การใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์และเศษผักสดในรูปน้ำหมักชีวภาพ: ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดและค่าความเป็นกรดด่าง

Utilization of Napier Grass and Fresh Vegetable Scraps as Bio-extract: Total Bacteria Count and pH Value

กฤตเมธ ตะนัยศรี[1] และ กรรณิกา อัมพุช[1*]

Krittamet Tanaisi[1] and Kannika Umpuch[1*]

[1]หลักสูตรเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

[1]Agricultural Program, Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under The Royal Patronage

*Corresponding author: kannika.um@vru.ac.th

Received: 30 April 2023; Accepted: 19 May 2023; Published: 1 June 2023

บทคัดย่อ

หญ้าเนเปียร์เป็นหญ้าที่ให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง พบได้ทั่วไปจากการใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ในรูปแบบต่างๆ ตามระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม แต่หากในอายุหรือส่วนประกอบของต้นที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อาจกลายเป็นเศษหญ้าเหลือทิ้งเช่นเดียวกับเศษผักสดจากตลาดที่มีปริมาณมาก การหาแนวทางการจัดการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจแบบบีซีจี หนึ่งในนั้นคือการนำมาทำน้ำหมักชีวภาพเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักหญ้าเนเปียร์และเศษผักสด ซึ่งได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และค่าความเป็นกรดด่างที่อายุการหมัก 2 ระยะ โดยวางแผนการทดลองแบบ independent t-test แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ซ้ำ กลุ่มที่ 1 หมักนาน 21 วัน กลุ่มที่ 2 หมักนาน 28 วัน จากผลการศึกษาพบว่า น้ำหมักทั้งสองกลุ่ม มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดแตกต่างกัน คือ 22.5×10^6 และ 5.76×10^6 cfu/g ตามลำดับ ($P<0.05$) ในขณะที่ความเป็นกรดด่างไม่แตกต่างกัน คือ 4.11 และ 4.42 ตามลำดับ ($P>0.05$) ซึ่งเป็นช่วงใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรดด่างของน้ำหมักชีวภาพทั่วไปที่ใช้กันในปัจจุบัน สุดท้ายการนำไปขยายผลโดยการทดสอบประสิทธิภาพทั้งทางเคมีและกายภาพของน้ำหมักชีวภาพ จึงควรดำเนินการต่อเพื่อให้เกิดประโยชน์มากขึ้น และน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากของเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด มีการใช้ซ้ำ และเข้าสู่กระบวนการแปรสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ในภาคการเกษตรต่อไป

คำสำคัญ: น้ำหมักชีวภาพ; หญ้าเนเปียร์; เศษผักสด; การนำมาใช้ประโยชน์ใหม่; เศรษฐกิจบีซีจี

ABSTRACT

Napier grass is a high yielding grass commonly uses as a forage in various ways according to the appropriate harvesting period. But if at the age or plant components of cannot be utilized, it may become agricultural waste as well as leftover vegetable scraps from fresh markets that are plentiful nowadays. Finding simple ways to manage the agricultural waste and align with the BCG economic concept is interesting. One of them is to make bio-extract for agricultural use. Therefore, this study aimed to study the basic properties of the bio-extract obtained from napiergrass and fresh vegetable wastes, namely a microbial content and a pH value at two

fermentation periods. The experiment was planned as an independent t-test. The trial was divided into two groups with six replicates each. Group one; fermented for 21 days and group two fermented for 28 days. The results showed that that the two groups of bio-extract were different in the total bacteria content that were 22.5×10^6 and 5.76×10^6 cfu/g, respectively ($P<0.05$). Whereas the pH content reviewed at 4.11 and 4.42, respectively ($P>0.05$), which is close to the pH value of general bio-extract used today. Extending the results by testing the efficiency of the bio-extract both chemical and physical should be continued for more benefits. Finally, it seems to be another way to take advantage of agricultural waste to create zero waste, reuse, recycle and upcycle in agricultural sector.

Keywords: bio-extract; napiergrass; vegetable waste; upcycle; BCG economy

คำนำ

BCG Economy หรือ เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy) คือ โมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นแนวคิดการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมไปยกระดับความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืนให้กับ 4 อุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-curves) ได้แก่ อุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร อุตสาหกรรมพลังงานและวัสดุ อุตสาหกรรมสุขภาพและการแพทย์ และอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและบริการ โดยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมจะเข้าไปช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผู้ผลิตที่เป็นฐานการผลิตเดิม เช่น เกษตรกรและชุมชน ตลอดจนสนับสนุนให้เกิดผู้ประกอบการที่ผลิตสินค้าและบริการที่มีมูลค่าเพิ่มสูงหรือนวัตกรรม (NXPO, 2023)

แนวทางการพัฒนานวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจหมุนเวียน คือ สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตเพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด (Eco-design & Zero-Waste) ส่งเสริมการใช้ซ้ำ (Reuse, Refurbish, Sharing) และให้ความสำคัญกับการจัดการของเสียจากการผลิตและบริโภค ด้วยการนำวัตถุดิบที่ผ่านการผลิตและบริโภคแล้วเข้าสู่กระบวนการแปรสภาพเพื่อกลับมาใช้ใหม่ (Recycle, Upcycle) ซึ่งต่างจากระบบเศรษฐกิจแบบดั้งเดิม ที่เน้นการใช้ทรัพยากร การผลิต และการสร้างของเสีย (Linear Economy) (NXPO, 2023)

ในด้านการเกษตรนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับแนวคิดดังกล่าว และมีการนำแนวคิดนี้มาใช้กันมาอย่างต่อเนื่อง และหนึ่งในนวัตกรรมอย่างง่ายที่แพร่หลายในเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจคือ การทำน้ำหมักชีวภาพ (Bioextract) ซึ่งเป็นสารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืช หรือสัตว์ กับสารที่ให้ความหวานจนถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรีย ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการแล้วจะได้สารละลายเข้มข้นสีน้ำตาลเมื่อผ่านการหมักที่สมบูรณ์จะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมนและ แบคทีเรียอยู่เป็นจำนวนมาก (Sarnrakkit, 1999) การนำน้ำหมักชีวภาพ มาประยุกต์ใช้ประโยชน์ ในด้านอื่นๆ เช่น ด้านการเกษตร น้ำหมักชีวภาพ มีธาตุอาหารสำคัญ ทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม แคลเซียม และกำมะถัน จึงสามารถนำไปเป็นปุ๋ย เร่งอัตราการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มคุณภาพของผลผลิตให้ดีขึ้น และยังสามารถใช้ไล่แมลงศัตรูพืชได้ โดยการฉีดพ่นหรือเติมในดินหรือน้ำ ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ในดินและน้ำ ช่วยปรับสภาพโครงสร้างของดินทำให้ดินร่วนซุย อุ้มน้ำได้ดี ช่วยเพิ่มจำนวนแบคทีเรียในดิน ช่วยเพิ่มอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินและน้ำ ใช้รดต้นพืชหรือแช่เมล็ดพันธุ์ ท่อนพันธุ์เพื่อเร่งการเกิดราก และการเจริญเติบโตของพืช เป็นสารที่ทำหน้าที่เหมือนฮอร์โมนพืชกระตุ้นการเกิดราก ใช้ฉีดพ่นในแปลงเกษตรช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (Pornpisuthimas *et al*., 2009) สำหรับคุณสมบัติทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพ Nobamornbodee *et al.* (2004) ได้เก็บรวบรวมตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพและวิเคราะห์คุณสมบัติดังแสดงใน Table 1

Table 1 General properties of bio-extract from various sources (117 samples)

Properties	Plant	Herb	Fish	shell	mix
pH	3.3-5.1	3.5-8.8	3.6-6.2	3.4-8.4	3.7-9.0
EC (ds/m)	0.12-8.54	0.17-9.85	3.1-33.8	0.24-10.92	0.63-12.52
Organic carbon (%)	0.14-18.88	0.04-21.49	3.2-19.4	0.12-20.59	1.02-14.25
Humic acid (%)	0.03-0.98 (found 23%)	0.01-0.35 (found 32%)	0.03-0.18 (found 46%)	0.03-0.50 (found 39%)	0.004-0.42 (found 55%)

Source: Nobamornbodee *et al.* (2004)

สำหรับจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพ มีทั้งที่ต้องการ ออกซิเจน และไม่ต้องการออกซิเจน จุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพคือแบคทีเรียและรา แบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่ เป็นแบคทีเรีย แกรมบวก และเป็นแบคทีเรียพวกสร้างกรดแลกติก เช่น *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Streptococus* sp., มีบทบาทย่อยสลายอินทรียวัตถุที่นำมาทำน้ำหมักชีวภาพจากสารโมเลกุลใหญ่ให้มีโมเลกุลเล็กลง ปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ให้แก่พืช และช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิดได้ แบคทีเรียเป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่พบมีปริมาณมากและหลากหลายที่สุด และจะลดปริมาณและความหลากหลายของสายพันธุ์ลงไปตามระยะเวลาของการหมัก

หญ้าเนเปียร์ (Napiergrass) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pennisetum purpureum* หญ้าเนเปียร์จัดเป็นหญ้าในเขตร้อนมีลักษณะ ใบหนาและกว้างมีลำต้นคล้ายอ้อย นำมาใช้ประโยชน์ในด้านเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้หลายรูปแบบทั้งปลูกเพื่อการตัดสด ปลูกเพื่อปล่อยโค กระบือ แพะ แกะ ลงแทะเล็มในแปลง หรือ นำมาหมักในรูปหญ้าหมักสำหรับใช้เป็นอาหารสำรองในช่วงขาดแคลนหญ้าสด แต่ทั้งนี้สัตว์จะได้รับโภชนะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ อายุและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ที่นำมาใช้ (Umpuch, 2021) ในส่วนของคุณสมบัติของหญ้าหมักนั้น มีงานวิจัยที่ได้วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างของหญ้าเนเปียร์หมักและปริมาณแบคทีเรีย เช่น ค่าความเป็นกรดด่าง หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุ 6 เดือนมีอายุการหมัก 21 และ 28 วัน โดยไม่มีการเติมสารเติมแต่งลงไป พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.31 และ 4.30 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Umpuch *et al.*, 2019) Kongjak and Umpuch (2019) ได้ทดลองหมักหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับใบกระถินสด พบว่า หญ้าเนเปียร์สีม่วงหมักร่วมกับกระถินและการน้ำตาลมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.08 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P <0.05$) กับค่าความเป็นกรดด่างของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินและกากน้ำตาลที่มีค่ากรดด่าง เท่ากับ 4.39 สำหรับปริมาณแบคทีเรียพบว่าหญ้าหมักที่อายุการหมัก 21 วัน มีปริมาณแบคทีเรีย ทั้งหมด 2.50×10^{7} (CFU/g) เมื่อเพิ่มระยะการหมักเป็นอายุการหมัก 28 วัน มีปริมาณแบคทีเรีย ทั้งหมด 3.92×10^{6} (CFU/g) (Umpuch *et al.*, 2019) เป็นต้น

จากข้อมูลดังกล่าวทั้งในด้านการทำน้ำหมักชีวภาพ และการใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์ที่มีข้อมูลการนำมาหมักเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์แล้วนั้น การทดลองใช้หญ้าอายุมากที่สัตว์อาจใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่และเกษตรกรอาจตัดทิ้ง หรือ เผาทิ้ง นำมาเป็นวัตถุดิบหนึ่งในการหมักร่วมกับเศษผัก (Kromrattanaporn, 2010)ซึ่งพบได้ทั่วไปตามครัวเรือนหรือตลาดสดเพื่อทำน้ำหมักชีวภาพ น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากของเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด (zero waste) มีการใช้ซ้ำ (reuse) และเข้าสู่กระบวนการแปรสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) ในภาคการเกษตรต่อไปได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักหญ้าเนเปียร์และเศษผักสด โดยตรวจวิเคราะห์

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และค่าความเป็นกรดด่าง เพื่อจะเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในภาคการเกษตรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์และวัสดุสำหรับทำน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ ผักสดที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากตลาดไท อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งประกอบด้วยเศษของ ผักกาดขาว ผักกาดหอม ผักกะหล่ำปลี ผักกวางตุ้ง สำหรับส่วนของหญ้าเนเปียร์จะใช้หญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 อายุประมาณ 6 เดือนนำมาสับลดขนาดด้วยเครื่องสับหญ้า เครื่องชั่งน้ำหนัก ถังหมักแบบมีฝาปิด ขนาด 20 ลิตรจำนวน 12 ถัง กากน้ำตาล จำนวน 6 ลิตร แบคทีเรียสังเคราะห์แสง จำนวน 2.4 ลิตร น้ำเปล่า 120 ลิตร และผ้าขาวบาง

อุปกรณ์ และวัสดุสำหรับเก็บตัวอย่าง ได้แก่ ขวดดูแรน บีกเกอร์ ขนาด 800 มิลลิลิตร หลอดทดลอง ปิเปต หลอดเลี้ยงเชื้อก้นกลมปริมาณ 15 มิลลิลิตร หลอดแก้วหยดสาร และขวดชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

อุปกรณ์ และวัสดุสำหรับวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย ได้แก่ ขวดดูแรน บีกเกอร์ ขนาด 1000 มิลลิลิตร ปิเปต จานเพาะเชื้อแบบแก้ว สาร Agar-Agar powder และสาร Nutrient Broth (NA)

อุปกรณ์ และวัสดุสำหรับวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ได้แก่ pH meter บีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร ผ้าขาวบาง ขวดพลาสติก (สำหรับใส่ผสม) เครื่องชั่งดิจิทัล หลอดทดลองแก้ว เครื่องเขย่า

วิธีการ

วิธีการทำน้ำหมักชีวภาพในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีการทำตามสูตรอ้างอิง (Kromrattanaporn, 2010) โดยเปลี่ยนวัตถุดิบด้วยหญ้าเนเปียร์ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 formula used in the experiment.

Ingredient	Reference formula (Kromrattanaporn, 2010)	Treatment 1	Treatment 2
1. water (l.)	200	120	120
2. molasses (l.)	10	6	6
3. fresh napiergrass (kg.)	-	1.2	1.2
4. vegetable waste (kg.)	2.3	1.8	1.8
5. molasses solution (ml./l. of water)	50	50	50
6. Photosynthetic bacteria (ml.)	200	200	200
Fermentation period (day)	21 and 28	21	28

สับหญ้าเนเปียร์ด้วยเครื่องสับจำนวน 1.2 กิโลกรัมและเศษผักสด จำนวน 1.8 กิโลกรัม ใส่รวมลงในถังหมัก และ ใส่ลายกากน้ำตาล จำนวน 500 มิลลิลิตร ในน้ำสะอาด 10 ลิตร ใส่จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง 200 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน เทส่วนผสมทั้งหมดใส่ถังหมัก ปิดฝาถังให้ สนิทวางถังไว้ในที่ร่ม เปิดฝาถังทุกๆ 7 วัน โดยแบ่งเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 หมักไว้เป็นระยะเวลา 21 วัน และ กลุ่มที่ 2 หมักไว้เป็นระยะเวลา 28 วัน โดยวางแผนการทดลองแบบ t-test ประกอบด้วยน้ำหมักชีวภาพ 2 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ซ้ำ (6 ถัง)

การเก็บข้อมูลต่างๆ เมื่อสิ้นสุดระยะการหมักในแต่ละกลุ่ม ดังต่อไปนี้

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (total bacteria count, cfu/g.) สุ่มตัวอย่างน้ำหมักถังละ 20 มิลลิลิตร ผสมน้ำกลั่นปริมาณ 300 มิลลิลิตรและกรองแยกชิ้นส่วนของหญ้าและเศษผักกับน้ำด้วยผ้าขาวบางสองชั้น จากนั้นนำน้ำที่กรองมาเพาะเลี้ยงเชื้อเพื่อหาแบคทีเรียโดยนำตัวอย่างที่กรองแล้วมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อด้วยวิธีการ Dilution method มีอัตราการเจือจางอยู่ที่ 10^{-4} -10^{-6} ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่อัตราการเจือจาง ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (NA) ทำการ spread plate บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงจากนั้นนับจำนวนโคโลนี ค่าความเป็นกรดด่างหาได้จากการสุ่มตัวอย่างน้ำหมัก 50 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตรในขวดพลาสติก และนำไปเขย่าโดยเครื่องเขย่า เป็นเวลา 10 วินาที แล้วกรองผ่านผ้าขาวบางสองชั้น นำน้ำที่กรองไปวัดความเป็นกรดด่างด้วยเครื่อง pH meter โดยการเก็บข้อมูลดำเนินการ ณ ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

ข้อมูลดิบที่ได้นำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหาความแตกต่างของข้อมูล โดย independent t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม MS Excel

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการเปรียบเทียบระยะเวลาในการหมักน้ำหมักชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์และเศษผักสด 2 ระยะ คือ 21 และ 28 วันโดยการใช้หญ้าเนเปียร์อายุการตัดมากที่สัตว์ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ร่วมกับเศษผักสด ได้ผลการศึกษา ดังนี้

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาการหมักที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน Table 2 ซึ่งจากงานวิจัยของ Kromrattanaporn (2010) พบว่า น้ำหมักชีวภาพที่ทำการหมักที่ 28 วัน จะมีปริมาณแบคทีเรียเฉลี่ย 3.6×10^6 cfu/g ซึ่งน้อยกว่างานวิจัยนี้ที่ต่างกันที่การเพิ่มหญ้าเนเปียร์ลงไป และได้อธิบายเสริมว่าการที่แบคทีเรียในน้ำหมักชีวภาพลดลงเนื่องจากพบเชื้อรา *Penicillium sp.* ปนเปื้อนอยู่ในน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องจากการปนเปื้อนเชื้อราจากอากาศ ไม่ได้เกิดจากขบวนการหมัก ซึ่งหมายความว่าจำนวนแบคทีเรียนั้นอยู่ในเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Buayam (2011) ได้กล่าวว่าหลักการทำน้ำหมักให้มีประสิทธิภาพ พบว่า น้ำหมักอยู่ในระยะมีโซฟิลิค เป็นช่วงที่แบคทีเรียเพิ่มจำนวนมากขึ้นและทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยอุณหภูมิจะอยู่ในช่วงประมาณ 25-40 องศาเซลเซียส ในกรณีหญ้าเนเปียร์หมักของ Umpuch *et al.* (2019) พบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด 3.92×10^6 cfu/g ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าการทำน้ำหมักโดยเฉพาะ เนื่องจากการทำน้ำหมักมีการเติมกากน้ำตาล ตลอดจนแบคทีเรียสังเคราะห์แสงลงไปเพื่อกระตุ้นกระบวนการหมักให้เกิดเร็วขึ้น จึงเห็นได้ว่า ในช่วงการหมักเพียงแค่สามสัปดาห์ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำหมักมีปริมาณที่สูงมาก ซึ่งในงานวิจัยต่อไปอาจต้องเพาะเชื้อหาชนิดแบคทีเรียที่เฉพาะเจาะจงตลอดจนการทดสอบปลูกในพืชต่อไป

Table 3 Total bacteria and pH value of different ages of bio-extract water

Duration	Total bacteria count (cfu/g.)	pH Value
21 days	22.5×10^6	4.11±0.49
28 days	5.76×10^6	4.42±0.60
P-value	0.38	0.00
Significant	ns	*

ns = means in the same column are not statistically significantly different

* = Means followed by the same column are significantly different at $P<0.05$

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นเพียงหนึ่งสัปดาห์ไม่มีผลต่อความเป็นกรดด่าง หรือค่า pH (Table 3) แต่อย่างไรก็ตามค่าที่ได้พบว่ามีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน คือ 3.0-4.0 เล็กน้อย และถ้าหากเพิ่มระยะเวลาในการหมักนานขึ้นค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา ทั้งนี้ ค่า pH มีความสัมพันธ์กับชนิดและจำนวนของแบคทีเรีย โดยน้ำหมักชีวภาพจะมีความเป็นกรดสูง (ค่า pH<4) การที่ค่า pH ของน้ำหมักเป็นกรดแสดงถึงการเกิดกระบวนการหมัก และถ้าค่า pH ของน้ำหมักชีวภาพมีประมาณ 3.0 - 4.0 แสดงว่ากระบวนการหมักเกิดสมบูรณ์แล้ว โดยสังเกตได้ จากฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดขึ้นในช่วงเริ่มต้นและระยะกลางของกระบวนการหมัก (Sutthitham *et al*., 2004) ซึ่งสภาวะดังกล่าวอยู่ในช่วง pH ที่พบได้ทั่วไปจากน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืช (pH 3.3-5.1) ตามที่ Nobamornbodee *et al.* (2004) ได้รายงานไว้ใน Table 1

สรุป

จากการศึกษาน้ำหมักชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์และเศษผักสดที่มีระยะการหมัก 21 และ 28 วัน พบว่ามีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 22.5×10^6 และ 5.76×10^6 cfu/ml. และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.11 และ 4.42 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเป็นการทดลองขนาดเล็ก และเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นอย่างง่าย การนำไปขยายผลโดยการทดสอบประสิทธิภาพเพิ่มด้านการเกษตร ปศุสัตว์ หรือปรับปรุงคุณภาพดิน ทั้งทางเคมีและกายภาพของน้ำหมักชีวภาพ จึงควรดำเนินการต่อเพื่อให้เกิดประโยชน์มากขึ้น และน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากของเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด (zero waste) มีการใช้ซ้ำ (reuse) และเข้าสู่กระบวนการแปรสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) ในภาคการเกษตรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Buayam, S. 2011. **Principles of Efficient Fertilizer Production.** 2nd Edition. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Kongjak, P. and K. Umpuch. 2019. Silage quality between purple napier grass and pakchong 1 napier grass added with fresh leucaena leaves. *In* **The Proceedings of the 7th Academic Science and Technology Conference 2019**, Rangsit University, Pathumthani, Thailand, 7 June 2019. 322-326. (in Thai)

Kromrattanaporn, P. 2010. **Making Bio-extract Water and Herb**. 1st Edition. Faculty of Veterinary, Khon Kaen University. (in Thai)

Nobamornbodee, A., Isaranurak, S., Chompunich, S., Likkananont, P., Kanlong, N., Charoensathaporn, R., and Bhromsattha, R. 2004. **Science Data: Bio-extract water (Part 1)**. Department of Agriculture. 1st Edition., Quick Print Offset, Bangkok. (in Thai)

NXPO. 2023. **BCG Economy**. The Office of National Higher Education Science Research and Innovation Policy Council. https://www.nxpo.or.th/th/bcg-economy/# 30 April 2023.

Pornpisuthimas, S., Limchuwong, S., Laloknam, S., and Laohakoat, T. 2009. **Effects of Bio-Fermentation on The Growth of Fabaceae Plants.** 4th Edition. Neon Book Media, Bangkok. (in Thai)

Sarnrakkit, S. 1999. **Bio-extract Fertilizer.** Thailand Institute of Scientific and Technological Research. (in Thai)

Sutthitham, W., Phosri, P., and Washirapattama, N. 2004**. Effects of bio-extract water on growth and yield of fresh bean pods in hydroponics system**. Faculty of Science and Technology, Thammasat University. (in Thai)

Umpuch, K. 2021. New developments in forage crops production in Thailand. **40th Malaysian Society of Animal Production Annual Conference "Livestock industries surviving the COVID-19 pandemic"**. 3rd – 4th August 2021. 50-58. Online Conference.

Umpuch, K., K. Kokkhuntod, P. Chuchuy, P. Pangsri and P. Pangsri. 2019. The study of chemical components and quality of microorganisms in napier grass silage at different ensiling periods. *In* **The Proceedings of the 13th National Conference of Rambhai Barni Research**, Chanthaburi, Thailand, 19 December 2019. 631-637. (in Thai)