัสดุปลูกพืชจากขยะใบไม้เป็นแนวทางการลดการเผาเศษวัสดุในพื้นที่โล่ง และยังสามารถนำไปพัฒนาเป็นสินค้าเพื่อสร้างรายได้ต่อไป

คำสำคัญ: วัสดุปลูก ขยะใบไม้ ผักสลัดกรีนโอ๊ค

Abstract

The objectives of this research were to test the effects of growing media from leaves garbage on green oak (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.). The leaves garbage included dried longan leaves, teak leaves, bamboo leaves, and rain tree leaves, mixed with loam soil and dried cow manure. Fermentation moisture was maintained using distillery wastewater. The result showed that after 60 days of composting, the 7 growing media treatments exhibited bulk densities ranging from 0.58 to 1.42 g/mL, moisture contents between 23.43% and 29.20%, and a mildly alkaline pH with average values ranging from 7.43 to 7.78. Electrical Conductivity; EC were ranged between 1039.00–1433.00 ug/cm and Organic materials; OM content ranged from 25.80% to 35.80%, respectively. The growing media were then tested using a Completely Randomized Design; CRD comprising 8 treatments with three replications. The results revealed that Treatment 4, composed of dried longan leaves: dried bamboo leaves: loam soil: dried rain tree leaves: dried dairy cow manure in the ratio 1 : 1 : 2 : 2 : 2, yielded the highest growth performance. This included the number of leaves, plant height, root length, canopy width, stem size, and total fresh weight including roots and shoots. Regarding the growing media is an approach to reduce the burning in open areas and can also be developed into products.

Keywords: Growing media, Leaves garbage, Green Oak

บทนำ

ขยะมูลฝอยยังเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากการขยายตัวของประชากรและการบริโภคที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี มีรายงานพบว่าแต่ละปีมีขยะมูลฝอยชุมชนเกิดขึ้นมากกว่า 2.10 พันล้านตัน แต่มีขยะมูลฝอยประมาณ 323 ล้านตันเท่านั้น ที่ได้รับการบริหารจัดการอย่างเหมาะสม ทั้งนี้มีการคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2050 จะมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นถึง 3.88 พันล้านตัน ซึ่งมากกว่าร้อยละ 90 จะกำจัดโดยการฝังกลบและการเผา (World Bank, 2022) และในหลายประเทศที่มีรายได้ปานกลางถึงต่ำขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ร้อยละ 40–50 เป็นขยะมูลฝอยอินทรีย์ที่ผลิตจากครัวเรือน (Agamuthu & Babel, 2023) ซึ่งขยะใบไม้เป็นขยะมูลฝอยอินทรีย์ (Green waste) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งในเขตเมืองและชนบทจากการปรับแต่งพื้นที่การอยู่อาศัย การพาณิชย์ และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง ทั้งนี้ทั่วโลกมีการผลิตขยะมูลฝอยกลุ่มนี้ประมาณ 47 กิโลกรัมต่อคนต่อปี โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศยุโรปและสหรัฐอเมริกา (Liu, Xie & Sheng, 2023) สอดคล้องกับรายงานที่พบว่า ขยะมูลฝอยชุมชน จำนวน 2 พันล้านตัน

จะมีขยะมูลฝอยอินทรีย์กลุ่มนี้ถึงร้อยละ 11 (Kaza et al., 2018) ในประเทศไทยในช่วงฤดูแล้งจะมีปริมาณขยะมูลฝอยประเภทเศษใบไม้ปริมาณมากในชุมชนทั้งนี้ประชาชนจะใช้วิธีการรวมกันในพื้นที่ว่างของบริเวณที่พักอาศัยเกิดปัญหาเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์พาหนะนำโรค และสัตว์มีพิษทั้งนี้ประชาชนจะใช้วิธีการเผากลางแจ้งเมื่อมีปริมาณมาก (อรรรคพล และวรัญญา, 2564) ทั้งนี้การนำขยะใบไม้มาพัฒนาเป็นวัสดุปลูกพืช (Growing media) จะเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ขยะใบไม้ที่เหมาะสมและสร้างมูลค่าได้ ซึ่งวัสดุปลูกเป็นวัตถุที่เลือกนำมาเพื่อใช้ปลูกพืชทดแทนดินและทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตได้เป็นปกติ วัตถุดิบดังกล่าวอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดผสมกันก็ได้และอาจเป็นอินทรีย์วัตถุหรืออนินทรีย์วัตถุก็ได้ วัสดุเหล่านี้จะช่วยค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงอยู่ได้ เก็บสำรองธาตุอาหารพืช กักเก็บน้ำเพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืช และแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับช่องว่างรอบวัสดุปลูกพืชยังมีบทบาทสำคัญตามสถานะของแข็งที่ทำหน้าที่สำหรับการเกาะยึดของระบบรากและยึดเหนี่ยวของต้นพืช สถานะของเหลวสำหรับให้น้ำและแร่ธาตุอาหารพืช และสถานะก๊าซสำหรับถ่ายเทออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างรากพืชกับอากาศภายนอก นอกจากนี้วัสดุปลูกต้องมีความเหมาะสมสำหรับเทคนิคการปลูกพืชนั้น มีคุณภาพของเนื้อวัสดุปลูกสม่ำเสมอ มีความคงตัว มีการยุบตัวของวัสดุปลูกน้อย มีอายุยาวนานพอสำหรับการปลูกพืช 1 ครั้ง มีความหนาแน่นที่เหมาะสม มีธาตุอาหารพืชและอุ้มน้ำได้เหมาะสม (Lemaire, 1995; Reinikainen, 1993)

การนำขยะใบไม้มาพัฒนาเป็นวัสดุปลูกพืชจะเป็นทางเลือกในการจัดการที่เหมาะสมและยังก่อประโยชน์ด้านการเกษตรทั้งนี้อาจต้องพิจารณาคุณสมบัติขยะใบไม้แต่ละชนิดที่แตกต่างกันโดยใบลำไยมีค่าเฉลี่ยไนโตรเจน ร้อยละ 1.63 อินทรีย์คาร์บอน ร้อยละ 45.76 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) 28.70 (กรมวิชาการเกษตร, 2548) และเมื่อนำมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูกโดยการผสมร่วมกับอินทรีย์วัตถุอื่น ผลการศึกษาที่พบว่าวัสดุปลูกทั้ง 7 สิ่งทดลองที่มีส่วนผสมของใบไม้แห้ง ประกอบด้วย ใบและกิ่งมะม่วง ใบและกิ่งลำไย เศษต้น รากและเปลือกหอมแดงแห้ง ดินร่วน ใบจามจุรีแห้ง มีความร่วนซุย น้ำหนักเบา และระบายน้ำได้ดี โดยสิ่งทดลองที่ 2 ที่มีส่วนผสมของใบและกิ่งลำไย : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง (1 : 1 : 1 : 1) มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีเมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่นและค่าความพรุน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ส่วนผสมจากใบและกิ่งลำไยที่ไม่ยึดเกาะกันได้มากนักทั้งสภาพเปียกและแห้งส่งผลให้เกิดช่องว่างทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กในวัสดุปลูกเพิ่มขึ้น (สามารถ, 2565) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการใช้ใบสักแห้งหมักร่วมกับมูลวัวแห้งอัตราส่วน 1 : 3 ผลการศึกษา พบว่า วัสดุปลูกที่ได้มีค่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ร้อยละ 1.62 ± 0.09 และร้อยละ 0.48 ± 0.07 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (วิภาดา และคณะ, 2563) ในส่วนของใบไม้เมื่อนำมาผสมร่วมกับมูลและ

และถ่านจากกะลามะพร้าวส่งผลให้ต้นปืทุหมักการเจริญเติบโตได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดินร่วมกับมูลแพะและถ่านจากกะลามะพร้าว (Hamawi, Etica & Maulana, 2024) และยังมีรายงานผลการศึกษานี้พบว่าค่า Fertility index; FI มากกว่าปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร ปุ๋ยหมักจากการย่อยสลายโดยไส้เดือนดิน (Vermicompost) และปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยชุมชน (Mahongnao et al., 2023)

จากแนวคิดและผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นการนำขยะใบไม้มาพัฒนาเป็นวัสดุปลูกพืชจะก่อประโยชน์หลากหลายโดยเฉพาะการลดการเผาและได้วัสดุปลูกพืชที่นำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สร้างรายได้ให้กับชุมชน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบผลของวัสดุปลูกพืชจากขยะใบไม้ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค ซึ่งผลการศึกษานี้จะเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ขยะใบไม้ที่เหมาะสมต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อให้ได้ต้นแบบวัสดุปลูกจากขยะใบไม้ ซึ่งการทดลองนี้ดำเนินการช่วงเดือนมีนาคม–เมษายน 2567 ซึ่งเป็นฤดูร้อนและมีปริมาณขยะใบไม้จำนวนมาก ประกอบด้วย

1. การพัฒนาวัสดุปลูกจากขยะใบไม้

1.1 ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD)

อัตราส่วน 1 : 2 : 2 : 2 โดยปริมาตร จำนวน 7 สิ่งทดลอง ได้แก่

สิ่งทดลองที่ 1 ใบลำไยแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง อัตราส่วน 1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 2 ใบไผ่แห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง อัตราส่วน 1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 3 ใบสักแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง อัตราส่วน 1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 4 ใบลำไยแห้ง : ใบไผ่แห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง อัตราส่วน 1 : 1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 5 ใบลำไยแห้ง : ใบสักแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง อัตราส่วน 1 : 1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 6 ใบไผ่แห้ง : ใบสักแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง อัตราส่วน 1 : 1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 7 ใบลำไยแห้ง : ใบไผ่แห้ง : ใบสักแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 2 : 2 : 2

1.2 วิธีการหมักวัสดุปลูก นำขยะใบไม้และส่วนผสมตามสิ่งทดลองตามอัตราส่วนคลุกเคล้าให้เข้ากันหมักในเชิงพลาสติกขนาด 56x56x38 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 60 วัน ในสภาพมีออกซิเจน โดยควบคุมความชื้นด้วยการพ่นน้ำหมักส่ำเหล้าจากการผลิตสุราพื้นบ้าน จำนวน 5 ลิตร (อัตราส่วนน้ำหมักส่ำเหล้า 1 ส่วน : น้ำสะอาด 1 ส่วน) ต่อสิ่งทดลอง ทุก 15 วัน (วันที่ 0 15 30 และ 45)

1.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี ของวัสดุปลูกจากขยะใบไม้เมื่อหมักได้ 60 วัน ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุปลูกแต่ละสิ่งทดลองนำส่งห้องปฏิบัติการศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ดังนี้

1.3.1 คุณสมบัติทางกายภาพ ทำการศึกษาดังนี้

1) การวิเคราะห์ความชื้น ทำการชั่งตัวอย่างวัสดุปลูก 2 กรัมใส่ครูชีเบลที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103–105 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง แล้วนำไปทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้นเพื่อชั่งหาน้ำหนักปริมาณของแข็งทั้งหมด แล้วคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น

2) การวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม ทำการบรรจุวัสดุปลูกในกระปุกอะลูมิเนียม นำไปชั่งน้ำหนักจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง นำไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณตามสูตรการหาความหนาแน่นรวม (นงลักษณ์, 2548; Handrech & Black, 1994)

1.3.2 คุณสมบัติทางเคมี ทำการศึกษาดังนี้

1) การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในสัดส่วนวัสดุปลูกต่อน้ำ (1 : 2) ด้วยเครื่อง pH meter

2) การนำไฟฟ้า (EC) สัดส่วนวัสดุปลูกต่อน้ำ (1 : 10) ด้วยเครื่อง Conductometer (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

3) ปริมาณอินทรีย์วัตถุวิเคราะห์ด้วยวิธี Walkley & Black (1934)

2. การทดสอบวัสดุปลูกจากขยะใบไม้ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.)

2.1 การเตรียมวัสดุปลูก วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 8 สิ่งทดลอง ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 วัสดุปลูกทางการค้า (ควบคุม)

สิ่งทดลองที่ 2 ใบลำไยแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง อัตราส่วน
1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 3 ใบไผ่แห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง อัตราส่วน
1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 4 ใบสักแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง อัตราส่วน
1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 5 ใบลำไยแห้ง : ใบไผ่แห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง
อัตราส่วน 1 : 1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 6 ใบลำไยแห้ง : ใบสักแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง
อัตราส่วน 1 : 1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 7 ใบไผ่แห้ง : ใบสักแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคนมแห้ง
อัตราส่วน 1 : 1 : 2 : 2 : 2

สิ่งทดลองที่ 8 ใบลำไยแห้ง : ใบไผ่แห้ง : ใบสักแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง :
มูลโคนมแห้ง อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 2 : 2 : 2

2.2. การปลูกผักสลัดกรีนโอ๊ค

2.2.1 การเตรียมวัสดุปลูก และนำวัสดุปลูกที่ผ่านการหมัก 60 วัน ใส่ลงใน
กระถางพลาสติก ขนาดความกว้าง 25.40 เซนติเมตร เกลี่ยให้เรียบ รดน้ำให้ชุ่ม แล้วนำต้นกล้า
ผักสลัดกรีนโอ๊ค อายุ 25 วัน ลงปลูกในกระถางๆ ละ 1 ต้น

2.2.2 การดูแลรักษา

1) การให้น้ำ หลังจากย้ายกล้าปลูกในกระถางแล้วรดน้ำแบบพ่นฝอย
จำนวน 0.50 ลิตรต่อกระถางทุกวัน (ช่วงเวลา 7.00 – 8.00 น.)

2) การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ครั้งที่ 1 รอกันหลุมปลูกเมื่อย้าย
กล้าปลูกในกระถาง จำนวน 50 กิโลกรัมต่อไร่ (0.20 กรัมต่อกระถาง) ครั้งที่ 2 เมื่อย้ายปลูก
ในกระถางได้ 15 วัน จำนวน จำนวน 50 กิโลกรัมต่อไร่ (0.20 กรัมต่อกระถาง) (นงลักษณ์ และ
คณะ, 2566)

2.3.3 การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต หลังย้ายปลูกในกระถาง ครบ 35 วัน
ตามรายละเอียด ดังนี้ จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ) ความสูงเฉลี่ยของต้น (เซนติเมตร, cm) ความยาวราก
เฉลี่ย (เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร) ขนาดของลำต้นเฉลี่ย (มิลลิเมตร) และ
น้ำหนักสดรวมรากเฉลี่ยต่อต้น (กรัมต่อต้น)

2.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test; DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุปลูกจากขยะใบไม้

ผลจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุปลูกจากขยะใบไม้พบว่า วัสดุปลูกทั้ง 7 สิ่งทดลองมีค่าความหนาแน่นรวมอยู่ระหว่าง 0.58–1.42 กรัมต่อมิลลิลิตร (g/ml) โดยสิ่งทดลองที่ 4 มีค่าความหนาแน่นสูงสุด เท่ากับ 1.42 กรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมา สิ่งทดลองที่ 6 มีความหนาแน่นเท่ากับ 1.22 กรัมต่อมิลลิลิตร และสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าความหนาแน่นต่ำสุดเท่ากับ 0.58 กรัมต่อมิลลิลิตร ค่าความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 23.43–29.20 โดยสิ่งทดลองที่ 6 มีค่าความชื้นสูงสุดเท่ากับร้อยละ 29.20 รองลงมาสิ่งทดลองที่ 1 มีความชื้นเท่ากับร้อยละ 24.85 และสิ่งทดลองที่ 5 มีค่าความชื้นต่ำสุดเท่ากับ ร้อยละ 23.27 ส่วนคุณสมบัติทางเคมีพบว่า วัสดุปลูกทั้ง 7 สิ่งทดลองมีค่าเป็นต่างอ่อนๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.43–7.78 โดยสิ่งทดลองที่ 1 มีค่ากรด-ด่างสูงสุดเท่ากับ 7.78 รองลงมาสิ่งทดลองที่ 2 และสิ่งทดลองที่ 6 มีค่ากรด-ด่างสูงสุด เท่ากับ 7.71 ส่วนสิ่งทดลองที่ 3 มีมีค่ากรด-ด่าง ต่ำสุดเท่ากับ 7.43 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,039.00–1,433.00 ไมโครกรัมต่อเซนติเมตร (ug/cm) โดยสิ่งทดลองที่ 5 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 1,433.00 ug/cm รองลงมา สิ่งทดลองที่ 6 มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 1,400.00 ug/cm และสิ่งทดลองที่ 3 มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุดเท่ากับ 1039.00 ug/cm และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) อยู่ระหว่าง ร้อยละ 27.70–35.80 โดยสิ่งทดลองที่ 5 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดเท่ากับร้อยละ 35.80 รองลงมา สิ่งทดลองที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับร้อยละ 30.10 และสิ่งทดลองที่ 6 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 27.70 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุปลูกจากขยะใบไม้

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะทางกายภาพ		คุณลักษณะทางเคมี		
	ความหนาแน่น (g/ml)	ความชื้น (%)	ความเป็นกรด-ด่าง	ค่าการนำไฟฟ้า (ug/cm)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)
1	0.58	24.85	7.78	1071.00	28.00
2	0.89	24.10	7.71	1039.00	29.20
3	0.91	23.43	7.43	1050.00	30.10

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะทางกายภาพ		คุณลักษณะทางเคมี		
	ความหนาแน่น (g/ml)	ความชื้น (%)	ความเป็นกรด-ด่าง	ค่าการนำไฟฟ้า (ug/cm)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)
4	1.42	23.60	7.69	1054.00	34.23
5	0.64	23.27	7.58	1433.00	35.80
6	1.22	29.20	7.71	1400.00	27.70
7	0.74	24.01	7.68	1120.00	27.90

2. ผลการทดสอบวัสดุปลูกจากขยะใบไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค

ผลจากการทดสอบวัสดุปลูกจากขยะใบไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค พบว่า หลังจากปลูกลงในกระถางปลูกแต่ละสิ่งทดลองเป็นเวลา 45 วัน ผลการทดสอบการเจริญเติบโตผักสลัดกรีนโอ๊ค ปรากฏดังนี้

จำนวนใบมีความแตกต่างกับสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในสิ่งทดลองที่ 4 มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด 31.66 ± 4.09 ใบ รองลงมา สิ่งทดลองที่ 2 มีจำนวนใบเฉลี่ย 25.33 ± 11.15 ใบ และสิ่งทดลองที่ 6 มีจำนวนใบน้อยที่สุด 12.33 ± 0.33 ใบ ทั้งนี้เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม พบว่า สิ่งทดลองทั้ง 7 สิ่งทดลองมีจำนวนใบมากกว่าสิ่งทดลองควบคุมที่มีจำนวนใบเฉลี่ย 9.33 ± 1.52 ใบ

ความสูงของลำต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสิ่งทดลองที่ 4 มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 26.33 ± 2.88 เซนติเมตร รองลงมา สิ่งทดลองที่ 5 มีความสูงเฉลี่ย 21.00 ± 1.00 เซนติเมตร และสิ่งทดลองที่ 6 มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด 15.33 ± 1.52 เซนติเมตร ทั้งนี้เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม พบว่า สิ่งทดลองทั้ง 7 สิ่งทดลองมีความสูงของลำต้นมากกว่าสิ่งทดลองควบคุมที่มีความสูงของลำต้นเฉลี่ย 9.66 ± 2.08 เซนติเมตร

ความยาวรากไม่มีความแตกต่างกัน โดยสิ่งทดลองที่ 4 มีความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด 9.00 ± 1.00 เซนติเมตร รองลงมา สิ่งทดลองที่ 3 และสิ่งทดลองที่ 1 มีความยาวรากเฉลี่ย 8.66 ± 1.52 เซนติเมตร ทั้งนี้เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม พบว่า สิ่งทดลองทั้ง 7 สิ่งทดลอง มีความยาวรากไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองควบคุมที่มีความยาวรากเฉลี่ย 5.33 ± 1.15 เซนติเมตร

ความกว้างทรงพุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสิ่งทดลองที่ 4 มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยสูงสุด 32.00 ± 1.00 เซนติเมตร รองลงมา สิ่งทดลองที่ 2 มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 28.00 ± 2.00 เซนติเมตร และสิ่งทดลองที่ 6 มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยน้อยที่สุด

20.66±0.57 เซนติเมตร ทั้งนี้เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม พบว่า สิ่งทดลองทั้ง 7 สิ่งทดลอง มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยแตกต่างกันจากสิ่งทดลองควบคุมที่มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 14.00±1.00 เซนติเมตร

ขนาดลำต้นเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสิ่งทดลองที่ 4 มีขนาดลำต้นเฉลี่ยสูงสุด 1.93±0.50 เซนติเมตร รองลงมา สิ่งทดลองที่ 3 มีขนาดลำต้นเฉลี่ย 1.53±0.25 เซนติเมตร ทั้งนี้เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม พบว่า สิ่งทดลองทั้ง 7 สิ่งทดลอง มีขนาดลำต้นเฉลี่ยแตกต่างกันจากสิ่งทดลองควบคุมที่มีขนาดลำต้นเฉลี่ย 0.46±0.28 เซนติเมตร

น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสิ่งทดลองที่ 4 มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นเฉลี่ยสูงสุด 64.66±10.10 กรัม รองลงมา สิ่งทดลองที่ 3 มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น 45.00±12.76 กรัม ทั้งนี้เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม พบว่า สิ่งทดลองทั้ง 7 สิ่งทดลอง มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นแตกต่างกันจากสิ่งทดลองควบคุมที่มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น 6.66±2.08 กรัม

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค อายุ 45 วัน

ลำดับ การ ทดลอง*	การเจริญเติบโต					
	จำนวนใบ (ใบต่อต้น)	ความสูงของต้น (cm)	ความยาวราก (cm)	ความกว้าง ทรงพุ่ม (cm)	ขนาดลำต้น (cm)	น้ำหนักสด (g)
1	17.34±5.50 ^c	17.68±4.93 ^{bc}	8.66±1.52 ^a	22.66±2.08 ^c	1.26±0.46 ^{bc}	32.33±12.52 ^b
2	25.33±11.15 ^{ab}	16.66±3.78 ^{bc}	7.00±1.73 ^a	28.00±2.00 ^{ab}	1.43±0.20 ^{abc}	41.32±17.09 ^a
3	20.66±2.84 ^{bc}	20.33±3.05 ^{bc}	8.66±1.15 ^a	27.69±2.51 ^{ab}	1.50±0.25 ^{ab}	45.00±12.76 ^b
4	31.66±4.09 ^a	26.30±2.88 ^a	9.00±1.00 ^a	32.00±1.00 ^a	1.93±0.50 ^a	64.65±10.10 ^a
5	18.62±1.20 ^c	21.00±1.00 ^b	7.33±2.08 ^a	27.00±5.29 ^{ab}	0.91±0.23 ^{bcd}	28.66±2.40 ^{bc}
6	12.33±0.33 ^d	15.33±1.52 ^d	6.30±1.52 ^a	20.65±0.57 ^{cd}	0.82±0.45 ^{cd}	10.64±0.88 ^{cd}
7	16.66±0.33 ^c	18.00±1.00 ^{bc}	8.00±2.00 ^a	24.00±8.71 ^c	1.40±0.17 ^{abc}	33.67±0.88 ^b
ควบคุม	9.33±1.52 ^e	9.66±2.08 ^e	5.33±1.15 ^a	14.00±1.00 ^d	0.47±0.28 ^d	6.66±1.52 ^e
<i>F – test</i>	**	**	ns	**	**	**
<i>C.V. (%)</i>	21.05	4.65	6.70	3.93	92.80	7.43

หมายเหตุ ** Significantly different at P≤0.01 by Duncan's Multiple Range Test; DMRT

อภิปรายผล

วัสดุปลูกพืชจากขยะใบไม้เมื่อหมักครบ 60 วัน มีคุณสมบัติทางกายภาพ โดยมีค่าความหนาแน่นรวมอยู่ระหว่าง 0.58–1.64 กรัมต่อมิลลิเมตร โดยสิ่งทดสอบที่ 4 ที่มีส่วนผสมของใบลำไยแห้ง : ใบไผ่แห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคมนมแห้งมีค่าความหนาแน่นสูงสุด เช่นเดียวกับวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของใบและกิ่งลำไย : เศษต้น ราก และเปลือกหอมแดงแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคมนมแห้งที่มีความชื้น 1.06 (สามารถ, 2565) ค่าความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 23.43–29.20 โดยสิ่งทดสอบที่ 6 ที่มีส่วนผสมของใบลำไยแห้ง : ใบสักแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคมนมแห้ง มีค่าความชื้นสูงสุด ทั้งนี้การศึกษานี้ทำการทดลองในช่วงฤดูร้อนที่อากาศแห้ง มีความชื้นน้อย และขยะใบไม้ที่ใช้ไม่ดูดซับความชื้น เนื่องจากมีความแข็งและเส้นใยมาก และใช้เวลาการย่อยสลายเป็นเวลานาน ทั้งนี้ควรหันหรือบดย่อยให้มีขนาดเล็กลง ส่วนคุณสมบัติทางเคมีวัสดุปลูกทั้ง 7 สิ่งทดสอบ มีค่าเป็นต่างอ่อนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.43–7.78 โดยสิ่งทดสอบที่ 1 ที่มีส่วนผสมของใบลำไยแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคมนมแห้ง มีค่าการด่างสูงสุด สิ่งทดสอบที่ 5 ที่มีส่วนผสมของใบลำไยแห้ง : ใบสักแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคมนมแห้ง มีค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด ทั้งนี้ใบลำไยมีไนโตรเจนอินทรีย์คาร์บอน และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (CN ratio) ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ทางการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2548) อีกทั้งการใช้วัสดุอินทรีย์หลากหลายชนิดอาจจะส่งผลให้มีการย่อยสลายได้ดีและยังทำให้กองวัสดุปลูกมีการระบายอากาศที่ดี ในส่วนมูลโคมนมแห้งดูดซับน้ำได้ดี ซึ่งอาจส่งผลต่อความชื้นของกองปุ๋ยหมักได้ (Srisatit & Chonchanachai, 2011) รวมถึงการใช้น้ำส่าเหล้าเป็นสารอาหารให้กับจุลินทรีย์ ซึ่งน้ำส่าเหล้าเป็นแหล่งคาร์บอนที่สำคัญต่อจุลินทรีย์ที่มีบทบาทต่อการย่อยสลายในวัสดุปลูก (Wongkoon, Boonlue & Riddech, 2014) และยังมีธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการเกษตรทั้งการปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์ (ปิยะรัตน์, 2561) และวัสดุปลูกยังมีส่วนผสมของใบจามจุรีซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุทั้งหมด (Total OM) ร้อยละ 30.46 และปริมาณไนโตรเจน (N) ร้อยละ 1.46 (สามารถ, 2565) ทั้งนี้จากคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและเคมีของวัสดุปลูกทุกสิ่งทดสอบจะมีคุณสมบัติเป็นวัสดุปลูกพืชได้

วัสดุปลูกพืชจากขยะใบไม้ทั้ง 7 สิ่งทดสอบ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊คแตกต่างจากสิ่งทดสอบควบคุม (ดินปลูกเชิงการค้า) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสิ่งทดสอบที่ 4 ที่มีส่วนผสมของใบลำไยแห้ง : ใบไผ่แห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคมนมแห้ง มีจำนวนใบเฉลี่ย ความสูงเฉลี่ยของต้น ความยาวรากเฉลี่ย ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย ขนาดของลำต้นเฉลี่ย และน้ำหนักสดรวมรากเฉลี่ยต่อต้นสูงสุดเช่นเดียวกับวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของใบและกิ่งมะม่วง : ใบและกิ่งลำไย : เศษต้น ราก และเปลือกหอมแดงแห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคมนมแห้ง อัตราส่วน 1 : 1 ที่ให้ความสูงของผักสลัดกรีนโอ๊คมากที่สุด เมื่อเทียบกับวัสดุปลูก

ที่เป็นดินร่วน (อรประภา และคณะ, 2566) นอกจากนี้วัสดุปลูกที่มีการผสมวัสดุหลากหลายชนิด จะความหนาแน่นสูงซึ่งจะช่วยให้พืชมีรากแผ่ขยายและมีการเกาะยึดได้ดี รวมถึงส่วนผสมของมูล โคแห้งที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 44.9 และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ร้อยละ 1.60 และน้ำส่าเหล้าซึ่งมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและมีความเข้มข้นของ ธาตุอาหารพืชปริมาณสูง (ทัศนีย์, 2556)

สรุปผลการวิจัย

การนำขยะใบไม้แห้งประกอบด้วย ใบลำไยแห้ง ใบสักแห้ง และใบไผ่แห้ง นำมาผสมรวมกับ ดินร่วน ใบจามจุรีแห้ง และมูลโคแห้ง (อัตราส่วน 1 : 2 : 2 : 2) โดยใช้ น้ำส่าเหล้าควบคุมความชื้น ทุก 15 วัน เมื่อหมักครบ 60 วัน เมื่อนำวัสดุปลูกวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ พบว่าสิ่งทดลอง ที่ 4 มีค่าความหนาแน่นสูงสุด สิ่งทดลองที่ 6 มีค่าความชื้นสูงสุด ส่วนคุณสมบัติทางเคมี สิ่งทดลองที่ 1 มีค่ากรด-ด่างสูงสุด สิ่งทดลองที่ 5 มีค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณอินทรีย์วัตถุ สูงสุด และเมื่อนำวัสดุปลูกมาทดสอบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค พบว่า สิ่งทดลองที่ 4 ที่มีส่วนผสมของใบลำไยแห้ง : ใบไผ่แห้ง : ดินร่วน : ใบจามจุรีแห้ง : มูลโคแห้ง มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊คสูงสุดทั้งจำนวนใบ ความสูงของต้น ความยาวราก ความกว้างทรงพุ่ม ขนาดของลำต้น และน้ำหนักสดรวมราก ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าวัสดุ ปลูกจากขยะใบไม้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชได้หลากหลายชนิดโดยเฉพาะผักใบ ที่ปลูกในกระถางซึ่งเหมาะสมสำหรับครัวเรือนที่มีพื้นที่จำกัด และที่สำคัญยังเป็นแนวทางการลด การเผาเศษวัสดุในพื้นที่โล่ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนการวิจัยจากงบประมาณ แผ่นดิน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 โดยการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริม วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) พ.ศ. 2567

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. (2548). **ปุ๋ยอินทรีย์: การผลิต การใช้มาตรฐานและคุณภาพ**. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). **คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.
- ทัศนีย์ ดิลูกมล. (2556). **การใช้ประโยชน์ของน้ำกากส่าเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวอินทรีย์อย่างยั่งยืน**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- ปิยะรัตน์ ทองธานี. (2561). ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรต่อการเจริญเติบโตของ
คะน้ายอดใต้หวั่น พันธุ์บางบัวทอง 35 ที่ผลิตภายใต้การมีส่วนร่วมของ เกษตรกรตำบลป่าตัน อำเภอ
แม่ทะ จังหวัดลำปาง. **แก่นเกษตร**, 46(6), 1045–1056.
- นงลักษณ์ ปุระณะพงษ์. (2548). **คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- นงลักษณ์ พัยคณศิรินาวัน, สุจิตรา สืบบุญการณ, และอนิวัฒน์ คุมมินทร์. (2566). ผลของปุ๋ยหมักชีวภาพชนิด
ต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดคออส. **วารสารการเกษตรราชภัฏ**, 22(1), 14–22.
- วิภาดา ฝากสระ, ฤทธิรงค์ จังโกฏี, ดาริวรรณ เศรษฐธรรม, และวรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์. (2563). ประสิทธิภาพ
ของมูลวัวแห้งต่อการย่อยสลายขยะใบไม้ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น. **วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 13(2), 56–64.
- สามารถ ใจเตี้ย. (2565). ผลของวัสดุปลูกจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ
ผักสลัดใบกรีนโอ๊ค. **วารสารผลิตภัณฑ์การเกษตร**, 4(3), 13–21.
- อรรถพล ภูผาจิตต์, และวรัญญา บุตรผา. (2564). การศึกษาการจัดการขยะประเภทเศษใบไม้ด้วยรูปแบบ
RDF-5 ในชุมชนบ้านทุ่งคลอง อำเภอดำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์. **วารสารวิชาการสาธารณสุข**, 51(5),
905–919.
- อรประภา เทพศิลป์สุทธิ, นิรชา ขำทรง, พฤกษ์ ชูติมานุกุล, เอกราช รัตนอุดมพิสุทธิ, และอัมพร โพธิ์โย.
(2566). การจัดการธาตุอาหารในวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของผักสลัดเรดโอ๊ค
ภายใต้ระบบโรงเรือนอัจฉริยะ. **แก่นเกษตร**, 51(5), 905–919.
- Agamuthu, P., & Babel, S. (2023). Waste management developments in the last five decades: Asian perspective.
Waste Management & Research, 41(12), 1699–1716.
- Kaza, S., Yao, L.C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). **What a waste 2.0: a global snapshot of
solid waste management to 2050**. USA: Washington D.C.
- Handreck, K.A., & Black, N.D. (1994). **Growing media for ornamental plants and turf**. New South Wales
University Press. Randwick, N.S.W.
- Hamawi, M., Etica, U., & Maulana, L.L. (2024). Effectiveness of bamboo leaf silica applied with nanosprayer
and growing media on yield of red beetroot (*Beta vulgaris* L.). **Journal Teknik Pertanian Lampung**,
13(2), 429–440.
- Lemaire, F. (1995). Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**,
396, 273–284.
- Liu, X., Xie, Y., & Sheng, H. (2023). Green waste characteristics and sustainable recycling options resources.
Environment and Sustainability, 11, 100098.
- Mahongnao, S, Sharma, P., Singh, D., Ahamad, A., Kumar, V.P., Kumar, P., & Nanda, S. (2023). Formation
and characterization of leaf waste in to organic compost. **Environmental Science and Pollution
Research**, 30(30), 75823–75837.
- Reinikainen, O. (1993). Choice of growing media for pot plants. **Acta Horticulturae**, 342, 357–360.

- Srisatit, T., & Chonchanachai, S. (2011). Bioextract production using distillery slop as a carbon source for the anaerobic digestion process. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, **13**, 43–49.
- Walkley, A., & Black, I.A. (1934). An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, **37**(1), 29–37.
- Wongkoon, T., Boonlue, S., & Riddech, N. (2014). Effect of compost made from filter cake and distillery slop on sugarcane growth. **KKU Research Journal**, **19**(Supplement), 250–255.
- World Bank. (2022). **Solid waste management**. Retrieved February 2, 2025, from <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management>