ผลของเชื้อจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันที่มีต่อสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารหลักในการหมักน้ำหมักชีวภาพจากหน่อกล้วย

THE EFFECT OF DIFFERENT MICROBES ON THE CHEMICAL PROPERTIES AND THE MACRONUTRIENT CONTENTS IN LADY FINGER SHOOTS BIO-EXTRACT FERMENTATION

ราตรี บุมี และ อนงค์ ศรีโสภา*

Ratri Bumee, and Anong Srisopa*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Department of Science and Technology Education, Faculty of Science and Technology,

Pibulsongkram Rajabhat University

*corresponding author e-mail: anongsrisopa@psru.ac.th

(Received: 26 January 2024; Revised: 15 May 2024; Accepted: 17 May 2024)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในการหมักน้ำหมักชีวภาพจากหน่อกล้วย หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษา คือ สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 หัวเชื้อ EM และหัวเชื้อ *Lacticaseibacillus casei* วัสดุหมัก ประกอบด้วย หน่อกล้วยไข่ น้ำเปล่า กากน้ำตาล และหัวเชื้อในอัตราส่วน 3 : 10 : 1 : 0.025 (โดยน้ำหนัก) หมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ผลการศึกษา พบว่า การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมี ในระหว่างกระบวนการทำน้ำหมักชีวภาพในทุกชุดทดลองเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 30 วัน ของการหมักที่ระยะเวลาการหมัก 2 เดือน น้ำหมักชีวภาพที่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 หัวเชื้อ EM และหัวเชื้อ *Lacticaseibacillus casei* มีการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า และความเป็นกรดเป็นด่างไม่แตกต่างกัน จากการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลัก พบว่า สูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. casei* น้ำหมักชีวภาพให้ธาตุอาหาร N-P-K สูงกว่าสูตรที่ไม่เติม โดยน้ำหมักสูตรที่ 3 ที่หมักเป็นเวลา 30 วัน มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมสูงที่สุด และมีปริมาณเท่ากับ 1.045% 0.547% และ 0.516% ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยสถิติ ANOVA พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) ซึ่งน้ำหมักชีวภาพนี้สามารถใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งมีราคาสูง ทำให้ดินร่วนซุย และไม่เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมาอีกด้วย

คำสำคัญ: น้ำหมักชีวภาพ เชื้อจุลินทรีย์ ธาตุอาหารหลัก หน่อกล้วยไข่

Abstract

This research studied the effect of microbial types on their chemical properties and macronutrient content including nitrogen, phosphorus and potassium in Lady Finger shoots biofertilizer fermentation. The inoculants used in the study were Super PD.2, EM and *Lacticaseibacillus casei*. Fermentation materials consisted of banana shoots, water, molasses and inoculum in the ratio of 3 : 10 : 1 : 0.025 (by weight) fermented at room temperature without oxygen. The results showed that the physical and chemical changes during the biofertilization process in all experimental batches occurred rapidly during 30 days of fermentation. At the fermentation period of 2 months, bio-fertilizer using microorganisms Super PD.2. EM and *Lacticaseibacillus casei* show changes in electrical conductivity and acidity were not difference. From the comparison the amount of macronutrients, it was found that the formula containing *L. casei* inoculum, bio-liquid fertilizer gave higher nutrients N-P-K than the formula without addition. The liquid organic fertilizer formula 3, fermented for 30 days had the highest nitrogen, phosphorus, and potassium contents of 1.045%, 0.547%, and 0.516%, respectively. The means of variance (ANOVA) analysis showed that was significantly different at a 95% confidence level ($P<0.05$). This biofertilizer fermentation can be used to replace the use of chemical fertilizers, which are expensive. The soil is loose and does not pose an environmental problem.

Keywords: Biofertilizer fermentation, Microbial types, Macronutrient content, Lady Finger shoots

บทนำ

ประเทศไทย เป็นประเทศเกษตรกรรมประชากรสวนใหญ่มีอาชีพการเกษตรรายได้ส่วนหนึ่งของประเทศมาจากการส่งออกสินค้าเกษตรเนื่องจากประเทศไทยสามารถปลูกพืชได้ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะแหล่งที่มีการชลประทานเกษตรกรสวนใหญ่จะใช้ปุ๋ยและสารเคมีป้องกัน กำจัดศัตรูพืช โรคศัตรูพืชอย่างรุนแรงเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นโดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้สูง ทำให้การนำเข้าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวจะทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ทั้งในด้านกายภาพและชีวภาพ อีกทั้งเป็นการทำลายดินให้เสื่อมโทรมยิ่งขึ้นก่อให้เกิดมลพิษในดินและน้ำอย่างมากมาย ตลอดจนเป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม ชีวิตของคนและสัตว์อย่างต่อเนื่อง อีกด้วยเกษตรกรจำนวนมากที่คำนึงถึงความปลอดภัยของสภาพแวดล้อมและสุขภาพจึงหันกลับมาทำการเกษตรแบบเกษตร

ธรรมชาติซึ่งใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ และน้ำสกัดชีวภาพ โดยปุ๋ยน้ำหมักเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้ในเพาะปลูก เพื่อชวยเพิ่มคุณภาพผลผลิตของพืช และยังเป็นการนำวัสดุที่เหลือใช้ต่างๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่มาทำให้เกิดประโยชน์ อีกทั้งยังช่วยลดตนทุนการผลิตให้ต่ำลงด้วย ปัจจุบันเกษตรกรได้มีการทำน้ำหมักชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำเพิ่มขึ้น โดยนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและครัวเรือนมาทำการผลิตโดยสามารถผลิตได้ในระยะเวลาสั้นๆ ก่อให้เกิดประโยชน์ได้ทันทีให้ผลในการผลิตพืชเป็นที่น่าพอใจระดับหนึ่ง ซึ่งปุ๋ยน้ำหมักนั้นเป็นสารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืชหรือสัตว์ที่ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์เป็นสวนใหญ่ (วีณารัตน์, สมชาย และอัญชลี, 2553)

คุณสมบัติของจุลินทรีย์หน่อกล้วย คือ การนำไปช่วยฟื้นดินดีระเบิดดินดาน เพิ่มความร่วนซุยให้ดินได้ภายในเวลา 6-12 เดือน นอกจากนี้เมื่อนำไปใช้ผสมตามสูตรและสัดส่วนต่างๆแล้ว จะช่วยกำจัด โรค-แมลงศัตรูพืชกำจัดวัชพืช-ข้าวดีดข้าวเด้ง ปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อสัตว์เลี้ยงหรือบ่อน้ำกินน้ำใช้ ใช้ล้างทำความสะอาดคอกสัตว์-ดับกลิ่นเหม็น เร่งการย่อยสลายเศษซากอินทรียวัตถุตลอดจนนำไปใช้รักษาแผลสด แผลเน่าเปื่อย ผดผื่นคัน และกำจัดหมัด-เห็บในสัตว์เลี้ยงได้ด้วย (นิคม, ม.ป.ป)

น้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยเป็นของเหลวที่ได้จากการหมักหน่อกล้วยกับน้ำตาลหรือกากน้ำตาลจะมีจุลินทรีย์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นหลายชนิด รวมทั้งธาตุอาหารพืช ฮอร์โมนพืช สารประกอบที่สกัดได้จากเซลล์พืช เซลล์สัตว์หลายชนิด คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน และเอนไซม์ (Ghaly et al., 2013; Shi et al., 2018) น้ำหมักจุลินทรีย์ยังมีการเติมจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Lactobacillus spp.* ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดแลกติก (Lactic acid bacteria) ที่สามารถหมักน้ำตาลกลูโคส (Glucose) และแล็กโทส (Lactose) ให้เกิดกรดแลกติกซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่สำคัญในการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิต ในปัจจุบัน น้ำหมักจุลินทรีย์ได้รับความสนใจในวงการเกษตรของไทยเป็นอย่างมาก มีการนำน้ำหมักจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยการรดหรือฉีดพ่นให้กับพืช ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น และมีอายุการเก็บเกี่ยวยาวนานขึ้น (Khanarat & Tangkananurak, 2019; Nilwong, 2013) น้ำหมักจุลินทรีย์เป็นเทคโนโลยีที่เกษตรกรสามารถผลิตเองได้ และเป็นการนำเอาวัสดุเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์มีคุณค่า ลดต้นทุน การผลิต และยังสามารถนำมาใช้ในเกษตรแบบอินทรีย์ได้อีกด้วย (Moonrat, 2010)

ปุ๋ยน้ำ คือ ปุ๋ยชนิดหนึ่งจากปุ๋ยอินทรีย์ 4 ประเภท ซึ่งได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ซึ่งเป็นแหล่งอินทรียวัตถุและแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับพืช และยังมีผลต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินด้วย ปุ๋ยน้ำที่เป็นปุ๋ยอินทรีย์ในรูปของเหลว

เกิดจากการนำซากพืชซากสัตว์สดมาย่อยสลาย โดยส่วนใหญ่การหมักจะใช้วิธีหมักแบบไม่มีออกซิเจน โดยแต่เดิมนั้นเป็นการผลิตกันตามภูมิปัญญาของแต่ละชุมชนที่มีการพลิกแพลงนำจุลินทรีย์ประเภทต่างๆ ที่หาได้ในชุมชนหมักร่วมกันกับน้ำตาล จนกลายเป็นน้ำหมักที่ให้ธาตุอาหารแก่พืชได้ แต่ไม่มีมาตรฐานที่ชัดเจน ส่วนปุ๋ยน้ำที่เป็นไปตามมาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์เหลวของกรมวิชาการเกษตรนั้นจะต้องเข้าเกณฑ์ต่างๆ คือ จะต้องมีปริมาณอินทรียวัตถุไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนัก อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนไม่เกิน 20 ต่อ 1 ค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 10 เดซิซีเมนต่อเมตร โดยธาตุอาหารหลักจะต้องมีไนโตรเจนตั้งแต่ร้อยละ 0.50 ฟอสฟอรัสตั้งแต่ร้อยละ 0.50 และโพแทสเซียมตั้งแต่ ร้อยละ 0.50 ของน้ำหนักรวม หรือจะต้องมีปริมาณธาตุหลัก 3 ชนิดนี้รวมกันไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.50 ขณะที่ต้องมีโซเดียมต่ำกว่าร้อยละ 1 และปริมาณสารพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด (ประกาศกรมวิชาการเกษตร, 2557)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นประโยชน์จากการนำเอาหน่อกล้วยมาผลิตเป็นน้ำหมักจุลินทรีย์ ซึ่งหน่อกล้วยที่ใช้คือหน่อกล้วยไข่ โดยนำมาหมักร่วมกับเชื้อ *Lacticaseibacillus casei* ที่มีอยู่ในนมเปรี้ยว ซึ่งจะเป็นตัวที่ช่วยเร่งกระบวนการย่อยสลายให้ดียิ่งขึ้นเทียบกับการใช้เชื้อแบบเดิม คือ พด.2 และหัวเชื้อ EM ที่ส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ซึ่งน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้นั้น เป็นการลดปริมาณขยะและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่งด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมและการวิเคราะห์น้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่

ดังตารางที่ 1 แสดงสูตรการเตรียมน้ำหมักจุลินทรีย์ ซึ่งการเตรียมและการวิเคราะห์น้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 นำหน่อกล้วยที่ได้มาจากตลาดมอกล้วยไข่ ตำบลอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ส่วนที่ใช้ คือ ราก เหง้า ลำต้น และใบ โดยหั่นและสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ

1.2 นำน้ำเปล่า กากน้ำตาล และหัวเชื้อแต่ละชนิดผสมลงไปถังหมัก อัตราส่วนดังตารางที่ 1 จากนั้นคนให้เข้ากัน ประมาณ 5 นาที

1.3 นำหน่อกล้วยสับแล้ว ใส่ในถังและคนส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นจะทำการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยปิดฝาไม่ต้องสนิท ตั้งไว้ในที่ร่ม ระหว่างการหมักคนหรือกวนทุกวัน วันละ 1 ครั้ง เพื่อการระบายก๊าซและทำให้ส่วนผสมคลุกเคล้าได้ดีขึ้น การหมักน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยนั้นจะทำการหมัก จำนวน 3 สูตร แต่ละสูตรจะหมัก จำนวน 3 ถัง (3 ซ้ำ)

1.4 ทำการหมักโดยใช้ระยะเวลาในการหมักเป็นเวลา 60 วัน โดยในวันที่ 15 30 45 และ 60 จะทำการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และวัดปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (N P และ K) โดย ใช้วิธี Kjeldhal method และ

Spectrophotometric molybdovanadophosphate method และ Flame AAS ตามลำดับ (ราตรี, ปฐมพงษ์ และธวัลรัตน์, 2565)

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test; DMRT

2. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี One-way ANOVA และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DUNCAN ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 1 สูตรการเตรียมน้ำหมักจุลินทรีย์

สูตรน้ำหมักจุลินทรีย์	หน่อกล้วยไข่ (กิโลกรัม)	น้ำเปล่า (ลิตร)	กากน้ำตาล (ลิตร)	สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 (กรัม)	หัวเชื้อ EM (มิลลิลิตร)	หัวเชื้อ *Lacticaseibacillus casei* (มิลลิลิตร)
สูตรที่ 1	3	10	1	25	-	-
สูตรที่ 2	3	10	1	-	25	-
สูตรที่ 3	3	10	1	-	-	25

หมายเหตุ 1. หัวเชื้อ *Lacticaseibacillus casei* ผลิตโดย บริษัท ยาคูลท์ (ประเทศไทย) จำกัด
2. สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 ผลิตโดยกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
3. หัวเชื้อ EM ตรา อีเอ็ม เอ็กซ์ตร้า ผลิตโดย บริษัท อี เอ็ม เอ็กซ์ตร้า จำกัด

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่ หลังจากการหมักที่ 60 วัน ดังภาพที่ 1 พบว่า ค่า pH ของน้ำหมักจุลินทรีย์นั้นอยู่ในช่วง 6.71-7.83 ดังตารางที่ 2 ซึ่งอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตรกำหนดไว้ว่า ค่า pH เหมาะสมไว้ในช่วง 4.5-8.5 (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2557) และค่า pH มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) เนื่องจากการย่อยสลายตัวของน้ำหมักจุลินทรีย์นั้นให้ปริมาณของอินทรียวัตถุสูงที่สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลง (pH buffering capacity) และรักษาระดับ pH ให้อยู่ในช่วงที่เป็นกลางได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีศาสตร์, 2548) นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของค่า pH มาจากการย่อยสลายที่มีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ ส่งผลให้ปริมาณกรดอินทรีย์ในวัสดุหมัก

ลดลง (กันยมาส, 2546) อย่างไรก็ตามค่า pH ของน้ำหมัก จุลินทรีย์ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกสูตร

สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3

ภาพที่ **1** น้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่

ตารางที่ 2 ผลของค่า pH ของน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่

สูตรน้ำหมักจุลินทรีย์	ค่า pH			
	วันที่ 15	**วันที่ 30**	**วันที่ 45**	**วันที่ 60**
สูตรที่ 1	6.75±0.21[b]	7.30±0.16[b]	7.36±0.02[b]	7.47±0.03[b]
สูตรที่ 2	7.72±0.11[a]	7.77±0.25[a]	7.81±0.12[a]	7.83±0.07[a]
สูตรที่ 3	6.71±0.26[b]	7.06±0.02[b]	7.27±0.07[b]	7.39±0.03[c]
*ค่ามาตรฐาน	4.5-8.5			

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

* มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเหลวของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร (2557)

2. ผลการศึกษาค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC)

ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC) คือ ค่าความสามารถในการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าของน้ำ ซึ่งเกิดจากสารประกอบอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น ไอออนลบของคลอไรด์ ไนเตรต ซัลเฟต และฟอสเฟต หรือไอออนบวกของ โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก และอะลูมิเนียม (Metropolitan Waterworks Authority, 2018) จากการทดลอง พบว่า ค่า EC มีค่าอยู่ในระดับมาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ที่สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตรกำหนดไว้ว่า EC ที่เหมาะสมต้องมีค่า <10 และ

มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.32-1.55 dS/m ดังตารางที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Moonrat, 2010 ที่รายงานว่า น้ำหมักชีวภาพเมื่อหมักนานขึ้นจะมีปริมาณไอออนของเกลือต่างๆ เพิ่มขึ้น และจะส่งผลให้ค่า EC เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ Noisopa et al., 2010 ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพจากคะน้าและถั่วเหลือง พบว่า ปริมาณสารประกอบอินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ กรดอินทรีย์วิตามิน เอนไซม์ ฮอร์โมน และแร่ธาตุ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้น้ำหมักชีวภาพมีค่า EC สูง (13.52-26.60 dS/m) โดยน้ำหมักชีวภาพที่มีสารประกอบอินทรีย์ สูงจะส่งผลให้มีค่า EC สูงไปด้วย

ตารางที่ 3 ผลของค่า EC ของน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่

สูตรน้ำหมักจุลินทรีย์	ค่า EC (dS/m)			
	วันที่ 15	วันที่ 30	วันที่ 45	วันที่ 60
สูตรที่ 1	1.44±0.02[a]	1.47±0.02[a]	1.56±0.09[a]	1.55±0.06[a]
สูตรที่ 2	1.33±0.02[b]	1.37±0.02[b]	1.39±0.07[b]	1.43±0.03[b]
สูตรที่ 3	1.44±0.03[a]	1.48±0.02[a]	1.50±0.01[ab]	1.53±0.01[a]
*ค่ามาตรฐาน	<10			

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≤0.05)

* มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเหลวของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร (2557)

3. ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่ในหน่วยเปอร์เซ็นต์ (%) ทั้ง 3 ตัวอย่าง ที่ทำการหมักเป็นเวลา 60 วัน โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≤0.05) ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.702±0.00 ถึง 1.045±0.00% โดยสูตรที่ 3 ที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. casei* ที่ทำหารหมักเป็นเวลา 30 วัน ให้ธาตุอาหาร N สูงกว่าสูตรที่ไม่เติม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.976±0.00-1.045±0.00% รองลงมา คือ สูตรที่ 1 มีค่าไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.758±0.00-0.872±0.00% และสูตรที่มีไนโตรเจนน้อยที่สุด คือ สูตรที่ 2 มีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.702±0.00 ถึง 0.755±0.00% สำหรับการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของทดลองอาจเนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรียที่มีการใช้ไนเตรทในการเจริญเติบโตและสร้างเซลล์ในรูปที่มีอินทรียไนโตรเจนหรือมีการตรึงไนโตรเจนจากสิ่งแวดลอมในระหว่างการย่อยสลายเซลลูโลสของวัสดุหมัก จึงสงผลใหปริมาณไนโตรเจนของทุกการทดลองมีคาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่

สูตรน้ำหมักจุลินทรีย์	ปริมาณ N ทั้งหมด (%)			
	วันที่ 15	**วันที่ 30**	**วันที่ 45**	**วันที่ 60**
สูตรที่ 1	0.856±0.00[b]	0.872±0.00[b]	0.867±0.00[b]	0.758±0.00[b]
สูตรที่ 2	0.702±0.00[c]	0.755±0.00[c]	0.749±0.00[c]	0.703±0.00[c]
สูตรที่ 3	0.976±0.00[a]	1.045±0.00[a]	0.993±0.00[a]	0.986±0.00[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≤0.05)

จากการทดลองน้ำหมักจุลินทรีย์ในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P<0.05) ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน (P_2O_5) ของทุกสูตรการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยในสูตรที่ 3 ที่ทำการหมักเป็นเวลา 30 วัน มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชนมากที่สุด และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในชวง 0.374±0.00-0.547±0.00% รองลงมา คือ สูตรที่ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.305±0.00 ถึง 0.458±0.00% และสูตรที่ 2 มีค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่น้อยที่สุดอยู่ในช่วง 0.213±0.00 ถึง 0.259±0.00% ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่

สูตรน้ำหมักจุลินทรีย์	ปริมาณ P ทั้งหมด (%)			
	วันที่ 15	**วันที่ 30**	**วันที่ 45**	**วันที่ 60**
สูตรที่ 1	0.305±0.00[b]	0.458±0.00[b]	0.424±0.00[b]	0.406±0.00[b]
สูตรที่ 2	0.218±0.00[c]	0.259±0.00[c]	0.240±0.00[c]	0.213±0.00[c]
สูตรที่ 3	0.374±0.00[a]	0.547±0.00[a]	0.524±0.00[a]	0.516±0.00[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≤0.05)

จากการทดลองน้ำหมักจุลินทรีย์ในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P<0.05) ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมในของน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่ 3 ตัวอย่าง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยน้ำหมักสูตรที่ 3 ที่หมักเป็นเวลา 30 วัน มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด และมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.345±0.00-0.516±0.00% รองลงมา คือ สูตรที่ 1 มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.226±0.00-0.375±0.00% และปริมาณน้อยที่สุด คือ ตัวอย่างที่ 2 มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.200±0.02-0.234±0.03% ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของ

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้นั้นอาจเนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่มีการใช้โพแทสเซียมในการเจริญเติบโตและสร้างเซลล์ในระหว่างการหมัก

โดยน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่ที่หมักเป็นเวลา 30 วัน พบปริมาณ N, P และ K มากที่สุด คือ สูตรที่ 3 ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 1.045% 0.547% และ 0.516% ตามลำดับ ดังตารางที่ 7 เป็นไปตามมาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์เหลวของกรมวิชาการเกษตรที่ได้กำหนดไว้ว่า ธาตุอาหารหลักจะต้องมีไนโตรเจนตั้งแต่ร้อยละ 0.50 ฟอสฟอรัสตั้งแต่ร้อยละ 0.50 และโพแทสเซียมตั้งแต่ร้อยละ 0.50 ของน้ำหนักรวม หรือจะต้องมีปริมาณธาตุหลัก 3 ชนิดนี้รวมกันไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.50 เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยสถิติ ANOVA พบว่า น้ำหมักทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) ดังตารางที่ 6-7

ตารางที่ 6 ผลของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ของน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่

สูตรน้ำหมักจุลินทรีย์	**ปริมาณ K ทั้งหมด (%)**			
	วันที่ 15	**วันที่ 30**	**วันที่ 45**	**วันที่ 60**
สูตรที่ 1	0.226 ± 0.00^{b}	0.375 ± 0.00^{b}	0.335 ± 0.00^{b}	0.316 ± 0.00^{b}
สูตรที่ 2	0.200 ± 0.00^{c}	0.234 ± 0.00^{c}	0.220 ± 0.00^{c}	0.217 ± 0.00^{c}
สูตรที่ 3	0.345 ± 0.00^{a}	0.516 ± 0.00^{a}	0.396 ± 0.00^{a}	0.366 ± 0.00^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$)

ตารางที่ 7 น้ำหมักจุลินทรีย์ที่มีลักษณะทางกายภาพและปริมาณธาตุอาหารที่ดีที่สุดทั้ง 3 สูตร

น้ำหมักจุลินทรีย์	**ระยะเวลาการหมัก**	**ลักษณะทางกายภาพ**	**ปริมาณธาตุอาหาร (%)**		
			N	**P**	**K**
สูตรที่ 1	30	สีน้ำตาลแดงขุ่น	0.872 ± 0.02^{b}	0.458 ± 0.02^{a}	0.375 ± 0.03^{b}
สูตรที่ 2	30	สีน้ำตาลแดงขุ่น	0.755 ± 0.02^{b}	0.259 ± 0.04^{b}	0.234 ± 0.03^{b}
สูตรที่ 3	30	สีน้ำตาลแดงขุ่น	1.045 ± 0.03^{a}	0.547 ± 0.02^{a}	0.516 ± 0.02^{a}
ค่ามาตรฐาน*			0.500	0.500	0.500

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$)

* มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเหลวของ ประกาศกรมวิชาการเกษตร (2557)

อภิปรายผล

น้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 3 ที่ใช้ระยะเวลาในการหมัก 30 วัน โดยใช้หัวเชื้อ *Lactobacillus casei* เพื่อเร่งกระบวนการหมัก พบว่า มีปริมาณธาตุอาหารหลักมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหมักชีวภาพสูตรอื่นๆ เพราะในการหมักช่วงแรกจุลินทรีย์กำลังเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ จึงทำให้ธาตุอาหารเพิ่มตามไปด้วย และหลังจาก 30 วัน ปริมาณจุลินทรีย์จะเริ่มลดลง จึงทำให้ธาตุอาหารลดลงด้วยเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฌานิกา และคณะ (2563) โดยศึกษาการใช้ *Lactobacillus casei* เพื่อเร่งกระบวนการหมักปุ๋ยน้ำหมักจากเศษปลาทะเลเหลือทิ้ง โดยวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (N-P-K) ของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้ พบว่า สูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. casei* น้ำหมักชีวภาพให้ธาตุอาหาร N-P-K สูงกว่าสูตรที่ไม่เติม ซึ่งบ่งชี้ว่าปริมาณของธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์โปรตีน กรดนิวคลีอิก และสังเคราะห์แสงของพืชค่อนข้างสูง ซึ่ง Landrot et al. (2020) ได้กล่าวถึงผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับวัสดุอินทรีย์ที่นำมาใช้ในการหมัก และ Mc Donald et al. (1991) กล่าวว่า กรดแลคติกภายใต้สภาพไร้ออกซิเจนทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในพืชหมักลดลงมีผลทำให้จุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ต้องการลดจำนวนลง เนื่องจากไม่สามารถเจริญเติบโตในสภาวะที่มีความเป็นกรดได้ ถ้าปริมาณกรดแลคติกที่จุลินทรีย์ผลิตได้มีมาก แบคทีเรียผลิตกรดแลคติกเองก็จะหยุดการเจริญเติบโตด้วยเช่นกัน ทำให้พืชหมักเข้าสู่สภาวะคงที่ แบคทีเรียหยุดการใช้สารอาหาร ทำให้เหลือปริมาณสารอาหารในพืชหมักมากขึ้น ลดการสูญเสียโปรตีนในรูปของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N)

นอกจากนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำหมักจุลินทรีย์ที่วิเคราะห์นั้น มีธาตุอาหารพืชน้อยกว่าปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด (Tuaynun, 2012) ธาตุอาหารจะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ และควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชให้ตรงเวลาที่พืชต้องการได้ยาก ไม่สามารถปรับแต่งน้ำหมักจุลินทรีย์ให้เหมาะสมกับดินและพืชได้ อีกทั้งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตต่างกัน ปริมาณธาตุอาหารที่ได้จะต่างกันด้วย เมื่อการใช้น้ำหมักจุลินทรีย์ต้องใช้ในปริมาณมากจึงจะให้ธาตุอาหารเพียงพอแก่พืชมีปัญหาทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ตาม การผลิตน้ำหมักจุลินทรีย์ใช้เองของเกษตรกรนอกจากจะช่วยลดต้นทุนการผลิตทางการเกษตรได้แล้ว ยังช่วยลดปัญหาผลผลิตมากเกินไป โดยนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำหมักจุลินทรีย์ตลอดจนผลิตเพื่อจำหน่ายในชุมชนได้

สรุปผลการวิจัย

ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (N-P-K) ของน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยไข่ที่ผลิตได้ พบว่า สูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. casei* น้ำหมักชีวภาพให้ธาตุอาหาร N-P-K สูงกว่าสูตรที่ไม่เติม โดยพบปริมาณธาตุอาหารหลักที่มากที่สุดอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำสูตรที่ 3 ที่หมักเป็นเวลา 30 วัน ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เท่ากับ 1.045% 0.547% และ 0.516% ตามลำดับ และเป็นไปตามมาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์เหลวของกรมวิชาการเกษตรกำหนดไว้ ซึ่งการใช้น้ำหมักชีวภาพแทนการใช้ปุ๋ยเคมี จะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรและผู้ที่สนใจซึ่งสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งมีราคาสูง ไม่ทำให้ดินเสื่อมคุณภาพ และไม่เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมาอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่อนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. (2556). **การจัดการดินเปรี้ยวจัด ดินกรด และดินอินทรีย์** (ชุดองค์ความรู้กึ่งศตวรรษพัฒนาที่ดิน). กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทวงเกษตรและสหกรณ์.

กันยมาส คงรอด. (2546). **ภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักจากกากตะกอนน้ำทิ้งชุมชนและชานอ้อย.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีศาสตร์. (2548). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฌานิกา แซ่แง่ ชูกลิ่น, เอนก สาวะอินทร, วรรณวิภา ไชยชาญ, และเตือนใจ ปิยัง. (2563). **การใช้ Lactobacillus casei เพื่อเร่งกระบวนการหมักปุ๋ยน้ำหมักจากเศษปลาทะเลเหลือทิ้ง และประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวพื้นเมือง** (รายงานการวิจัย). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

นิคม สุทธา. (ม.ป.ป.). **การผลิตน้ำหมักจุลินทรีย์จากหน่อกล้วยและผลไม้**. สืบค้นเมื่อ 7 เมษายน 2567, จาก https://kb.mju.ac.th/assets/img/articleFile/25650202a639729cb66e4e19b755ec9f41a7eaa8.pdf

ประกาศกรมวิชาการเกษตร. (2557). **กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2567**. สืบค้นเมื่อ 17 มีนาคม 2565, จาก https://www.doa.go.th/ard/wp-content/uploads/2019/11/ FEDOA11.pdf

ราตรี บุมี, ปฐมพงษ์ เที่ยงเพชร, และธวัลรัตน์ ศรีสุขสันต์คีรี. (2565). การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ในน้ำหมักจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง. **Journal of Science and Technology Phetchabun Rajabhat University, 2**(1), 32-49.

วีณารัตน์ มูลรัตน์, สมชาย ชคตะการ, และอัญชลี จาละ. (2553). ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ใช้น้ำกากส่าเหล้าทดแทนกากน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้ง. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาพืช.** กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

Ghaly, A.E., Ramakrishnan, V.V., Brooks, M.S., Budge, S.M., & Dave, D. (2013). Fish processing wastes as a potential source of proteins, amino acids and oils: a critical review. **Journal of Microbial & Biochemical Technology, 5**(4), 107-129.

Khanarat, A., & Tangkananurak, K. (2019). The effect of bio-fermented water from fish meal industrial waste on growth and yield of lettuce and marigold. **Thai Journal of Science and Technology, 1,** 43-53.

Landrot, S., Armartmontree, C., Khongkaew, C., & Jutamanee, K. (2020). Leonardite based Organic Fertilizer Production Complying with the Organic Fertilizer Standard of the Department of Agriculture. **King Mongkut's Agricultural Journal, 38**(1), 93-103.

Mc Donald, P., Henderson, A.R., & Heron, S.J.E. (1991). **The Biochemistry of Silage.** (2nd Edition.) England: Chalombe Publications, Marlow.

Metropolitan Waterworks Authority. (2018). **Electricity conductivity.** Retrieved May, 20, 2023, from https://www.mwa.co.th/ewt_news.php?nid=13321

Moonrat, W. (2010). **The efficiency of biofertilizer from fish waste using yeast waste water instead of molasses. sugar on the growth of spinach Emperor Deer Kung vegetables and Chinese vegetable chevrons**. (Master Thesis of Plant Science). Faculty of Science and Technology, Thammasat University.

Nilwong, W. (2013). **Research Report on the quality of earthworm fertilizer and agricultural utilization.** Chiang Mai: Office of Research and Promotion Academic agriculture, Maejo University.

Noisopa, C., Prapagdee, B., Navanugraha, C., & Hutacharoen, R. (2010). Effects of bioextracts on the growth of chinese kale. **Kasetsart Journal (Natural Science), 44**(5), 808-815.

Shi, S., Li, J., Guan, W., & Blersch, D. (2018). Nutrient value of fish manure waste on lactic acid fermentation by *Lactobacillus pentosus*. **The Royal Society of Chemistry, 8**, 31267- 31274.

Tuaynun, J. (2012). **Determination of total nitrogen, phosphorus and potassium in organic fertilizer**. (Master of Science). Department of Chemistry for teacher. Faculty of Science, Khon Kaen University.