

ผลของความชื้นต่อการย่อยสลายวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (ใบอ้อย) สำหรับทำกระถาง

The Effect of Moisture on the Decomposition of Agricultural Waste Materials (Sugarcane Leaves) for Pots

ยอดชาย สิงห์ทอง¹ และ กฤษณะ จิรสารสวัสดิ์*

¹ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala university of technology Suvarnabhumi, Thailand

*Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala university of technology Suvarnabhumi, Thailand

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ม.เทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

* สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ม.เทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

*Corresponding author; E-mail address: kridsana.j@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อศึกษาหาผลของความชื้นต่ออัตราการย่อยสลายของใบอ้อยที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำนายอายุการใช้งานในกรณีที่น่ามาแปรรูปเป็นกระถางต้นไม้ ด้วยการนำใบอ้อยแห้งขนาด 4-5 มิลลิเมตร ผสมกับกาวแป้งมันอัตราส่วน 4:1 ให้ความร้อนสูงเป็นเวลา 4-5 นาที จึงได้เป็นชิ้นงานที่นำไปใช้ในการทดลองออกแบบการทดลองเป็นแบบกะ (Batch Experiment) แบ่งออกเป็น 3 สภาวะทดสอบ ได้แก่ ชุดทดสอบที่ 1 (ชุดควบคุม) ไม่รดน้ำ ชุดทดสอบที่ 2 รดน้ำวันเว้นวันช่วงเช้าเย็น และชุดทดสอบที่ 3 รดน้ำทุกวันเช้าและเย็น ทำการทดลองทั้งหมดเป็นระยะเวลา 30 วันโดยทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 3 วัน มาวัดน้ำหนักแห้งของใบอ้อย ความเป็นกรด-ด่างและความชื้นของดินที่ใช้ในการทดลอง ผลการทดลองพบว่าค่าคงที่ของอัตราการย่อยสลาย (k_{DR}) ของชิ้นงานมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.063 มิลลิกรัมต่อวัน-กรัมของดิน ที่ความเป็นกรด-ด่างและความชื้นเท่ากับ 4.87 ± 0.33 , 87.57 ± 10.32 % ในชุดทดสอบที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดสอบที่ 1 (ชุดควบคุม) ในทางตรงกันข้ามเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดสอบที่ 2 ที่มีอัตราการย่อยสลาย (k_{DR}) 0.064 มิลลิกรัมต่อวัน-กรัมของดิน ที่ความเป็นกรด-ด่างและความชื้นเท่ากับ 5.14 ± 0.29 , 71.26 ± 9.33 % พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ระดับความเชื่อมั่น 95%) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการรดน้ำวันเว้นวันในชุดทดสอบที่ 2 และรดน้ำทุกวันทั้งเช้าและเย็นในชุดทดสอบที่ 3 ไม่มีผลต่ออัตราการย่อยสลายของชิ้นงาน จึงสามารถสรุปได้ว่าที่ระดับความชื้นที่มากกว่า 56% ขึ้นไปไม่มีผลต่ออัตราการย่อยสลายของชิ้นงาน

คำสำคัญ: ใบอ้อย, ความชื้น, การย่อยสลาย, ค่าความเป็นกรด-ด่าง

Abstract

The study aimed to examine the influence of moisture on the decomposition rate of sugarcane leaves, which are agricultural

waste materials, to serve as a basis for predicting the lifespan of sugarcane leaves when processed into plant pots. The experiment was designed as a batch experiment, divided into three test conditions: Test1 (Control); The second test (Test2) set was irrigation every other day in the morning and evening, while the third test (Test3) set was irrigated every morning and evening. The experiment was carried out during 30 days, with samples taken every 3 days to measure the soil's dry weight, pH levels, and moisture content. The Results indicated that the constant decompositions rate (k_{DR}) of the material being tested achieved its highest level at $0.063 \text{ mg}_{\text{material}} \cdot \text{d}^{-1} \text{g}^{-1}_{\text{soil}}$ with pH and moisture content levels of 4.87 ± 0.33 and 87.57 ± 10.32 %, respectively, in the third test set compared to the first test set (control set). However, compared to the second test set (Test2) revealing a degradation rate (k_{DR}) of $0.064 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ per day of soil, with acid-alkalinity and moisture levels of 5.14 ± 0.29 and 71.26 ± 9.33 %, respectively, no significant variation was observed in the value at a 95% confidence level ($P \leq 0.05$). As a result, it might be implied that humidity levels above 56 % don't affect the workpiece's decomposition rate.

Keywords: Sugarcane Leaves, Moisture, Decomposition, pH

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมเนื่องจากการทำการเกษตรกันอย่างแพร่หลาย สิ่งสำคัญในการทำการเกษตรได้แก่การเตรียมดินในการเพาะปลูก วิธีการส่วนใหญ่คือ การไถกลบและการเผา เช่นอ้อยซึ่ง

ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตต้องโดยส่วนใหญ่เกษตรกรจะใช้วิธีการกำจัดใบอ้อยให้น้อยลงด้วยวิธีการเผาเพื่อสะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต [1] สาเหตุที่สำคัญในการเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยวเนื่องมาจากการขาดแคลนแรงงาน [2] ซึ่งการกำจัดใบอ้อยด้วยวิธีการเผานั้นทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเช่น มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และฝุ่นละออง ซึ่งเป็นอันตรายต่ออาหารในดินและอินทรีย์วัตถุ [3,4] ดังนั้นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเช่นใบอ้อยนำกลับมาใช้ใหม่จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจาก อ้อยเป็นพืชไร้ตระกูลเดียวกับหญ้า ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนของต้น ตั้งแต่ ลำต้น ใบ หรือแม้แต่ซากอ้อย สามารถนำไปสร้างมูลค่าเพิ่มได้ ซึ่งมูลค่าเพิ่มของอ้อยที่สำคัญคือการแปรรูปเป็นน้ำตาลทราย ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมสำคัญที่มีส่วนช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจของชาติ นอกจากนี้ อ้อยยังสามารถนำไปใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ พลาสติกชีวภาพ เคมีชีวภาพ และเวชภัณฑ์ชีวภาพ รวมถึงบรรจุภัณฑ์อาหาร เป็นต้น ในส่วนของบรรจุภัณฑ์อาหารที่ทำจากเยื่อกระดาษขานอ้อยเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นผลผลิตจากเทคโนโลยีชีวภาพที่นำวัสดุเหลือใช้อย่างขานอ้อยที่เหลือจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลมาใช้ เนื่องจากประเทศไทยเป็นผู้ผลิตน้ำตาล จึงทำให้มีใบอ้อยที่เหลือจากการผลิตเป็นจำนวนมาก จึงสามารถนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่อาหารทดแทนการใช้กล่องโฟมที่สร้างปัญหากับสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ได้โดยกระบวนการผลิตเริ่มจากการนำเยื่อกระดาษขานอ้อยไปผสมตีผ่านกระบวนการป้องกันน้ำรั่วซึมและขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น จาน ชาม ถาด ถ้วยน้ำ กระดาษดินไม้ เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ที่แนวคิดการนำใบอ้อยมาทำเป็นกระดาษปลูกต้นไม้ ความชื้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อกิจกรรมของแบคทีเรียในดินที่มีอยู่ในธรรมชาติ [5] ดังนั้นการนำใบอ้อยที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาแปรรูปใช้เป็นวัสดุในการผลิตกระดาษสำหรับปลูกต้นไม้ซึ่งข้อจำกัดก็คือด้านอายุการใช้งานเนื่องจากตัวใบอ้อยเองเป็นสารอินทรีย์ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ในดินที่มีอยู่ในธรรมชาติของดินที่นำมาเพาะปลูก จากการศึกษาของ [6] พบว่าเชื้อรา *Penicillium citrinum*. มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายใบอ้อยสูงที่สุดในขณะที่ *Aspergillus terreus*, *Aspergillus flavus* และ *Bipolaris spicifera* มีความสามารถในการย่อยสลายใบอ้อยรองลงมา ในทางตรงกันข้ามที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสพบว่าเชื้อดังกล่าวข้างต้นมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายใบอ้อยต่ำมาก นอกจากจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินแล้วอัตราการย่อยสลายยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะส่งผลต่อจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารประกอบหลักในเซลล์โลสซึ่งเป็นสารประกอบหลักของใบอ้อย [7] แสดงให้เห็นว่าความชื้น อุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างมีผลต่ออัตราการย่อยสลายของใบอ้อยทางชีวภาพ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะศึกษาผลของความชื้นต่อการย่อยสลายทางชีวภาพของใบ

อ้อยที่ใช้ในการทำกระดาษเพื่อเป็นข้อมูลในการทำนายอายุของการใช้งานกระดาษหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากใบอ้อย

2. วิธีการศึกษาทดลอง

2.1 การเตรียมตัวอย่างชิ้นงาน

นำใบอ้อยสดไปตากแดดประมาณ 1-2 สัปดาห์จนใบอ้อยแห้ง หลังจากนั้นนำไปตัดเป็นชิ้น ๆ ขนาด 5-7 เซนติเมตรและนำไปปั่นจนละเอียด หลังจากนั้นนำไปผสมกับกาวแป้งมันที่อัตราส่วน (ใบอ้อยบดละเอียดต่อกาวแป้งมัน) 4:1 โดยน้ำหนัก หลังจากนั้นมาขึ้นรูปชิ้นงานแสดงดังรูปที่ 1 จากนั้นทำการตัดชิ้นงานเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดความยาว 5 เซนติเมตร กว้าง 3.5 เซนติเมตร และมีขนาดความหนา 4 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

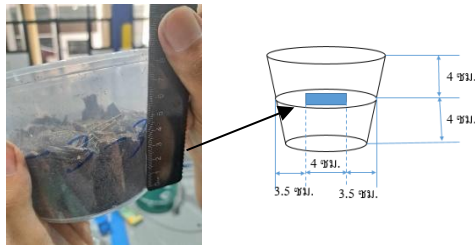


รูปที่ 1 ชิ้นงานที่ใช้สำหรับทำกระดาษ

2.2 การออกแบบการทดลอง

ออกแบบสภาวะทดสอบออกเป็น 3 ชุดทดสอบได้แก่ ชุดทดสอบ 1 (Test1) ไม่รดน้ำ, ชุดทดสอบที่ 2 (Test2) รดน้ำวันเว้นวันช่วงเช้าและเย็น ชุดทดสอบที่ 3 (Test3) รดน้ำทุกวันเช้าและเย็น ทำการทดลองหาการย่อยสลายของใบอ้อยด้วยการชั่งน้ำหนักของชิ้นงาน (ใบอ้อย) และทำการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความชื้น (Moisture Content; %MC) ของดิน โดยวิธี Gravimetric Water Content; GWC [8] ด้วยการนำดินที่ใช้ทดสอบมาชั่งน้ำหนัก (W) ก่อนนำไปอบหลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียสระยะเวลา 1 วัน หลังจากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักหลังอบ (D) และนำมาคำนวณหาปริมาณความชื้น (Moisture Content) แสดงดังสมการที่ 1 และคำนวณอัตราการย่อยสลาย (Decomposed Rate; DR) [9] แสดงดังสมการที่ 2 ในภาชนะทดสอบทุกๆ 3 วัน เพื่อศึกษาผลของความชื้นที่มีต่ออัตราการย่อยสลาย ทำการศึกษาทดลองทั้งหมด 30 วัน ทำการตรวจวัดทั้งหมด 3 ชั่วโมงแต่ละพารามิเตอร์ ในการทดลองครั้งนี้ใช้ดินใบก้ามปูหมักใส่ลงในภาชนะพลาสติกที่มีขนาดสูง 8 เซนติเมตร กว้าง 10 เซนติเมตรและกว้าง 10 เซนติเมตร โดยใส่ดินลงในภาชนะสูง 4

เซนต์เซนต์เมตริกจึงใส่ดินในกำมปูหมักคุณภาพผสมไส้เดือนจนเต็มถ้วย มีน้ำหนักของดินโดยเฉลี่ย 448.34 ± 20.55 กรัม แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งในการวางชิ้นงาน

$$\% MC = [(W-D)/W] \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ $\%MC$ = ร้อยละความชื้น
W = นน ของดินก่อนอบ, กรัม
D = นน ของดินหลังอบ, กรัม

$$DR = \Delta W (mg) / T (day) \quad (2)$$

เมื่อ DR = อัตราการย่อยสลาย,
มิลลิกรัม (ชิ้นงาน)/กรัม (ดิน).วัน
 ΔW = ผลต่างของน้ำหนักชิ้นงาน, มิลลิกรัม
T = เวลา (วัน)

3 ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 สมบัติทางกายภาพของดินที่ใช้ทดลอง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีความจำเ็นต่อแบคทีเรียตามธรรมชาติที่อยู่ในดิน จากผลการศึกษาพบว่าดินที่ใช้ในการศึกษามีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เริ่มต้น 6.43 ± 0.06 แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งเหมาะสมกับแบคทีเรียจำพวก *actinomycetes*-ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีสภาพเป็นกรด [10] ซึ่งอยู่ในช่วงที่แบคทีเรียในธรรมชาติที่อาศัยอยู่ในดินสามารถย่อยสลาย lignocellulose ที่มีอยู่ในชิ้นงาน (ใบอ้อย) จากรายงานของ [11] พบว่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.5 – 8.5 เป็นช่วงที่เหมาะสมที่แบคทีเรียตามธรรมชาติที่มีอยู่ในดินสามารถย่อยสลาย lignocellulose ได้ดี

ความชื้น (Moisture) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมการย่อยสลายของแบคทีเรีย จากผลการศึกษาพบว่าดินที่ใช้ในการทดสอบมีความชื้นเริ่มต้น $22.97 \pm 0.45\%$ แสดงดังตารางที่ 1 ค่าดังกล่าวต่ำกว่า 50% โดยรายงานของ พบว่าความชื้นที่ต่ำเกินไปในดินเป็นผลทำให้กิจกรรมการดูดซึมสารอาหารของแบคทีเรียตามธรรมชาติที่อยู่ในดินลดลง

[4] โดยปริมาณความชื้นที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในดินตามธรรมชาติควรอยู่ในช่วง 45 – 75% [5]

ตารางที่ 1 ความเป็นกรด-ด่างและความชื้นของดินตลอดระยะเวลาการทดลอง (30 วัน)

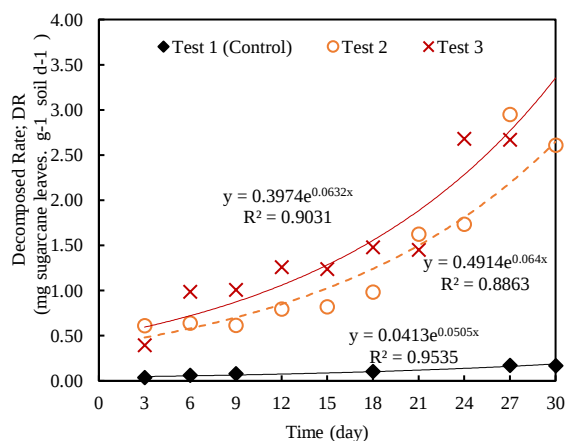
Day	Test1 (Control)		Test 2		Test 3	
	pH	%MC	pH	%MC	pH	%MC
3	6.43±	22.97±	5.37±	64.00±	4.90±	80.00±
	0.06	0.45	0.06	0.00	0.10	00
6	7.09±	21.12±	5.20±	68.00±	4.93±	96.00±
	0.08	1.08	0.10	0.00	0.15	00
9	7.14±	19.68±	4.80±	68.00±	4.50±	99.00±
	0.12	0.38	0.30	0.00	0.30	00
12	7.03±	20.00±	5.23±	67.00±	4.37±	99.00±
	0.07	0.00	0.25	0.00	0.38	00
15	7.00±	N.A	5.13±	75.33±	4.77±	99.00±
	0.00		0.15	6.43	0.25	00
18	7.00±	N.A	5.03±	78.67±	5.20±	84.00±
	0.00		0.25	10.07	0.26	4.00
21	7.00±	N.A	5.07±	77.33±	5.07±	80.00±
	0.00		0.23	9.24	0.31	13.86
24	7.00±	N.A	4.90±	81.00±	5.00±	80.00±
	0.00		0.66	22.34	0.20	8.00
27	7.00±	N.A	5.27±	69.33±	4.77±	84.00±
	0.00		0.15	6.11	0.25	4.00
30	7.00±	N.A	5.40±	64.00±	5.17±	74.67±
	0.00		0.10	4.00	0.25	8.33

หมายเหตุ: (n=90)

3.2 ผลของความชื้นต่อการย่อยสลายของชิ้นงาน

ออกแบบการทดลองศึกษาผลของความชื้นต่อการย่อยสลายของชิ้นงานด้วยการทดลองแบบแบตช์ (Batch Experiment) ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 30 วัน วัดความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินและวัดน้ำหนักของชิ้นงานที่หายไปทุก ๆ 3 วัน ผลการทดลองพบว่าสภาวะทดลองที่ 1 (Test 1) ไม่รดน้ำเลย, สภาวะทดลองที่ 2 (Test 2) รดน้ำวันเว้นวันช่วงเช้าและเย็นและสภาวะทดลองที่ 3 (Test 3) รดน้ำทุกวันเช้าและเย็นโดยน้ำที่ใช้รดมีปริมาตร 80 ลูกบาศก์ เซนติเมตรในทุกชุดทดสอบจากผลการทดสอบพบว่าชุดทดสอบ Test 1 ตลอดระยะเวลาการทดสอบ 30 วัน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยที่ 6.94 ± 0.17 ในขณะที่ชุดทดสอบ Test 2 เป็น 5.14 ± 0.29 และในชุดทดสอบ Test 3 เป็น 4.87 ± 0.33 ตามลำดับเมื่อ (n=90) และเมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง pH ในแต่ละชุดทดสอบพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าความชื้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง pH ในแต่ละชุดทดสอบ โดยความเป็นกรด-ด่าง pH ที่แตกต่างกันในดินนั้นเกิดจากกิจกรรมการย่อยสลายของแบคทีเรียที่มีอยู่ตามธรรมชาติในดิน ผลการทดสอบอัตราการย่อยสลาย (Decomposition Rate; DR) ในแต่ละชุดทดสอบแสดงดังรูปที่ 3 โดยในแต่ละชุดทดสอบมีค่าของอัตราการย่อยสลาย (k_{DR}) อยู่ที่ 0.051, 0.063 และ 0.064

$\text{mg g}^{-1} \text{ soil d}^{-1}$ สำหรับชุดทดสอบ Test1, Test 2 และ Test 3 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในชุดทดสอบ Test 1 เป็นชุดควบคุม (Control) ไม่รื้อน้ำ (ความชื้น $20.75 \pm 1.29 \%$) ในช่วง 0-12 วันแรกของการทดลอง ในทางตรงกันข้ามช่วงวันที่ 13 – 30 ของการทดลอง ค่าความชื้นในดินมีค่าน้อยกว่า 20% จึงเป็นผลทำให้อัตราการย่อยสลายไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าคงที่ในการย่อยสลายต่ำที่สุด ($0.05 \text{ mg g}^{-1} \text{ soil d}^{-1}$) ในขณะที่ Test3 รื้อน้ำทุกวัน (ความชื้น $87.57 \pm 10.32 \%$) ตลอดระยะเวลาในการศึกษาทดลอง (30 วัน) มีค่าคงที่ในการย่อยสลายสูงที่สุด ($0.064 \text{ mg g}^{-1} \text{ soil d}^{-1}$) และเมื่อเปรียบเทียบรูปแบบในการรื้อน้ำระหว่าง Test2 (รื้อน้ำวันเว้นวัน) มีความชื้นโดยเฉลี่ย $71.27 \pm 9.33\%$ กับ Test 3 พบว่าอัตราการย่อยสลายมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าในกรณีที่ความชื้นในดินอยู่ในช่วง 56 – 99 % ส่งผลให้อัตราการย่อยสลายของชิ้นงาน (ใบอ้อย) มีค่าไม่แตกต่างกัน ในขณะที่อุณหภูมิของดินที่ใช้ในการทดสอบโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 30.20 ± 1.40 , 29.00 ± 1.18 และ 29.20 ± 0.87 องศาเซลเซียส ในชุดทดสอบ Test1, Test2 และ Test3 ตามลำดับ ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวอยู่ในช่วง mesophilic เป็นช่วงที่แบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด [12] ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าช่วงอุณหภูมิดังกล่าวเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตหรือกิจกรรมของแบคทีเรียในดินที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการย่อยสลายกับระยะเวลา

3.3 สรุปผลการศึกษาทดลอง

จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าช่วงความชื้น 28 – 55 % ของดินมีผลต่ออัตราการย่อยสลายของชิ้นงาน (ใบอ้อย) อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ความชื้นตั้งแต่ 56 – 99 % มีอัตราการย่อยสลายที่ไม่แตกต่างกัน ($P \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการรื้อน้ำวันเว้นวันเปรียบเทียบกับกรรื้อน้ำทุกวันมีอัตราการย่อยสลาย

ของชิ้นงาน (ใบอ้อย) ไม่แตกต่างกัน โดยการรื้อน้ำดังกล่าวเป็นการจำลองสภาพการใช้งานจริง

3.4 ข้อเสนอแนะ

- 1) เนื่องจากชิ้นงานที่ใช้ทำการทดสอบนั้นมาจากใบอ้อย ควรศึกษาชิ้นงานที่ทำจากวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรชนิดอื่น
- 2) ควรศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของวัสดุเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อไป
- 3) ควรควบคุมความชื้นในดินไม่ให้เกิน 55% ในกรณีที่นำใบอ้อยที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรนำมาทำเป็นกรถางต้นไม้

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศูนย์สุพรรณบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุพรรณภูมิที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] พรศิริ หลงหนองคุณ, ศรีกาญจนา จตุพัฒน์โรตม, และสาคร ชลสาคร. การพัฒนากระบวนการผลิตเส้นด้ายจากใบอ้อย. Journal of Engineering and Digital Technology (JEDT) 2017; 5(2): 18-22.
- [2] Thasa, W., Raisa-nguan, S., and Khatjoi, S. K. Impact Of Burning Sugarcane Leaves Polluted PM 2.5 NAI -MUANG Sub-District ,WIANGKAO District KHON KAEN Province*. Journal of Buddhist Education and Research 2021;7(1): 16-25.
- [3] Perillo, L. I., de Oliveira Bordonal, R., de Figueiredo, E. B., Moitinho, M. R., Aguiar, D. A., Rudorff, B. F. T., and La Scala, N. Avoiding burning practice and its consequences on the greenhouse gas emission in sugarcane areas southern Brazil. Environmental Science and Pollution Research 2022; 29:719-730.
- [4] Altamira-Colado, E., Cuevas-González, D., Reyna, M. A., García-Vázquez, J. P., Avitia, R. L., and Osornio-Vargas, A. R. Drone-assisted particulate matter measurement in air monitoring: a patent review. Atmosphere2024;15(5):515.
- [5] Paul, K. I., Polglase, P. J., O'connell, A. M., Carlyle, J. C., Smethurst, P. J., and Khanna, P. K. Defining the relation

between soil water content and net nitrogen mineralization.

European journal of soil science 2003;54(1):39-48.

[6] พัทธพงศ์ ป้อมปราณี. การศึกษาจุลินทรีย์ในดินไร้ออกซิเจนที่มีบทบาทในการย่อยสลายเศษใบอ้อย. Journal of Science Ladkrabang 2009;18(1):42-51.

[7] Goel, S. C., and Ramachandran, K. B. Studies on the adsorption of cellulase on lignocellulosics. J. Ferment. Technol 1983;61(3).

[8] Novák, V., Hlaváčiková, H., Novák, V., and Hlaváčiková, H. Soil-water content and its measurement. Applied Soil Hydrology 2019;49-61.

[9] Olson, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. Ecology 1963;44(2):322-331.

[10] Shinde, R., Shahi, D. K., Mahapatra, P., Naik, S. K., Thombare, N., and Singh, A. K. Potential of lignocellulose

degrading microorganisms for agricultural residue

decomposition in soil: A review. Journal of Environmental Management 2022;320:115843.

[11] Kumar, K., and Goh, K. M. Nitrogen release from crop residues and organic amendments as affected by biochemical composition. Communications in Soil Science and Plant Analysis 2003;34(17-18):2441-2460.

[12] Biederbeck, V. O., and Campbell, C. A. Influence of simulated fall and spring conditions on the soil system. I. Effect on soil microflora. Soil Science Society of America Journal 1971; 35(3):474-479.