

ผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งด้วยเชื้อ *Lactobacillus casei*

ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้

Effect of Fermented Bio-Extract from Fish Residues by *Lactobacillus casei* on Growth and Yield of *Brassica campestris* var. *chinensis*

ฉานิกา แซ่แง ชุกกลิ่น^{1*}, เอนก สาวะอินทร์¹ และ สุนัย เคลือหลี²

Chanika Saenge Chooklin^{1*}, Aneak Sawain¹ and Sudanai Krualee²

Received: 20 April 2020, Revised: 11 July 2020, Accepted: 9 October 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งด้วยเชื้อ *Lactobacillus casei* ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่ระดับความเข้มข้น 1 : 500 นำไปใช้ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design; RCBD) ประกอบด้วย 6 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้ (1) น้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 1 (เศษปลา 3 กิโลกรัม + กากน้ำตาล 250 มิลลิลิตร + น้ำเปล่า 10 ลิตร + สารเร่งซูปเปอร์ พด.2 25 กรัม) (2) น้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 2 (เศษปลา 3 กิโลกรัม + กากน้ำตาล 250 มิลลิลิตร + น้ำเปล่า 10 ลิตร + เชื้อ *Lactobacillus casei* 25 มิลลิลิตร) (3) น้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 3 (เศษปลา 3 กิโลกรัม + กากน้ำตาล 125 มิลลิลิตร + น้ำเปล่า 10 ลิตร + สารเร่งซูปเปอร์ พด.2 25 กรัม) (4) น้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 4 (เศษปลา 3 กิโลกรัม + กากน้ำตาล 125 มิลลิลิตร + น้ำเปล่า 10 ลิตร + เชื้อ *Lactobacillus casei* 25 มิลลิลิตร) (5) ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 และ (6) ชุดควบคุม พบว่าน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งสูตรที่ 2 ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนใบ ความสูงของต้น และน้ำหนักสดมากที่สุด (12 ใบต่อต้น, 37.34 เซนติเมตร และ 111.43 กรัม ตามลำดับ) เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยสถิติ ANOVA พบว่าน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 สูตร มีผลต่อจำนวนใบ ความสูงของต้น และน้ำหนักสด ของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่าน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งทั้ง 4 สูตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง และธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เหมาะสำหรับการนำไปใช้กับผักกวางตุ้งฮ่องเต้ เพื่อเป็นการลดการใช้สารเคมีและลดต้นทุนในการผลิต

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

¹ Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang 92150, Thailand.

² คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

² Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Tungyai, Nakonsrithammarat 80240, Thailand.

* ผู้รับผิดชอบประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): chanika.sae@gmail.com

คำสำคัญ: น้ำหมักชีวภาพ, เศษปลาเหลือทิ้ง, กวางตุ้งฮ่องเต้

ABSTRACT

The aim of this research was to study the efficiency of fermented bio-extract from fish residues by *Lactobacillus casei* on growth and yield of *Brassica campestris* var. *chinensis*. The concentration of fermented bio-extract was 1 : 500 (bio-extract : water, v/v) applied frequency three times per week. Experimental design used Randomized Complete Block Design; RCBD including 6 experiments, with three repetitions per experiment. Experiment comprises of treatments as fermented bio-extract include (1) formula 1 (fish residue 3 kg + molasses 250 ml + water 10 l + Microbial Activator Super LDD 2 25 mL), (2) formula 2 (fish residue 3 kg + molasses 250 ml + water 10 l + *Lactobacillus casei* 25 mL), (3) formula 3 (fish residue 3 kg + molasses 125 ml + water 10 l + Microbial Activator Super LDD 2 25 mL), (4) formula 4 (fish residue 3 kg + molasses 125 ml + water 10 l + *Lactobacillus casei* 25 mL) (5) chemical fertilizer formula 46-0-0 and (6) control The results found that using fermented bio-extract formula 2 gave the highest number of leaves, leave length and fresh weight (12 leaves/plant, 37.34 cm and 111.43 g respectively). The means of variance (ANOVA) analysis showed that the growth of *Brassica campestris* var. *chinensis* was significantly affected by all of 4 fermented bio-extracts at a 95% confidence level ($p < 0.05$). The chemical analysis including pH, electrical conductivity (EC), Nitrogen, Phosphorus and Potassium obtained from all formulas of fermented bio-extract of fish residues by *Lactobacillus casei* were pass standards and suitable for use with *Brassica campestris* var. *chinensis* to reduce using chemicals and production costs.

Key words: bioextract, fish residues, *Brassica campestris* var. *chinensis*

บทนำ

เศษปลาเหลือทิ้งจากกิจกรรมการประมงก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเมื่อทิ้งไว้นานจะเน่าเสีย ส่งกลิ่นเหม็น และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของพาหะนำโรคติดต่อต่างๆ เช่น โรคท้องร่วง โรคตาแดง ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ น้ำเสียจากขยะเหล่านี้เมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้เกิดภาวะมลพิษทางน้ำ และทำให้ดินเสื่อมสภาพ (Khaliq *et al.*, 2006) ในขณะเดียวกันเศษปลาเหลือทิ้งเหล่านี้กลับมีคุณค่าทางสารอาหาร ซึ่งสามารถนำมาสกัดเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง เช่น สารสกัด

ชีวภาพ แต่ด้วยการผลิต ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีต้นทุนและการใช้เทคโนโลยีระดับสูง ซึ่งการนำมาทำน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำเศษปลามาใช้ประโยชน์โดยใช้การลงทุนที่ต่ำและเนื่องจากปลาเป็นสัตว์ที่อุดมไปด้วยกรดอะมิโนชนิดต่างๆ (Ghaly *et al.*, 2013) จึงมีโปรตีนสูงกว่าพืชสีเขียวหรือผลไม้ และถูกย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว จึงเป็นแหล่งไนโตรเจนที่สำคัญ ดังนั้นเมื่อนำปลาผ่านกระบวนการหมัก จะได้น้ำหมักที่มีธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนในปริมาณมาก (Sarakhm *et al.*, 2017; Shi *et al.*, 2018)

ซึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ได้โดยตรง และน้ำหมักที่ได้จะช่วยกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ในดินได้ เช่นเดียวกับการเพิ่มปุ๋ยยูเรียลงไปในดิน ทำให้จุลินทรีย์ในดินเกิดกิจกรรมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น (Kamla *et al.*, 2007) นอกจากนี้ น้ำหมักจากเศษปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำของเหลือใช้จากครัวเรือนและชุมชนมาผลิตเป็นปุ๋ย จึงสามารถช่วยลดปริมาณของเสียไม่ให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และส่งผลให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิต ทดแทนการนำเข้าปุ๋ยปลาจากต่างประเทศ และช่วยให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเป็นของตัวเองโดยการใช่วัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทางด้านการเกษตร และยังเป็น การลดปริมาณขยะด้วยวิธีธรรมชาติ (Shi *et al.*, 2018)

น้ำหมักจากปลาประกอบด้วยโปรตีน (กรดอะมิโนชนิดต่างๆ ได้แก่ ไอโซลิวซีน (Isoleucine), ลิวซีน (Leucine), วาลีน (Valine), ไกลซีน (Glycine), เมทไธโอนีน (Methionine) และ ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine) เป็นต้น) (Ghaly *et al.*, 2013) คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และเกลือแร่ชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นแหล่งสารอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ (Shi *et al.*, 2018) ดังนั้นการใส่น้ำหมักจากปลาลงในดินจะส่งเสริมให้จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตและเกิดกิจกรรมในดินเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการย่อยสลายเศษซากพืชซากสัตว์ได้เร็วขึ้น และยังมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่มีประโยชน์แก่พืชมากขึ้นด้วย (Kamla *et al.*, 2007; Pascual *et al.*, 2013) น้ำหมักจากปลายังมีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชหลายชนิด เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน สังกะสี และทองแดง ซึ่งกล่าวโดยรวมจะมีธาตุอาหารพืชเกือบทุกธาตุ (Khanarat and Tangkananurak, 2019; Ghaly *et al.*, 2013) ดังนั้นในกรณีที่นำน้ำหมักจากปลาใส่ให้กับต้นพืชจะ

ทำให้ต้นพืชได้รับธาตุอาหารที่หลากหลาย แต่อาจได้รับในปริมาณที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าการได้รับจากปุ๋ยเคมี ดังนั้นในกรณีที่พืชต้องการธาตุอาหารบางธาตุในปริมาณมากเป็นกรณีพิเศษอาจจำเป็นต้องเสริมด้วยปุ๋ยเคมี โดยสามารถเสริมในบางระยะของการเจริญเติบโต จะทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์

น้ำหมักชีวภาพเป็นของเหลวที่ได้จากการหมักพืชหรือสัตว์กับน้ำตาลหรือกากน้ำตาล จะมีจุลินทรีย์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นหลายชนิด รวมทั้งธาตุอาหารพืช ฮอร์โมนพืช สารประกอบที่สกัดได้จากเซลล์พืช เซลล์สัตว์หลายชนิด คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน และเอนไซม์ (Ghaly *et al.*, 2013; Shi *et al.*, 2018) น้ำหมักชีวภาพยังมีการเติมจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Lactobacillus* spp. ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ที่สามารถหมักน้ำตาลกลูโคส (glucose) และแล็กโทส (lactose) ให้เกิดกรดแลคติกซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่สำคัญในการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะปลาจะเป็นแหล่งอาหารสำหรับการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการหมัก (Shi *et al.*, 2018) ในปัจจุบันน้ำหมักชีวภาพได้รับความสนใจในวงการเกษตรของไทยเป็นอย่างมาก มีการนำน้ำหมักชีวภาพมาใช้ประโยชน์เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยการรดหรือฉีดพ่นให้กับพืช ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น และมีอายุการเก็บเกี่ยวยาวนานขึ้น (Khanarat and Tangkananurak, 2019; Nilwong, 2013) น้ำหมักชีวภาพเป็นเทคโนโลยีที่เกษตรกรสามารถผลิตเองได้ และเป็นการนำเอาวัสดุเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์ มีคุณค่า ลดต้นทุนการผลิต และยังสามารถนำมาใช้ในเกษตรแบบอินทรีย์ได้อีกด้วย (Moonrat, 2010) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นประโยชน์จากการนำเอาเศษปลาเหลือทิ้งมาผลิตน้ำหมักชีวภาพซึ่งนำมาหมักร่วมกับเชื้อ

Lactobacillus casei ที่มีอยู่ในนมเปรี้ยว ซึ่งจะเป็นตัวที่ช่วยเร่งกระบวนการย่อยสลายให้ดียิ่งขึ้น โดยน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้นั้นเป็นการลดปริมาณขยะ และลดปัญหาล้างแฉะลื้อ และสนใจศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ ซึ่งเป็นผักที่เจริญเติบโตง่าย และคนทั่วไปนิยมรับประทานเพื่อสุขภาพเนื่องจากมีวิตามินซีและเส้นใยอาหารสูง และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ (Harbaum *et al.*, 2007; Memon *et al.*, 2009; Pascual *et al.*, 2013)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ คือ เศษปลาเหลือทิ้งจากชาวประมงที่ประกอบด้วยหัว

ไส้ พุง ก้าง รวมทั้งทุกส่วนที่ทิ้งของปลาจากชุมชนชาวประมง สารให้ความหวาน (กากน้ำตาล) และหัวเชื้อ *Lactobacillus casei* โดยหัวเชื้อจุลินทรีย์จากนมเปรี้ยวทางการค้า ทำการเตรียมน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง โดยการหมักน้ำหมักชีวภาพเศษปลาเหลือทิ้งจำนวน 4 สูตร แต่ละสูตรจะหมักจำนวน 3 ถึง (3 ชั่วโมง) ทำการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาตามคำแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน (Land Development Department, 2020) โดยใช้อัตราส่วนของเศษปลาสดต่อกากน้ำตาล อัตราส่วน 1 ต่อ 1 และหัวเชื้อ *Lactobacillus casei* เพื่อช่วยในการย่อยสลาย โดยนำเศษปลามาสับเป็นชิ้นเล็กๆ บรรจุลงในถังหมักน้ำหมักชีวภาพ คลุกเคล้ากับกากน้ำตาลให้เข้ากัน ใช้ระยะเวลาในการหมัก 30 วัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง

สูตรน้ำหมักชีวภาพ	เศษปลาเหลือทิ้ง (กิโลกรัม)	กากน้ำตาล (มิลลิลิตร)	น้ำเปล่า (ลิตร)	สารเร่งจุลินทรีย์ (กรัม)	หัวเชื้อ <i>Lactobacillus casei</i> (มิลลิลิตร)
สูตรที่ 1	3	250	10	25	-
สูตรที่ 2	3	250	10	-	25
สูตรที่ 3	3	125	10	25	-
สูตรที่ 4	3	125	10	-	25

หมายเหตุ หัวเชื้อ *Lactobacillus casei* ปริมาณ 25 มิลลิลิตรมีจำนวนเชื้อ 2.5 พันล้านตัว

หลังจากทำการหมักจนการหมักสมบูรณ์ ทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH-meter วัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ด้วยเครื่อง Conductivity-meter และวัดปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (N, P และ K) ของน้ำหมักชีวภาพหลังหมักโดยวิธี Micro Kjeldahl, Bray II และ Atomic Absorption ตามลำดับ (Bray and Kurtz, 1945)

2. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งในแปลงทดลอง

โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ

2.1) การเตรียมดิน โดยไถดะ 1 ครั้ง พลิกหน้าดิน และตากดินทิ้งไว้ 7 วัน ยกแปลงขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 5 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 0.5 เมตร

โดยดินที่ทำการทดลองเป็นดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.5 และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

2.2) การปลูก ทำการเพาะเมล็ดผักกวางตุ้งฮ่องเต้ในถาดหลุม เมื่อต้นกล้ามีอายุ 14 วัน ทำการย้ายปลูกลงแปลง ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร ระหว่างแถว 20 เซนติเมตร เว้นหัวแปลงข้างละ 50 เซนติเมตร

2.3) การให้ปุ๋ยและการดูแลรักษา ตามอัตราที่แนะนำสำหรับการปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้ มีดังนี้

1. ใส่ปุ๋ยคอกกรองพื้นทุกแปลงทดลอง โดยคลุกเคล้าให้ทั่วทั้งแปลง

2. ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ทุกแปลงทดลอง หลังจากย้ายปลูก 15 วัน เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยจะใส่เพียงครั้งเดียว

2.4) ทำการทดลองโดยนําน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้ทั้ง 4 สูตร, ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 และชุดควบคุม (น้ำเปล่า) มาทำการรดต้นกล้าของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่เตรียม สำหรับน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งทั้ง 4 สูตรทำการเจือจางก่อนนำไปรด อัตราส่วน 1 : 500 (น้ำหมักชีวภาพ: น้ำสะอาด) ตามคำแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน (Land Development Department, 2020) ปริมาณ 20 ลิตรต่อแปลงย่อย โดยเริ่มรดตั้งแต่ต้นกล้าอายุได้ 7 วัน ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ สำหรับการเตรียมปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 จะทำการละลายน้ำแล้วรดให้ทั่วแปลง

2.5) การบันทึกข้อมูล โดยสุ่มเก็บต้นผักกวางตุ้ง 10 ต้นต่อแปลงย่อย ทำการบันทึกอายุการ

เก็บเกี่ยว โดยเลือกต้นที่มีขนาดใบ และต้น ตามต้องการ จำนวนต้นรูดตาย จำนวนใบ ความสูงจากโคนต้นไปจนถึงปลายใบ และน้ำหนักสด

2.6) การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (SAS) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป R (<https://cran.rproject.org/bin/windows/base/>) SPSS version 3.5.0 ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) พร้อมทั้งคำนวณค่าความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. คุณสมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณโซเดียม (%) ไนโตรเจนทั้งหมด (%), ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) และโพแทสเซียมทั้งหมด (%), ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของน้ำหมักชีวภาพ

สูตรน้ำหมัก	pH	EC (ds/m)	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	OM (%)	Na (%)
สูตร 1	4.62±0.02	11.15±0.02	2.01±0.01	1.15±0.01	1.87±0.02	19.58±0.12	2.14±0.01
สูตร 2	4.58±0.01	10.25±0.01	2.25±0.02	1.74±0.03	2.04±0.14	20.54±0.01	1.95±0.02
สูตร 3	4.61±0.02	10.52±0.02	2.15±0.01	1.65±0.14	1.95±0.24	17.14±0.02	1.87±0.15

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สูตรน้ำหมัก	pH	EC (ds/m)	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	OM (%)	Na (%)
สูตร 4	4.55±0.01	11.54±0.03	2.22±0.25	1.72±0.15	1.88±0.11	18.26±0.03	2.79±0.14
ค่ามาตรฐาน*	4.5-8.5	< 10	>0.50	>0.5	>0.5	>10	<1

* Land Development Department (2020)

การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเหลวของ Land Development Department (2020) ของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 สูตร พบว่ามีค่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น ค่า EC ที่ ไม่ผ่านเกณฑ์ (ตารางที่ 2) โดยทุกสูตรมีค่า EC สูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่วัตถุดิบเป็นปลาทะเลจึงมีความเค็มสูง สูตรที่มีค่า EC สูงที่สุด คือ สูตรที่ 4 รองลงมา คือ สูตรที่ 1, 3 และ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 11.54, 11.15, 10.52, และ 10.25 dS/m ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับ EC จะเห็นว่าค่า EC แปรผันตรงกับปริมาณ Na ที่ตรวจพบในน้ำหมักชีวภาพ กล่าวคือ ทุกสูตรมีปริมาณ Na สูงเกินมาตรฐาน และสูตรที่ 4 ที่มีค่า EC สูงที่สุด ก็มีปริมาณ Na สูงสุดเช่นกัน นั่นเป็นเพราะค่า EC คือ ค่าความสามารถในการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าของน้ำ ซึ่งเกิดจากสารประกอบอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น ไอออนลบของคลอไรด์ ในเตรต ซัลเฟต และฟอสเฟต หรือไอออนบวกของ โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก และอะลูมิเนียม (Metropolitan Waterworks Authority, 2018) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพจากของเหลือทิ้งจากโรงงานปลาป่น ที่ใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน และใช้หัวเชื้อ *Lactococcus lactis* ในการหมักของ Khanarat and Tangkananurak (2019) ที่พบว่าค่า EC ไม่ผ่านเกณฑ์ (20.49-22.45 dS/m) โดยมีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน 1.05-1.24 เท่า ซึ่งได้รายงานว่าเป็นผลมาจากการที่วัตถุดิบเป็นปลาทะเล

จึงส่งผลให้น้ำหมักชีวภาพมีความเค็มสูง และค่า EC แปรผันตรงกับปริมาณ Na ที่ตรวจวัดได้ในน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งปริมาณ Na ในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการศึกษา (3.25-3.75 %) มีค่าสูงเกินค่ามาตรฐาน 2.25-2.75 เท่า นอกจากนี้ Aroonrungsikul *et al.* (2007) ได้รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของค่า EC ในน้ำหมักชีวภาพเมื่อใช้ระยะเวลาในการหมักนานขึ้น เกิดจากการแตกตัวของประจุไฟฟ้าโดยเฉพาะธาตุ โซเดียม และคลอรีน ของสารประกอบทางชีวภาพ และทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมักที่ละลายอยู่ในน้ำหมักชีวภาพ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Moonrat (2010) ที่รายงานว่าน้ำหมักชีวภาพเมื่อหมักนานขึ้นจะมีปริมาณไอออนของเกลือต่างๆ เพิ่มขึ้น และจะส่งผลให้ค่า EC เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Noisopa *et al.* (2010) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพจากค่น้ำและถั่วเหลือง พบว่าปริมาณสารประกอบอนินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ กรดอินทรีย์ วิตามิน เอนไซม์ ฮอร์โมน และแร่ธาตุ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้น้ำหมักชีวภาพมีค่า EC สูง (13.52-26.60 dS/m) โดยน้ำหมักชีวภาพที่มีสารประกอบอนินทรีย์สูงจะส่งผลให้มีค่า EC สูงไปด้วย ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมที่ตรวจวัดได้มีปริมาณสูง (17.14-20.54%) นอกจากนี้ น้ำหมักชีวภาพที่ได้ทุกสูตรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (4.55-4.62) โดยน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 สูตร มีสภาพเป็นกรดเนื่องจากคาร์โบไฮเดรตจากเศษปลาในน้ำหมักชีวภาพจะถูกจุลินทรีย์ย่อย

สลายได้เป็นกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแอซิก (acetic acid) และกรดแลคติก (lactic acid) ดังนั้นจึงส่งผลให้น้ำหมักชีวภาพมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เป็นกรด (Noisopa *et al.*, 2010; Shi *et al.*, 2018; Phibunwatthanawong and Riddech, 2019)

เมื่อพิจารณาธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (N-P-K) ของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้ พบว่าสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. casei* น้ำหมักชีวภาพให้ธาตุอาหาร N-P-K สูงกว่าสูตรที่ไม่เติม และสิ่งที่สังเกตได้อีกประการหนึ่ง คือ สูตรที่เติมหัวเชื้อมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ระหว่างการหมักน้อยกว่าสูตรที่ไม่ได้เติมหัวเชื้อ ซึ่ง McDonald *et al.* (1991) กล่าวว่ากรดแลคติกภายใต้สภาพไร้ออกซิเจนทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในพืชหมักลดลง มีผลทำให้จุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ต้องการลดจำนวนลง เนื่องจากไม่สามารถเจริญเติบโตในสภาวะที่มีความเป็นกรดได้ ถ้าปริมาณกรดแลคติกที่จุลินทรีย์ผลิตได้มีมาก แบคทีเรียผลิตกรดแลคติกเองก็จะหยุดการเจริญเติบโตด้วยเช่นกัน ทำให้พืชหมักเข้าสู่สภาวะคงที่ แบคทีเรียหยุดการใช้สารอาหาร ทำให้เหลือปริมาณสารอาหารในพืชหมักมากขึ้น ลดการสูญเสียโปรตีน ในรูปของแอมโมเนียในโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) สำหรับน้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 2 พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารหลักมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหมักชีวภาพสูตรอื่นๆ ซึ่งบ่งชี้ว่าปริมาณของธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์โปรตีน กรดนิวคลีอิก และสังเคราะห์แสงของพืชค่อนข้างสูง สอดคล้องกับรายงานของ Department of Agriculture (2014) พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) ที่พบ ในน้ำหมักชีวภาพจากปลาอยู่ระหว่าง 0.03-1.66% ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) อยู่ระหว่าง 0-0.4% และค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium) อยู่ระหว่าง 0.05-3.53% และ Landrot *et al.* (2020) ได้

กล่าวถึงผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการหมัก ส่วนใหญ่พบว่าปริมาณธาตุอาหารหลักน้อยมากไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (โดยทั่วไปพืชต้องการไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 1.5, 0.2 และ 1.0% ตามลำดับ) จึงควรมีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นด้วย เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Panuchanyawong and Wongduangsai (2015) ได้เปรียบเทียบปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีอยู่ในน้ำหมักชีวภาพจากเครื่องในปลานิล น้ำหมักชีวภาพจากสับปะรด และน้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์ และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้ง โดยใช้ น้ำหมักชีวภาพจากเครื่องในปลานิลกับน้ำหมักชีวภาพจากสับปะรด และน้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์ และไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ พบว่าน้ำหมักชีวภาพจากเครื่องในปลานิลและผักบุ้งที่ปลูกโดยใส่น้ำหมักชีวภาพจากเครื่องในปลานิลมีการเจริญเติบโตดีที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยความสูงของต้นผักบุ้งสูงสุด ส่วนปริมาณสารอินทรีย์ (OM) ในน้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 2 ที่มีการเติมกากน้ำตาลปริมาณ 250 มิลลิลิตร และหัวเชื้อ *L. casei* พบว่ามีสารอินทรีย์สูงสุด (20.54%) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่นๆ ที่เติมกากน้ำตาลในปริมาณที่น้อยกว่า (150 มิลลิลิตร) และไม่เติมหัวเชื้อ *L. casei* โดยปริมาณสารอินทรีย์ที่สลายตัวแล้วบางส่วน หรือที่ย่อยสลายตัวสมบูรณ์แล้วจะกลายเป็นฮิวมัส ที่มีประโยชน์มากต่อการเจริญเติบโตของพืช ในฐานะเป็นแหล่งธาตุอาหารของพืชซึ่งปริมาณสารอินทรีย์จะมีความสำคัญมากในการเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชของดินโดยช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของดินทุกด้านทั้งทางกายภาพ เคมีและชีวภาพจึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช มีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่าปริมาณ

คาร์บอนอินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพจะลดลงในขณะที่ทำการหมัก เนื่องจากในระหว่างการหมักจุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานในการย่อยสลายสารอาหารตั้งต้นและได้เป็นสารประกอบอินทรีย์มากขึ้น เช่น กรดอะมิโน ฮอร์โมน และเอนไซม์ (Pascual *et al.*, 2013; Phibunwatthanawong and Riddech, 2019) ดังนั้นการเติมจุลินทรีย์และกากน้ำตาลจะช่วยกระตุ้นกระบวนการย่อยสลายในการหมักน้ำหมักชีวภาพ

2. ผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้

จากการศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ พบว่าอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักกวางตุ้งในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อยู่ในช่วง 32.64-35.54 วัน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวและอัตราการรอดของผักกวางตุ้งฮ่องเต้

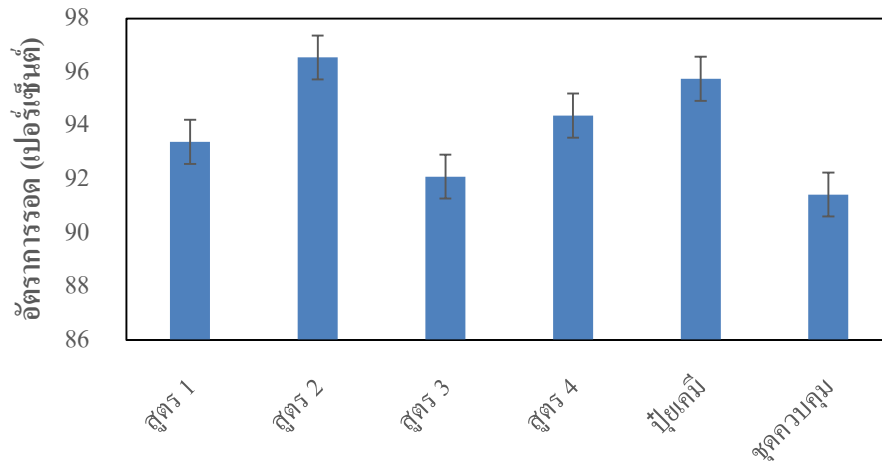
สูตรน้ำหมัก	ระยะเก็บเกี่ยว (วัน) $\pm$ SD	อัตราการรอด (%) $\pm$ SD
สูตร 1	34.51 $\pm$ 3.52	93.40 $\pm$ 0.75
สูตร 2	35.24 $\pm$ 3.25	96.55 $\pm$ 1.04
สูตร 3	34.25 $\pm$ 4.26	92.10 $\pm$ 1.69
สูตร 4	33.42 $\pm$ 4.14	94.38 $\pm$ 0.80
ปุ๋ยเคมี	32.64 $\pm$ 4.52	95.75 $\pm$ 1.54
ชุดควบคุม	35.54 $\pm$ 4.04	91.43 $\pm$ 1.02
F-test	ns	ns
C.V. (%)	12.56	5.52

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

หมายเหตุ ชุดควบคุม คือ การใช้ น้ำเปล่า ในการรด

สำหรับช่วงของการเก็บเกี่ยวที่ปกติของผักกวางตุ้งซึ่งเป็นผักที่มีอายุสั้น อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 30-35 วัน (Moonrat, 2010) ทั้งนี้ในการเก็บเกี่ยวพืชผักสวนครัวควรทำเมื่ออายุแก่พอเหมาะสมอยู่กับชนิดของพืช เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณค่าทางอาหาร รสชาติ สี สัน ความสุกดีที่สุด เมื่อถึงผู้บริโภค

สำหรับผักกวางตุ้งสิ่งที่ใช้พิจารณาช่วงที่เหมาะสมเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต คือ พิจารณาขนาดของใบหรือต้นให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ทุกสิ่งการทดลองมีการรอดตายสูงกว่า 90% และไม่มีความแตกต่างกันสถิติ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 อัตราการรอดของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ

สำหรับผลของการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งในการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ ในการทดลองสำหรับจำนวนใบหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 มีจำนวนใบมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.00 ใบต่อต้น รองลงมา คือ สูตรที่ 3 และ สูตรปุ๋ยเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.00 ใบต่อต้น และชุดควบคุมมีจำนวนใบน้อยที่สุด (8.33 ใบต่อต้น) ความสูงของผักกวางตุ้งหลังการเก็บเกี่ยวพบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งสูตรที่ 2 ให้ความสูงมาก

ที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.34 เซนติเมตรต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี (46-0-0) (37.31 เซนติเมตรต่อต้น) และชุดควบคุมมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 32.95 เซนติเมตรต่อต้น และน้ำหนักสดหลังการเก็บเกี่ยวของผักกวางตุ้ง พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งสูตรที่ 2 มีน้ำหนักสดสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 111.43 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี (46-0-0) (110.69 กรัม) และชุดควบคุมให้น้ำหนักสดน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.88 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนใบ ความสูงของลำต้น น้ำหนักสดของผักกวางตุ้งฮ่องเต้

สูตรน้ำหมัก	จำนวนใบ (ใบต่อต้น) ± SD	ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) ± SD	น้ำหนักสด (กรัม) ± SD
สูตร 1	10.33 ± 1.53 ^b	35.01 ± 0.82 ^c	94.90 ± 1.53 ^c
สูตร 2	12.00 ± 1.00 ^a	37.34 ± 1.11 ^a	111.43 ± 0.89 ^a
สูตร 3	11.00 ± 1.00 ^a	35.11 ± 0.21 ^c	99.36 ± 0.95 ^b
สูตร 4	12.00 ± 1.00 ^a	36.24 ± 1.73 ^b	104.43 ± 3.72 ^b
ปุ๋ยเคมี	11.00 ± 1.00 ^a	37.31 ± 1.06 ^a	115.61 ± 2.99 ^a
ชุดควบคุม	8.33 ± 0.57 ^c	32.95 ± 0.34 ^d	93.88 ± 1.59 ^c
F-test	*	*	*
C.V. (%)	11.75	8.75	25.48

* Means followed by the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at $p < 0.05$

หมายเหตุ ชุดควบคุม คือ การใช้ น้ำเปล่า ในการรด

จากการศึกษาของ Suwankeree (2003) ที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพน้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดกวางตุ้ง พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรน้ำสกัดค่น้ำให้น้ำหนักสดผักกาดกวางตุ้งสูงสุดเท่ากับ 2,152 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ น้ำหมักชีวภาพสูตรหอยเชอรี่ 1,920 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมี (46-0-0) (1,872 กิโลกรัมต่อไร่) การทดลองใช้น้ำหมักชีวภาพกับพืชได้ผลแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำหมักชีวภาพ ความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ ความถี่ที่ให้ และชนิดของพืชทดลอง (Noisopa *et al.*, 2010; Shi *et al.*, 2018; Phibunwatthanawong and Riddech, 2019) จากการศึกษาครั้งนี้ใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งที่มีสูตรแตกต่างกัน (ตารางที่ 1 และ 2) โดยความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งต่อน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 500 และความถี่ในการใช้ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ส่งเสริมให้ผักกาดกวางตุ้งเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเทียบเท่าหรือมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 3 และ 4) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thawarotit *et al.* (2012) ที่พบว่าการใช้ น้ำหมักชีวภาพจากพืชต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 500 ความถี่ 3 วันต่อครั้ง ทำให้ผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งดีที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาของ Moonrat (2010) ที่พบว่าผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ได้รับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพเศษปลาที่ระดับ 1:500 มีจำนวนใบมากที่สุด และมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้สูงสุด

ในขณะที่ Pruksa (2007) พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากปลาและหอยเชอรี่ต่อน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 200 ใช้ความถี่ 7 วันต่อครั้ง จะให้ผลผลิตในนาอินทรีย์ให้ผลดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพประกอบด้วยแร่ธาตุอาหารหลักและรองที่เป็นประโยชน์ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์แต่ละชนิด

เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ จะประกอบด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เมื่อนำไปใช้ในรูปแบบของสารพ่นให้กับพืชลักษณะเดียวกับการให้ปุ๋ยทางใบกับพืช ซึ่งองค์ประกอบของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันต่อความต้องการของพืชแต่ละชนิด ในการนำไปใช้เพื่อการเติบโตของพืชแต่ละชนิด (Noisopa *et al.*, 2010) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Noisopa *et al.* (2010) ที่พบว่าน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองที่ระดับ 1:100 จะให้ผลผลิตของกะน้าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหมักชีวภาพที่ระดับอื่นๆ เมื่อทำการปลูก 35 วัน โดยมีความสูงของใบเฉลี่ย 20.02 เซนติเมตร น้ำหนักสดรวม 32.73 กรัม

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่าน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งสูตรที่ 2 (เศษปลา 3 กิโลกรัม + กากน้ำตาล 250 มิลลิลิตร + น้ำเปล่า 10 ลิตร + เชื้อ *Lactobacillus casei* 25 มิลลิลิตร), สูตรที่ 4 (เศษปลา 3 กิโลกรัม + กากน้ำตาล 125 มิลลิลิตร + น้ำเปล่า 10 ลิตร + เชื้อ *Lactobacillus casei* 25 มิลลิลิตร) และสูตรที่ 6 (ชุดควบคุม) มีแนวโน้มส่งเสริมการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งได้ดีไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี ทั้งนี้เนื่องจากสูตรดังกล่าวมีเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus casei* เป็นส่วนประกอบ (ตารางที่ 1) ซึ่งเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวมีคุณสมบัติในการย่อยสลายธาตุฟอสฟอรัสได้เป็นอย่างดี และเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวสามารถควบคุมเชื้อราโรคพืชในดินได้อีกด้วย (Dauda *et al.*, 2008; Shi *et al.*, 2018) นอกจากนี้ น้ำหมักชีวภาพเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารของพืชต่างๆ ที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที รวมทั้งกรดอะมิโนและกรดอินทรีย์ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นโปรตีนและน้ำตาลให้พืชนำไปใช้โดยไม่ต้องสูญเสียพลังงานในการสร้างอาหาร พืชจึงนำพลังงานที่เหลือไปใช้ในการเจริญเติบโตด้านอื่นๆ ส่วนเมื่อดินจะถูกสารในน้ำหมักชีวภาพดึงมาหุ้มรอบตัวจึงเปลี่ยนเมื่อดินที่แข็งและอัดตัวกันแน่นเป็น

เมื่อดินใหญ่ขึ้น ทำให้ดินร่วนซุย สามารถระบายน้ำได้ และถ่ายเทอากาศได้ดี (Landrot *et al.*, 2020) มีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่าการเติมจุลินทรีย์และกากน้ำตาลในน้ำหมักชีวภาพจะช่วยกระตุ้นกระบวนการย่อยสลายในการหมัก โดยในระหว่างการหมักจุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานในการย่อยสลายสารอาหารตั้งต้นและได้เป็นสารประกอบอินทรีย์ เช่น กรดอะมิโน ฮอร์โมน และเอนไซม์ ซึ่งปริมาณคาร์บอนอินทรีย์จะลดลงเมื่อกระบวนการหมักเสร็จสมบูรณ์ (Pascual *et al.*, 2013; Phibunwatthanawong and Riddech, 2019) จากการทดลองครั้งนี้พบว่าการใช้ น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งสูตรที่ 2 ส่งผลให้ผักกวางตุ้งเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุด และไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 3 และ 4) แสดงให้เห็นว่าการใช้เศษปลาเหลือทิ้งเป็นวัสดุในการหมักซึ่งเหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งพลังงานช่วยให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี (Ghaly *et al.*, 2013; Shi *et al.*, 2018) ดังนั้นการนำเศษปลาเหลือทิ้งซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำหมักชีวภาพเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ลดการใช้สารเคมี และช่วยรักษาสภาพแวดล้อมได้ (Shi *et al.*, 2018)

สรุป

น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งสูตรที่ 2 (เศษปลา 3 กิโลกรัม + กากน้ำตาล 250 มิลลิลิตร + น้ำเปล่า 10 ลิตร + เชื้อ *Lactobacillus casei*, 25 มิลลิลิตร) สามารถผลิตได้ง่าย และใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 500 รดผัก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่า จำนวนใบ ความสูงของต้น และน้ำหนักสดมากที่สุด (12 ใบต่อต้น, 37.34 เซนติเมตร และ 111.43 กรัม ตามลำดับ) ซึ่งน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 สูตร มีผลต่อจำนวนใบ ความสูงของต้น และน้ำหนักสด ของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งได้ โดยในการผลิตจะมีต้นทุนในส่วนของกากน้ำตาลโดยใช้ในปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับผลประโยชน์ที่จะได้รับทั้งด้านการเจริญเติบโตของพืช ผลกระทบต่อสุขภาพที่เกษตรกรจะได้รับหากใช้สารทางเคมี จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices: GAP) ได้อาหารที่ปลอดภัยในการบริโภค ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบการพัฒนาเกษตรที่ยั่งยืน รวมทั้งเป็นเป็นประโยชน์แก่อนุหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมทางการเกษตรแก่เกษตรกรต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ที่ให้การสนับสนุนทุนในการวิจัย ทั้งอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Aroonrungsikul, C., Rattanakreetakul, C. and Korpraditskul, R. 2007. Water quality Bio-fermentation and composition, pp. 481-488. *In The academic conference of Kasetsart University The 42nd (Division of Agricultural Extension and Communication Arts Branch).* Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Bray, R.H. and Kurtz, L.T. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science* 59: 39-45.

- Dauda, S.N., Ajayi, F.A. and Ndor, E. 2008. Growth and yield of water melon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry manure application. **Journal of agriculture and social science** 4: 121-124.
- Department of Agriculture. 2014. **Biological extract**. Available Source: <http://www.organicthailand.com/article-th-5430>, April 15, 2020. (in Thai)
- Ghaly, A.E., Ramakrishnan, V.V., Brooks, M.S., Budge, S.M and 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.
- Harbaum, B., Hubermann, E.M., Wolff, C., Herges, R., Zhu, Z. and Schwarz, K. 2007. Identification of Flavonoids and Hydroxycinnamic Acids in Pak Choi Varieties (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *communis*) by HPLC-ESI-MSⁿ and NMR and Their Quantification by HPLC-DAD. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 55: 8251-8260.
- Kamla, N., Limpinuntana, V., Ruaysoongnern, S. and Bell, R.W. 2007. Role of microorganisms, soluble N and C compounds in fermented bio-extract on microbial biomass C, N and cowpea growth. **Khon Kaen Agricultural Journal** 35(4): 477-486. (in Thai)
- Khanarat, A. and 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. (in Thai)
- Khaliq, A., Abbasi, M.K. and Hussain, T. 2006. Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. **Bioresource Technology** 97: 967-972.
- Land Development Department. 2020. **Use of biotechnology products, department of land development for promotion using organic materials to reduce the use of chemicals. Ministry of Agriculture and Cooperatives**. Available Source: https://www.ddd.go.th/e-Book/Book_1.html.pdf, August 31, 2020. (in Thai)
- Landrot, S., Armartmontree, C., Khongkaew, C. and Jutamane, 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. (in Thai)
- McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. 1991. **The Biochemistry of Silage**. 2nd Ed. Chalcombe Publications, Marlow, England.
- Memon, S.A., Hou, X., Wang, L. and Li, Y. 2009. Promotive effect of 5-aminolevulinic acid on chlorophyll, antioxidative enzymes and photosynthesis of Pakchoi (*Brassica campestris* ssp. *chinensis* var. *communis* Tsen et Lee). **Acta Physiol Plant** 31: 51-57.
- Metropolitan Waterworks Authority. 2018. **electricity conductivity**. Available Source: https://www.mwa.co.th/ewt_news.php?nid=13321, April 20, 2020.

- 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. (in Thai)
- Nilwong, W. 2013. **Research Report on The quality of earthworm fertilizer and agricultural utilization.** Office of Research and Promotion Academic agriculture, Maejo University. (in Thai)
- Noisopa, C., Prapagdee, B., Navanugraha, C. and Hutacharoen, R. 2010. Effects of bio-extracts on the growth of chinese kale. **Kasetsart Journal (Natural Science)** 44: 808-815. (in Thai)
- Panuchanyawong, K. and Wongduangsai, N. 2015. **Research Report on Biofertilizer from Nile Tilapia: Effect of Global Warming Environmental Ecology and Health.** Thai Environmental Institute. (in Thai)
- Pascual, P.R.L., Jarwar, A.D. and Nitural, P.S. 2013. Fertilizer, fermented activators, and EM utilization in pechay (*Brassica Pekinensis* L.) production. **Pakistan journal of agriculture, agricultural engineering and veterinary sciences** 29(1): 56-69.
- Phibunwatthanawong, T. and Riddech, N. 2019. Liquid organic fertilizer production for growing vegetables under hydroponic condition. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture** 8: 369-380.
- Pruksa, P. 2007. **Liquid fertilizer and bio-extracted water.** Neon Book Media, Bangkok. (in Thai)
- Sarakham, T., Anoree, S., Sriparang, P. and Nabhadalung, N. 2017. Utilization of fermented bioextract to accelerate growth of cassava cutting. **International Journal of Agricultural Technology** 13(7.3): 2409-2414.
- Shi, S., Li, J., Guan, W. and Blersch, D. 2018. Nutrient value of fish manure waste on lactic acid fermentation by *Lactobacillus pentosus*. **The Royal Society of Chemistry** 8: 31267-31274.
- Suwankeree, S., Pongmanee, J., Potajarean, J. and Rodkaw, S. 2003. **Research Report on Effect of bio extraction water on the production of Cantonese Turnip.** Research Center for Agricultural Productivity, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. (in Thai)
- Thawarorit, W., Phangsuban, S., Thongchai, A. and Rakkhaphan, L. 2012. Microbial types from bio-fermented water and the frequency of using bio-fermented water with Cantonese vegetables. **Science and Technology** 16(1): 90-98.