รายงานการวิจัย

การใช้ *Lactobacillus casei* เพื่อเร่งกระบวนการหมักปุ๋ยน้ำหมักจากเศษปลาทะเลเหลือทิ้ง และประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวพื้นเมือง

The use of *Lactobacillus casei* to accelerate the composting process from leftover marine fish waste and the efficiency of bio-extract on the growth of rice

ฌานิกา แซ่แง่ ชูกลิ่น Chanika Saenge Chooklin
เอนก สาวะอินทร์ Anake Sawain
วรรณวิภา ไชยชาญ Wanvipa Chaichan
เตือนใจ ปิยัง Teanjai Piyang

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2563

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การใช้ *Lactobacillus casei* เพื่อเร่งกระบวนการหมักปุ๋ยน้ำหมักจากเศษปลาทะเลเหลือทิ้ง และประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวพื้นเมือง ครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยราชมงคลศรีวิชัยในปีงบประมาณ 2563

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรังที่ให้การสนับสนุนทุนสนับสนุนในการวิจัย อุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่ในการดำเนินการวิจัย ให้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัว ที่คอยให้คำแนะนำ และให้กำลังใจในการทำโครงการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้คำแนะนำ และให้กำลังใจตลอดการทำงานวิจัยครั้งนี้ด้วย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่านที่ร่วมมือกันในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จตามเป้าหมาย

ฌานิกา แซ่แง่ ชูกลิ่น

มิถุนายน 2564

การใช้ *Lactobacillus casei* เพื่อเร่งกระบวนการหมักปุ๋ยน้ำหมักจากเศษปลาทะเลเหลือทิ้ง และประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวพื้นเมือง

ฌานิกา แซ่แง่ ชูกลิ่น[1] อเนก สาวะอินทร์[1] วรรณวิภา ไชยชาญ[1] เตือนใจ ปิยัง[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งด้วยเชื้อ *Lactobacillus casei* ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นข้าวพื้นเมือง ด้วยอัตราส่วนที่ทำการศึกษาดังนี้ (1) น้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 1 (เศษปลา 3 กิโลกรัม + กากน้ำตาล 250 มิลลิลิตร + น้ำเปล่า 10 ลิตร + สารเร่งซุปเปอร์ 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 + สารเร่งซุปเปอร์ 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 ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนต้นต่อกอ ความสูง และน้ำหนักสด ตามลำดับ (12 รวงต่อกอ, 25.55 เซนติเมตร 14 เซนติเมตร 142.25 เซนติเมตร และ 85.25 กรัม ตามลำดับ) เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยสถิติ ANOVA พบว่าน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 สูตร มีผลต่อจำนวนใบ ความสูงของต้น และน้ำหนักสด ของต้นข้าวพื้นเมืองที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่าน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งทั้ง 4 สูตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เหมาะสำหรับการนำไปใช้กับต้นข้าวพื้นเมือง เพื่อเป็นการลดการใช้สารเคมีและลดต้นทุนในการผลิต

คำสำคัญ: ปุ๋ยน้ำหมัก เศษปลาเหลือทิ้ง ข้าวพื้นเมือง

---

[1] อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

The Potential of Biosurfactant from Pomelo peel fermentation for inhibit bacteria

Chanika Saenge Chooklin[1] Anake Sawain[1] Wanvipa Chaichan[1] Teanjai Piyang[1]

Abstract

The objective of this research was to study the efficiency of biofertilizer from fish waste with inoculum. *Lactobacillus casei* on growth and yield of rice plants. The ratios were as follows: (1) Formula 1 (3 kg of fish waste + 250 ml of molasses + 10 liters of water + 25 grams of super-PD. 2). (2) Formula 2 (3 kg of fish waste + 250 ml of molasses + 10 liters of water + 25 ml of *Lactobacillus casei*) (3) formula 3 (3 kg of fish waste + 125 ml of molasses + 10 liters of water + super PD2 25 g) (4) formula 4 (3 kg fish waste + 125 ml molasses + 10 liters of water + 25 ml *Lactobacillus casei*) (5) 46-0-0 and (6) chemical fertilizer. The control set showed that the biofertilizer from fish waste residue formula 2 gave the average number of heads per clump, head length, number of stems per clump, height and fresh weight, respectively (12 spikes per clump, 25.55 cm., 14 cm., 142.25 cm. and 85.25). g, respectively). When testing the difference of mean by ANOVA statistic, it was found that all 4 biological fermentation solutions had an effect on the number of leaves. Plant height and fresh weight of native rice plants were significantly different at 95 percent confidence level (p 25 g, respectively). From the results of chemical analysis It was found that the bio-fermentation from all 4 formulas of fish waste had pH values. Conductivity and macronutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium passed the benchmark Suitable for use with native rice plants. In order to reduce the use of chemicals and reduce production costs.

Key words: Bio-Fertilizer, fish waste local rice

---

[1] Department of Marine Science and Environment, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya,Trang.

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ก
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		จ
สารบัญภาพ		ฉ
บทที่		
1	บทนำ	1
	บทนำต้นเรื่อง	1
	ตรวจเอกสาร	1
	วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	8
	ขอบเขตโครงการวิจัย	8
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
2	วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการวิเคราะห์และวิธีการทดลอง	9
	วัสดุและอุปกรณ์	9
	วิธีการวิเคราะห์	9
	วิธีการทดลอง	9
3	ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	11
	- คุณสมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง	11
	- ผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งต่อจำนวนรวงต่อกอและความยาวรวงของต้นข้าวพื้นเมือง	13
	- ผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งต่อจำนวนต้นต่อกอ ความสูง และน้ำหนักสดของต้นข้าวพื้นเมือง	15
	กิตติกรรมประกาศ	19
4	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	20
5	เอกสารอ้างอิง	21

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สูตรน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งเปรียบเทียบวิธีการในการเก็บเกี่ยวสารลดแรงตึง	9
2	คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของน้ำหมักชีวภาพ	11
3	จำนวนรวงต่อกอและความยาวรวงของต้นข้าวพื้นเมือง	13
4	จำนวนต้นต่อกอ ความสูง น้ำหนักสดของต้นข้าวพื้นเมือง	15

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	6
2	จำนวนรวงต่อกอของต้นข้าวพันธุ์พื้นเมือง	14
3	ความยาวรวงของต้นข้าวพันธุ์พื้นเมือง	15
4	จำนวนต้นต่อกอของต้นข้าวพันธุ์พื้นเมือง	16
5	ความสูงของต้นข้าวพันธุ์พื้นเมือง	17
6	น้ำหนักสดของต้นข้าวพันธุ์พื้นเมือง	17

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 1
บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ประเทศไทยเปนประเทศเกษตรกรรมประชากรสวนใหญมีอาชีพการเกษตรรายไดสวนหนึ่งของประเทศมาจากการสงออกสินคาเกษตรเนื่องจากประเทศไทยสามารถปลูกพืชได ตลอดทั้งปโดยเฉพาะแหลงที่มีการชลประทานเกษตรกรสวนใหญจะใชปุยและสารเคมีปองกัน กำจัดศัตรูพืช โรค-ศัตรูพืช อยางรุนแรงเพื่อปองกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นโดยเฉพาะพืช เศรษฐกิจที่ทำรายไดสูง ทำใหการนำเขาสารเคมีปองกันกำจัดศัตรูพืชและปุยเคมีมีแนวโนมเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ซึ่งการใชปุยเคมีเพียงอยางเดียวจะทำใหดินขาดความอุดมสมบูรณทั้งในดานกายภาพ และชีวภาพ อีกทั้งเปนการทำลายดินใหเสื่อมโทรมยิ่งขึ้นกอใหเกิดมลพิษในดินและน้ำอยางมากมาย ตลอดจนเปนอันตรายตอสภาพแวดลอม ชีวิตของคน และสัตวอยางตอเนื่องอีกดวย เกษตรกรจำนวนมากที่คำนึงถึงความปลอดภัยของสภาพแวดลอมและสุขภาพจึงหัน กลับมาทำการเกษตรแบบเกษตรธรรมชาติซึ่งใชปุยอินทรีย เชน ปุยพืชสด ปุยคอก ปุยหมัก ปุยชีวภาพ และน้ำสกัดชีวภาพ โดยปุ๋ยน้ำหมักเปนอีกทางเลือกหนึ่ง ที่เกษตรกรสามารถนำมาใช ในเพาะปลูก เพื่อชวยเพิ่มคุณภาพผลผลิตของพืช และยังเปนการนำวัสดุที่เหลือใชตางๆที่มีอยูใน พื้นที่มาทำใหเกิดประโยชน อีกทั้งยังชวยลดตนทุนการผลิตใหต่ำลงดวย ปจจุบันเกษตรกรไดมีการทำน้ำหมักชีวภาพ หรือน้ำสกัดชีวภาพ หรือปุยอินทรียน้ำเพิ่มขึ้น โดยนำวัสดุเหลือใชจาก การเกษตรและครัวเรือนมาทำการผลิต โดยสามารถผลิตไดในระยะเวลาสั้นๆ กอใหเกิดประโยชน ไดทันทีใหผลในการผลิตพืชเปนที่นาพอใจระดับหนึ่ง ซึ่งปุ๋ยน้ำหมักนั้นเปนสารละลายเขมขนที่ ไดจากการหมักเศษพืชหรือสัตวที่ถูกยอยสลายดวยจุลินทรีย โดยใชกากน้ำตาลเปนแหลงพลังงานของจุลินทรียเปนสวนใหญ่ (วีณารัตน์, 2553) ซึ่งในกระบวนการหมัก ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลพื้นฐานวัสดุเหลือทิ้งจาก ตำบลหาดมดตะนอย อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง พบว่าส่วนใหญ่ชาวบ้านประกอบอาชีพชาวประมงและพบว่าจากการออกเรือหาปลาในแต่ละวันจะมีเศษปลาเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงสนใจที่ที่จะนำเศษปลาเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดสู่ชุมชน โดยการนำมาวิจัยเป็นปุ๋ยน้ำหมักจากเศษปลาเหลือทิ้ง ร่วมกับจุลินทรีย์ที่สามารถเร่งกระบวนการหมัก โดยพบว่ามีกลุ่มจุลินทรีย์หลายสายพันธ์ที่มีความสามารถเจริญเพิ่มจำนวนเซลล์ และทำการย่อยสลายวัสดุหมักได้ดีได้แก่กลุ่มของ ยีสต์ ในสกุล *Candida* sp. กลุ่มแบคทีเรีย ในสกุล *Lactobacillus* sp. และกลุ่มราในสกุล *Aspergillus niger* ซ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจใช้ *Lactobacillus* casei มาใช้เป็นจุลินทรีย์ในการเร่งกระบวนการหมักเพราะเป็นแบคทีเรียในกลุ่มผลิตกรดแลคติกซึ่งมีความสามารถเร่งกระบวนการหมักให้เร็วขึ้น และเจริญเติบโตได้ดีและรวดเร็ว (ไชยวัฒน์, 2553)

ตรวจเอกสาร

1. ปุ๋ยน้ำหมัก

ปุ๋ยน้ำหมักหรือน้ำหมักชีวภาพเกิดจากการนำเอาเศษวัสดุอินทรีย เชน พืช สัตว ที่มีลักษณะสดหรืออวบน้ำ เศษวัสดุเหลือใชทางการเกษตร และวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหรรมการเกษตร ไปหมัก

กับน้ำตาลหรือกากน้ำตาลเขมขน ซึ่งเปนตัวการทำใหน้ำและสารประกอบอินทรียที่อยูในเซลลพืช (cell sap) หรือเซลลสัตวแตกออกมาจากเซลลดวยแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ซึ่งจุลินทรียธรรมชาติที่ติดมากับวัสดุที่นำมาหมักจะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนโดยใชน้ำตาลเปนแหลงพลังงาน จุลินทรียเหล่านี้จะยอยสลายอินทรียวัตถุใหมีโมเลกุลเล็กลง อยูในรูปสารประกอบฮิวมิก กรดอะมิโน ธาตุอาหารในรูปที่พืชสามารถนำไปใชประโยชนได นอกจากนี้ในน้ำหมักยังมีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหรือฮอรโมน สารควบคุมแมลงและสารปองกันกำจัดโรค ซึ่งคุณภาพและปริมาณของสารเหลานี้จะมากหรือนอยขึ้นอยูกับวัสดุที่นำมาใชหมักเปนหลัก (อานัฐตันโช, 2549) น้ำหมักชีวภาพเปนผลิตภัณฑที่รูจักในประเทศไทยครั้งแรกเมื่อประมาณ พ.ศ.2540 และมีการใชกันอยางแพรหลาย ซึ่งเปนผลสืบเนื่องมาจากสภาวะทางเศรษฐกิจ (สมพร แซลี้, 2547) ทำใหเกษตรกรหันมาใชผลิตภัณฑที่สามารถผลิตไดเอง น้ำหมักชีวภาพจึงไดรับความนิยมและเปนที่ยอมรับอยางกวางขวาง ทั้งนี้เนื่องจากสามารถนำน้ำหมักชีวภาพไปใชประโยชนไดหลายดาน ทั้งการใชเปนปุยพืชโดยตรง ใชเพื่อการปรับปรุงดิน แตเนื่องจากน้ำหมักชีวภาพมีปริมาณธาตุอาหารที่เปนประโยชนคอนขางนอย เมื่อเทียบกับปริมาณธาตุอาหารในปุยเคมี จุดประสงคหลักของการใชน้ำหมักชีวภาพจึงเนนหนักที่การใชประโยชนจากจุลินทรียที่มีอยูในน้ำหมักชีวภาพเปนสำคัญ อานัฐ ตันโช (2459) กลาววา ปจจัยการผลิตน้ำหมักชีวภาพ นอกจากเศษพืชและซากสัตวที่เปนวัตถุดิบในการผลิตแลวการหมักน้ำหมักชีวภาพยังตองอาศัยจุลินทรียใชในกระบวนการยอยสลายวัตถุดิบดังกลาวดวย ซึ่งการทำงานของจุลินทรียจำเปนตองใหอาหารแกจุลินทรียในกระบวนการยอยสลาย จุลินทรียตองการอาหารที่เปนสารอินทรียที่มีขนาดเล็กที่สุดที่สามารถนำไปใชไดเลย เชน กลูโคส หรือฟรุคโตส ซึ่งในสภาพธรรมชาติจุลินทรียดังกลาวจะไดรับสารอินทรียจากการที่ปลดปลอยมาจากรากพืช เชน รากตนไผ หรือรากพืชปลูก ดังนั้นในการนำเศษพืช หรือซากสัตวมาหมัก จำเปนตองเพิ่มธาตุอาหารใหแกจุลินทรียดวย เชน กากน้ำตาลน้ำตาลทรายแดง น้ำตาลกรวด หรืออะไรก็ไดที่ใหพลังงานแกจุลินทรีย เชน ในรูปของกลูโคส หรือฟลุคโตส หรือน้ำตาลชนิดอื่นๆ ซึ่งในระบบเกษตรธรรมชาติแนะนำใหใชน้ำตาลทรายแดงเนื่องจากน้ำตาลทรายแดงเปนน้ำตาลที่ยังไมผานการฟอกสีทำใหไมเปนอันตรายตอจุลินทรีย แตกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพขนาดใหญระดับอุตสาหกรรมจะใชกากน้ำตาลแทน เนื่องจากราคาถูกกวา มีสารอาหารที่จุลินทรียตองการครบถวน สามารถใชแทนน้ำตาลทรายแดงไดสุริยา สาสนรักกิจ (2547) ไดแบงประเภทของน้ำหมักชีวภาพตามประเภทของวัตถุดิบที่นำมาใชในการผลิตแบงไดเปน 2 ประเภท คือ

1.1 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว ไดจากการหมักชิ้นสวนของสัตว หรือเศษเหลือจาก สัตว ซึ่งหาไดงายในพื้นที่ เชน เศษปลาจากโรงงาน หอยเชอรี่ น้ำลางปลา เปนตน

1.2 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช ไดจากการใชเศษชิ้นสวนของพืช ผัก ผลไม หรือพืชเศรษฐกิจอื่นๆ เชน เศษผัก ผลไมที่เสีย เศษชิ้นสวนพืชที่เหลือทิ้งอยูในแปลงเกษตร เปนตน นอกจากนี้ ยังมีการประยุกตเอาสมุนไพร ปุยคอก และสารธรรมชาติตางๆ มาผสมในน้ำหมักชีวภาพเพื่อเพิ่มสมบัติอื่นๆ นอกเหนือจากชวยการเจริญเติบโตของพืช เชน การใสตะไคร และสะเดา ลงในถังหมัก จะไดน้ำหมักอินทรียที่สามารถกำจัดแมลงศัตรูพืชได (ทัศนี เรืองหิรัญและพนารัตน เสรีทวีกุล, 2544) และยังมีการนำเศษอาหารจากครัวเรือนมาหมักเปนน้ำหมักชีวภาพเพื่อใชเองในบาน เปนการชวยลดปริมาณขยะอินทรียไดอีกทางหนึ่ง (กลุมอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช, 2545)

2. ประโยชนของน้ำหมักจากปลา

2.1 น้ำหมักจากปลา ประกอบดวย โปรตีน (กรดอะมิโน) คารโบไฮเดรต ไขมัน และเกลือแร ชนิดตางๆ ซึ่งเปนแหลงสารอาหารที่สำคัญตอจุลินทรีย ดังนั้นในการใสน้ำหมักจากปลาลงดินจะสงเส ริมใหจุลินทรียมีการเจริญเติบโตและเกิดกิจกรรมในดินเพิ่มขึ้น สงผลใหเกิดการยอยสลายเศษซากพืช ซากสัตวไดเร็วยิ่งขึ้น และยังมีการปลดปลอยธาตุอาหารที่มีประโยชนแกพืชมากยิ่งขึ้นดวย

2.2 น้ำหมักจากปลามีปริมาณธาตุอาหารที่จำเปนตอพืชหลายชนิด เชน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน สังกะสี ทองแดง ซึ่งกลาวโดยรวมจะมีธาตุ อาหารพืชครบเกือบทุกธาตุ ดังนั้นในกรณีที่นำน้ำหมักจากปลาใสใหกับตนพืชจะทำใหตนพืชไดรับธาตุ อาหารที่หลากหลาย แตอาจไดรับในปริมาณที่มีความเขมต่ำกวาการไดรับจากปุยเคมีดังนั้น ในกรณีที่ พืชตองการธาตุอาหารบางธาตุในปริมาณมากเปนกรณีพิเศษ อาจจำเปนตองเสริมดวยปุยเคมี สามารถเสริมในบางระยะของการเจริญเติบโต ก็จะทำใหพืชสามารถเจริญเติบโตไดอยางสมบูรณ

2.3 น้ำหมักจากปลาเปนผลิตภัณฑที่นำของเหลือใชจากครัวเรือนจากชุมชนและจาก อุตสาหกรรมมาผลิตเปนปุย จึงสามารถชวยลดปริมาณของเสียไมใหมีผลกระทบตอสิ่งแวดลอม และสงผลใหเกษตรกรลดตนทุนการผลิต ทดแทนการนำเขาปุยปลาจากตางประเทศ และชวยใหมีการ พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเปนของตัวเอง (อานัฐ, 2549)

3. สมบัติของน้ำหมักชีวภาพ

3.1 คากรดเบส (pH) น้ำหมักชีวภาพสวนใหญจะมีสภาพเปนกรด จะอยูในชวง 3.5-5.6 (กรม วิชาการเกษตร, 2545)

3.2 คาการนำไฟฟา (electrical conductivity: EC) เปนตัวบงบอกถึงระดับความเค็มของ น้ำหมักชีวภาพ

3.3 ปริมาณธาตุอาหาร ในน้ำหมักอินทรียประกอบดวยสารอินทรียตางๆ ทั้งรูปอิสระและ องคประกอบที่มีลักษณะเปนประจุไฟฟาอยูในของเหลว (ionic plasma) จึงสามารถดึงธาตุอาหารพืช ที่มีประจุบวกได ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักอินทรียมีปริมาณนอยมาก แตมีเกือบทุกธาตุ (มงคล ตะอุน, 2548) ซึ่งจะแตกตางกันไปตามชนิดวัสดุใชหมัก สูตรการหมัก รวมทั้งระยะเวลาการ หมัก โดยทั่วไปน้ำหมักอินทรียจากสัตวจะมีปริมาณธาตุอาหารสูงกวาน้ำหมักชีวภาพจากพืช

3.4 เอ็นไซม จุลินทรียที่มีอยูในระบบจะผลิตน้ำยอยหรือเอ็นไซมเพื่อแปรสภาพสารอินทรีย นอกจากนี้ในกระบวนการหมัก เอ็นไซมที่มีอยูในพืชไดแก ไพรูเวทดีไฮโดรจีเนสฟอสฟอทรานสอะซิติล เลส และอะซิเทตไคเนส จะทำหนาที่เปลี่ยนกลูโคสใหเปนไพรูเวทจนในที่สุดไดกรดอะซิติกที่สามารถ รวมตัวกับธาตุอาหารรองที่พืชและจุลินทรียสามารถใชประโยชนตอไป(กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

3.5 ฮอรโมนพืช น้ำสกัดชีวภาพแตละชนิดพบวามีปริมาณและชนิดของฮอรโมนพืชที่ตางกัน ขึ้นอยูวัสดุที่ใชหมัก สูตรการหมัก รวมทั้งระยะเวลาการหมัก โดยฮอรโมนพืชที่สำคัญคือ ออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน

3.6 จุลินทรียในกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพ จุลินทรียที่มีในน้ำหมักชีวภาพมีหลาย ประเภทแตจุลินทรียที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพไดแก แบคทีเรีย เชื้อรา โดย มีบทบาทสำคัญในการยอยสลายอินทรียวัตถุ และเกิดปฏิกิริยาทางชีวภาพเคมีตางๆ ในการผลิตน้ำ หมักชีวภาพ ดังนี้

3.7 แบคทีเรีย แบคทีเรียที่พบในน้ำหมักชีวภาพหลายสายพันธุมีบทบาทในการยอยสลายวัสดุที่ใชในการผลิต วัสดุที่ใชในการผลิตน้ำหมักชีวภาพเปนวัสดุอินทรียมาจากสิ่งที่มีชีวิตทั้งจากพืชและสัตว แบคทีเรียยอยสลายอินทรียวัตถุทำใหสารประกอบโมเลกุลที่มีขนาดใหญๆ มีขนาดเล็กลงและปลดปลอยธาตุอาหารออกมาในรูปที่พืชสามารถนำไปใชประโยชนได แบคทีเรียที่พบและมีบทบาทมากในน้ำหมักชีวภาพมีดังนี้

3.7.1 แบคทีเรียในสกุลบาซิลัส (*Bacillus* sp.) บทบาทของจุลินทรียสกุลนี้ในกระบวนการหมักคือ จัดเปนพวก ammonifiers เกี่ยวของกับการแปรสภาพอินทรียไนโตรเจนใหเปนอนินทรียไนโตรเจน ผลิตภัณฑที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกลาวสวนใหญจะไดแอมโมเนียและแบคทีเรียในสกุลบาซิลัส สามารถผลิตเอนไซมโพรทีเอส (protease) ทำหนาที่ยอยโปรตีนใหมีขนาดโมเลกุลเล็กลง โดยมีน้ำเปนตัวเรงปฏิกิริยาทางชีวเคมี (hydrolysis) แปรสภาพโปรตีนใหเปนโพลีเปบไทด (polypeptides) และแปรสภาพโอลิโก เปบไทด (oligopeptides) ใหเปนกรดอะมิโน (amino acids) เอนไซมนี้ถายอยโปรตีนในสภาพที่มอากาศเพียงพอ (aerobic proteolysis) จะได คารบอนไดออกไซด แอมโมเนีย ซัลเฟต และน้ำ แตถายอยในสภาพที่อับอากาศจะไดแอมโมเนีย อะมีน คารบอนไดออกไซด กรดอินทรีย indole skatole mercaptans และไฮโดรเจนซัลไฟล สารตางๆ เหลานี้กอใหเกิดเหม็นเนา นอกจากนี้แบคทีเรียสกุล Bacillus ยังสามารถสังเคราะหฮอรโมนพืชกลุมออกซิน และไซโตไคนินได

3.7.2 กลุมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียกลุมนี้เปนแบคทีเรียไมสรางสปอรรูปรางเปนแทงอยูใน family Lactobacillaceae จะไมมีการสรางสปอร (endospore) รูปรางของเซลลมีลักษณะเปนทอน แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกจะมีสวนเกี่ยวของอยางมากในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ ที่กระบวนการผลิตมีน้ำตาลมาเกี่ยวของ แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกอาศัยอยูในธรรมชาติมากมายหลายแหลงโดยเฉพาะอยางยิ่งในที่ที่มีน้ำตาลชนิดตางๆ แบคทีเรียกลุมนี้สามารถสรางกรดแลคติก กรดฟอรมิก เอทานอล และคารบอนไดออกไซด ปฏิกิริยาโดยสรุปของการสรางกรดแลคติกจากน้ำตาลโดยกลุมแบคทเรีย lactic acid bacteria

3.7.3 กลุมแบคทีเรียผลิตกรดอะซิติก (acetic acid bacteria) ลักษณะทางพื้นฐานวิทยาของแบคทีเรียกลุมนี้เปนแบคทีเรียรูปแทง (rod) และกลม (cocci) แกรมลบ อยูใน family Pseudomonadaceae รูปราง เปนทอนแตมีหลายลักษณะ เชน รูปรีหรือไมกระบองโคงมี flagella เคลื่อนที่ไดเปนพวกที่ตองการออกซิเจน (aerobic bacteria) ทนทานตอสภาพความเปนกรดไดดีในสภาพที่มีคา pH ของสารละลายต่ำกวา 5.0 และเจริญอยูไดในที่ที่มีคา pH ระหวาง 3.0-3.5 ไดแก แบคทีเรียในสกุล Acetobacter sp. บทบาทสำคัญของแบคทีเรียชนิดนี้จะทำหนาที่ แปรสภาพหรือเปลี่ยนแอลกอฮอล (ethanol) ใหเปนกรดอะซิติก (acetic acid)

3.8 เชื้อรา ราที่มีบทบาทในกระบวนการหมักในน้ำหมักชีวภาพสวนใหญจะเปน ยีสตและราที่มีรูปราง เปนเสนใย

3.8.1 ยีสต เปนราเซลลเดี่ยว มักมีรูปรางกลมหรือรีสามารถสืบพันธุไดโดยการแตกหนอ ซึ่งเปนแบบไมอาศัยเพศ อยูใน family Saccharomycetaceae เมื่ออายุยังนอยจะมีรูปร่างคอนขางกลม แตเมื่อมีอายุมากจะมีรูปรางยาวรีจะทำใหเกิดกระบวนการหมักโดยเปลี่ยน

น้ำตาลให้เปนเอททิลแอลกอฮอลและคารบอนไดออกไซด ยีสตที่มีความเกี่ยวของในกระบวนการหมักจะมีการสราง ascospores แบบอาศัยเพศอยูใน asci ไดแก ยีสตสกุล Saccharomyces sp. และ Candida sp. เนื่องจากยีสตมีคุณสมบัติในการหมักน้ำตาลไดดี ดังนั้นในกระบวนการหมักผักและผลไมหรือปลาสดรวมกับกากน้ำตาล ยีสตจะทำหนาที่เปลี่ยนน้ำตาลใหเปนแอลกอฮอลและกาซคารบอนไดออกไซด หลังจากหมักอินทรียวัตถุดวยน้ำตาล (1-2 วัน จะไดกลิ่นแอลกอฮอล) ยีสตในธรรมชาติจะเจริญเพิ่มจำนวนเซลลเนื่องจากไดแหลงอาหารจากน้ำตาลโดยจะปรากฏอยูที่บริเวณผิวหนาของวัสดุหมักเปนฟองที่ลอยเปนฝาอยูที่ผิวของน้ำหมักอาจจะเรียกวา top yeast เมื่อการหมักลดลงจะตกตะกอนลงนอกจากนี้จะมีผลิตภัณฑชนิดอื่นออกมาในปริมาณเล็กนอย ไดแก glyceral, acetic acid, organic acid, amino acid, purines, pyrimidines และ alcohol นอกจากนี้ยีสตจะผลิตวิตามินและฮอรโมนในระหวางกระบวนการหมักดวย ในกระบวนการหมักนั้นจะมีคาความเปนกรดดางต่ำมาก แตยีสตสามารถเจริญเติบโตไดดีในสภาพที่เปนกรดสูงระหวาง 4.0-6.5 และดำรงชีพอยูไดในสภาพที่มีคาความเปนกรดดางของน้ำหมักระหวาง 1.5-3.5 นอกจากนี้ยังมีจุลินทรียกลุมอื่นรวมทำปฏิกิริยาอยูดวยซึ่งผลิตภัณฑที่ไดเปนกรดอินทรียเกิดขึ้นมาก ทำใหคาความเปนกรดดางของน้ำหมักมีความเปนกรดสูง สภาวะที่คาความเปนกรดดางของน้ำหมักมีคาต่ำนั้น มีผลดีตอการควบคุมจุลินทรียที่กอใหเกิดการเนาเสียได และในขณะเดียวกันแอลกอฮอลที่เกิดจากกระบวนการหมักเปนปจจัยหนึ่งที่ควบคุมคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพดวย

3.8.2 ราเสนใย เปนจุลินทรียพวกที่ตองการอากาศ พบเห็นไดบนผิวดานบนของน้ำหมักชีวภาพเปนฝาสีขาว ดังนั้นในลักษณะการทำน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งเปนการหมักที่มีออกซิเจนนอยสภาพดังกลาวไมเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของราเสนใย จึงมักจะพบอยูบริเวณผิวหนาของน้ำหมักชีวภาพ หรือบนผิวภาชนะที่มีน้ำตาลติดอยู สวนใหญจะอยูในกลุมราPhycomycetes ไดแก ราในสกุล mucor และอื่นๆ พบวามีบทบาทในกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพ

4. คุณสมบัติของเชื้อ *Lactobacillus casei*

4.1 เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสเพื่อย่อยสลายเซลลูโลสที่เป็นองค์ประกอบหลักในเศษพืชได้ดีในสภาพดินที่มีอินทรียวัตถุสูง มีความสามารถในการใช้อาหารจากอินทรีย์วัตถุ และเจริญเพิ่มจำนวนเซลล์ในดินได้ดีกว่า ทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นโทษต่อพืช
ซึ่งมีอยู่ในดิน ไม่สามารถเจริญแข่งขันได้

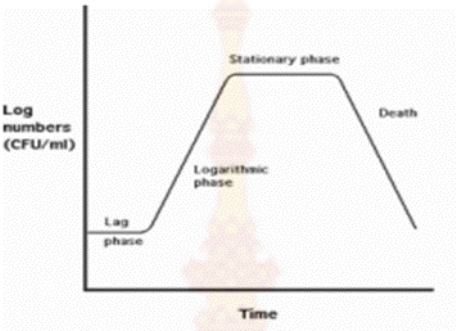
4.1.1 เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการแสง อากาศ และการเจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง 45.องศาเซลเซียส

4.1.2 เป็นจุลินทรีย์ที่มีความต้องการความชื้นสูง 50 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

การวัดความขุ่น (Turbidity) ของจุลินทรีย์ในอาหารเหลว การเพิ่มขนาดของโคโลนีบนอาหารแข็ง หรือการเพิ่มของจำนวนเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ทั้งนี้การวัดนั้นต้องเทียบกับหน่วยเวลาของจุลินทรีย์เซลล์เดียวจะเจริญเติบโต เพิ่มจำนวนด้วยการแบ่งเซลล์จาก 1 เป็น 2 (Binary Fission) เซลล์รุ่นลูกแต่ละเซลล์มีลักษณะเหมือนเซลล์แม่ทุกประการเมื่อการแบ่งเซลล์สิ้นสุดลงจำนวนเซลล์หรือมวลชีวภาพ (Biomass) จะเพิ่มเป็น 2

เท่าของเมื่อก่อนแบ่งเซลล์การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สามารถศึกษาได้จากกราฟการเติบโต (Growth Curve) โดยที่กราฟการเติบโตปกติ (Typical Growth Curve) จะแสดงให้เห็นถึงระยะการเติบโต 4 ขั้นด้วยกัน แสดงดังภาพที่ 1 คือ



ภาพที่ 1 กราฟการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
ที่มา: สุบัณฑิต (2546)

1) ระยะ Lag Phase (A) คือ ระยะพัก เซลล์อยู่ในช่วงการปรับตัวก่อนแบ่งเซลล์

2) ระยะ Exponential หรือ Log Phase (B) คือระยะการแบ่งตัวเซลล์มีการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่มีอัตราการแบ่งตัวคงที่ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของเซลล์ และตลอดจนสมบัติทางสรีรวิทยาเป็นแบบเดียวกัน

3) ระยะ Stationnany Phase (C) คือ ระยะคงจำนวนเซลล์ เป็นระยะที่แบคทีเรียมีจำนวนคงที่ ซึ่งแสดงว่าแบคทีเรียไม่มีการเพิ่มจำนวนอีก

4) ระยะ Decline (D) คือ ระยะเซลล์ตาย เป็นระยะสุดทายที่จำนวนของเซลล์มีชีวิตลดลงอัตราการเพิ่มจำนวนน้อยกว่าอัตราการตายและมีสารพิษสระสมอยู่เป็นจำนวนมาก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วีณารัตน์ มูลรัตน์ (2553) ศึกษาประสิทธิภาพการผลิตน้ำหมักชีวภาพเศษปลาจากน้ำกากสาเหลาหมักชีวภาพเศษปลา โดยทำการหมักที่อุณหภูมิหองเปนเวลา 30 วัน พบวา น้ำหมักชีวภาพเศษปลาแตละสูตรมีคา pH และ EC ที่เพิ่มขึ้นแตปริมาณน้ำตาลในน้ำหมักชีวภาพเศษปลาทุกสูตรมีคาลดลงเล็กนอย ปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียมพบมากในน้ำหมักชีวภาพเศษปลาสูตร 5 แต ธาตุฟอสฟอรัสพบมากในน้ำหมักชีวภาพเศษปลาสูตร 2 และ IAA พบมากในน้ำหมักชีวภาพเศษปลาสูตร 3 สำหรับน้ำหมักชีวภาพเศษปลาสูตร 1 มีปริมาณของจุลินทรียที่มีอยูในน้ำหมักชีวภาพเศษปลามากที่สุด และเนื่องจากพืชที่ใชในการทดลองเปนพืชกินใบจึงเลือกน้ำหมักชีวภาพเศษปลาสูตร 5 มาใชในการทดลอง และจากการทดลองที่ 2 เมล็ดพืชที่ไดรับน้ำหมักชีวภาพที่ระดับความเขมขน 1:1,000 มีเปอรเซ็นตการงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดสูงสุด สำหรับการทดลองที่ 3 พบวา น้ำหมักชีวภาพที่ระดับความเขมขน 1:500 และ 1:250 ใหคาการเจริญเติบโตของสวนเหนือดินของผักโขมผักมากที่สุด สำหรับผักกวางตุงฮองเตน้ำหมักชีวภาพที่ระดับความเขมขน 1:250 ใหคาการเจริญเติบโต

ของสวนเหนือดินมากที่สุดเชนกัน ในขณะที่ผักบุงจีน พบวาน้ำหมักชีวภาพที่ระดับความเขมขน 1:1,000 ใหคาความสูงตนและเสนผานศูนยกลางลำตนมากที่สุดและน้ำหมักชีวภาพที่ระดับความเขมขน 1:250 ใหขนาดพื้นที่ใบสูงสุด ทางดานผลผลิตของพืช พบวาน้ำหมักชีวภาพเศษปลาที่ระดับความเขมขน 1:500 ใหปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแหงของสวนเหนือดินผักโขมผักมากที่สุด ปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแหงของผักบุงจีนนั้น พบวา น้ำหมักชีวภาพที่ระดับความเขมขน 1:1,000 ให คาน้ำหนักสดและน้ำหนักแหงของสวนเหนือดินมากที่สุดในขณะที่น้ำหนักสดและน้ำหนักแหงผักกวางตุงฮองเตนั้นไมแตกตางกัน

1.พืชที่ใช้ในการทดลอง

ข้าว เป็นเมล็ดของพืชในสกุลข้าวที่พบมากในเอเชีย ชื่อวิทยาศาสตร์: Oryza sativa ข้าวเป็นธัญพืชซึ่งประชากรโลกบริโภคเป็นอาหารสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปเอเชีย จากข้อมูลเมื่อปี 2553 ข้าวเป็นธัญพืชซึ่งมีการปลูกมากที่สุดเป็นอันดับสามทั่วโลก รองจากข้าวสาลีและข้าวโพด ข้าวมีใบเรียว ยาว 50–100 เซนติเมตร และกว้าง 2–2.5 เซนติเมตร ช่อดอกห้อยยาว 30-50 เซนติเมตร เมล็ดกินได้เป็นผลธัญพืชยาว 5–12 มิลลิเมตร และหนา 2–3 มิลลิเมตร

1.1 วิธีการปลูกข้าว

การปลูกข้าวในนาดำ เรียกว่า การปักดำ ซึ่งวิธีการปลูกแบ่งออกได้เป็นสองตอน ตอนแรก ได้แก่ การตกกล้าในแปลงขนาดเล็ก และตอนที่สอง ได้แก่ การถอนต้นกล้าเอาไปปักดำในนาผืนใหญ่

1.1.1 การเตรียมดิน ต้องทำการเตรียมดินให้ดีกว่าการปลูกข้าวไร่ โดยมีการไถดะ การไถแปร และการคราด ปกติการไถและคราดในนาดำมักจะใช้แรงวัว ควาย หรือแทรกเตอร์ขนาดเล็ก ที่เรียกว่า ควายเหล็กหรือไถยนต์เดินตาม ทั้งนี้เป็นเพราะพื้นที่นาดำนั้นได้มีคันนาแบ่งกั้นออกเป็นแปลงเล็ก ๆ ขนาด 1-2 ไร่ คันนามีไว้สำหรับกักเก็บน้ำหรือปล่อยน้ำทิ้งจากแปลงนา นาดำจึงมีการบังคับระดับน้ำในนาได้บ้างพอสมควร ก่อนที่จะทำการไถ ต้องรอให้ดินมีความชื้นพอที่จะไถได้เสียก่อน ปกติจะต้องรอให้ฝนตกจนมีน้ำขังในผืนนาหรือไขน้ำเข้าไปในนาเพื่อทำให้ดินเปียก การไถดะหมายถึง การไถครั้งแรกเพื่อทำลายวัชพืชในนา และพลิกกลับหน้าดิน แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ จึงทำการไถแปร ซึ่งหมายถึง การไถเพื่อตัดกับรอยไถดะ ทำให้รอยไถดะแตกออกเป็นก้อนเล็ก ๆ จนวัชพืชหลุดออกจากดิน การไถแปรอาจไถมากกว่าหนึ่งครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับน้ำในนาตลอดถึงชนิดและปริมาณของวัชพืช เมื่อไถแปรแล้วก็ทำการคราดได้ทันที การคราด คือ การคราดเอาวัชพืชออกจากผืนนา และปรับพื้นที่นาให้ได้ระดับเป็นที่ราบเสมอกันด้วย นาที่มีระดับเป็นที่ราบ ต้นข้าวจะได้รับน้ำเท่า ๆ กัน และสะดวกแก่การไขน้ำเข้าออก

1.1.2 การตกกล้า หมายถึง การเอาเมล็ดไปหว่านให้งอกและเจริญเติบโตขึ้นมาเป็นต้นกล้าเพื่อเอาไปปักดำ การตกกล้าสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การตกกล้าในดินเปียก การตกกล้าในดินแห้งและการตกกล้าแบบดาปกการตกกล้าในดินเปียก จะต้องเลือกหาพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินดีเป็นพิเศษ สามารถป้องกันนกและหนูที่จะเข้าทำลายต้นกล้าได้เป็นอย่างดี และมีน้ำพอเพียงกับความต้องการ การเตรียมดินก็มีการไถดะ ไถแปรและคราดดังได้กล่าวมาแล้ว แต่ต้องยกเป็นแปลงสูงจากระดับน้ำในผืนนานั้นประมาณ 3 เซนติเมตร ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้เมล็ดที่หว่านลงไปจมน้ำและดินจนเปียกชุ่มอยู่เสมอ ถ้าจะให้ดียิ่งขึ้นควรแบ่งแปลงนี้ ออกเป็นแปลงย่อยขนาดกว้าง 50

เซนติเมตร และมี ความยาวขนานไปกับทิศทางลม ระหว่างแปลงเว้นช่องว่างไว้สำหรับเดินประมาณ 30 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อลดแรงระบาดของโรคที่จะเข้าไปทำลายต้นข้าว เช่น โรคไหม้เมล็ดพันธุ์ที่เอามาตกกล้าจะต้องเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ ปราศจากเชื้อโรคต่าง ๆ โดยแยกเอามาเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์ เมื่อต้นกล้ามีอายุครบ 25-30 วัน นับจากวันหว่าน เมล็ดต้นกล้าก็จะมีขนาดโตพอที่จะถอนเอาไปปักดำได้ การตกกล้าแบบนี้เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในการทำนาดำในประเทศไทย

1.1.3 การปักดำ เมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 25-30 วัน จากการตกกล้าในดินเปียกหรือการตกกล้าในดินแห้ง ก็จะโตพอที่จะถอนเอาไปปักดำได้ ขั้นแรกให้ถอนต้นกล้าขึ้นมาจากแปลงแล้วมัดรวมกันเป็นมัดๆ ตัดปลายใบทิ้ง ถ้าต้นกล้าเล็กมากไม่ต้องตัดปลายใบทิ้ง สำหรับต้นกล้าที่ได้มาจากการตกกล้าในดินเปียก จะต้องล้างเอาดินที่รากออกแล้วเอาไปปักดำในพื้นที่นาได้เตรียมไว้ พื้นที่นาที่ใช้ปักดำควรมีน้ำขังอยู่ประมาณ 5-10 เซนติเมตร เพราะต้นข้าวอาจจะถูกลมพัดจนพับลงได้ในเมื่อนานั้นไม่มีน้ำอยู่ ถ้าระดับน้ำในนานั้นลึกมาก ต้นข้าวที่ปักดำอาจจมน้ำในระยะแรก และทำให้ต้นข้าวต้องยืดต้นมากกว่าปกติจนมีผลให้แตกกอน้อยการปักดำที่จะให้ได้ผลิตผลสูง จะต้องปักดำให้เป็นแถวเป็นแนว และมีระยะห่างระหว่างกอมากพอสมควร การปักดำโดยทั่วไปมักใช้ต้นกล้าจำนวน 3-5 ต้นต่อกอ ระยะปลูกหรือปักดำจะต้องมีระยะห่างระหว่างกอและระหว่างแถวประมาณ 25 เซนติเมตร

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในกระบวนการหมักปุ๋ยน้ำหมักจากเศษปลาทะเลเหลือทิ้งจาก ตำบลหาดมดตะนอย อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ร่วมกับกากน้ำตาล
2. ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยที่ผลิตได้กับการเจริญของต้นข้าวพื้นเมือง

ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้เลือกวัตถุดิบหลักในการหมัก คือ เศษปลาทะเลเหลือทิ้งจากชาวบ้าน ตำบลหาดมดตะนอย อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ทำการหมักปุ๋ยร่วมกับกากน้ำตาลและผันแปรปริมาณหัวเชื้อ *Lactobacillus casei* (จากนมเปรี้ยวทางการค้า) ปริมาณ 3 กิโลกรัม ในภาชนะพลาสติกที่มีลักษณะเป็นทรงกลม ขนาดกว้าง 54 เซนติเมตร สูง 16 เซนติเมตร ที่มีการเจาะรูด้านล่าง 4 รูขนาดรูละ 5 มิลลิเมตร และทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ และศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยที่ผลิตได้กับการเจริญของต้นข้าวพื้นเมือง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมในการหมักน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ เศษปลาเหลือทิ้ง ได้น้ำหมักชีวภาพที่ใช้ทดแทนสารเคมี

บทที่ 2
วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการวิเคราะห์และวิธีการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์วิธีการวิเคราะห์และวิธีการทดลอง

1. การเตรียมน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ คือ เศษปลาเหลือทิ้งจากชาวประมงที่ประกอบด้วยหัว ไส้ พุง ก้าง รวมทั้งทุกส่วนที่ทิ้งของปลาจากชุมชนชาวประมง สารให้ความหวาน (กากน้ำตาล) และหัวเชื้อ *Lactobacillus casei* (โดยเตรียมจากนมเปรี้ยวทางการค้า) ทำการเตรียมน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง โดยการหมักน้ำหมักชีวภาพเศษปลาเหลือทิ้งจำนวน 4 สูตร แต่ละสูตรจะหมักจำนวน 3 ถัง (3 ซ้ำ) ทำการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (Department of Agricultural Extension, 1999) 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)	สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 (กรัม)	หัวเชื้อ *Lactobacillus cacei* (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 cacei* เตรียมจากนมเปรี้ยวทางการค้า

วัตถุดิบที่ใชในการผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ คือ เศษปลาทะเลเหลือทิ้งจากชาวประมง หาดมดตะนอย ทำการเตรียมการหมักปุ๋ยชีวภาพเศษปลาโดยการหมักจำนวน 4 สูตร โดยแตละสูตร จะหมักจำนวน 3 ถัง (3 ซ้ำ) ทำการหมักตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2545) โดยใชอัตราสวนของเศษปลาสดตอสารใหความหวานอัตราสวน 1 ตอ 1 นำเศษปลามาสับเปนชิ้นเล็กๆ บรรจุลงในถังหมักหมัก ชีวภาพคลุกเคลากับสารใหความหวานใหเขากันและผันแปรปริมาณ หัวเชื้อ *Lactobacillus casei* จนกว่าการหมักจะสมบูรณ์

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. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพื้นเมือง

โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ

2.1 ใช้ชุดการทดลองของต้นกล้าข้าวที่มีอายุเมื่อต้นกล้าข้าวมีอายุ 14 วัน ในแปลงทดลอง

2.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้ มีดังนี้

2.3 สิ่งทดลองที่ 1 ถึง 5 รดน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง ในอัตราส่วน 1 : 500 (น้ำหมักชีวภาพ: น้ำสะอาด) ปริมาณ 20 ลิตรต่อแปลงย่อย โดยเริ่มรดตั้งแต่ต้นกล้าอายุได้ 7 วัน หลังย้ายปลูก ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์

2.4 สิ่งทดลองที่ 5 (ชุดควบคุม) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 แบ่งจะใส่ 2 ครั้ง เมื่อต้นกล้ามีอายุ 7 และ 21 วัน หลังย้าย ปลูก โดยละลายน้ำแล้วรดให้ทั่วแปลง

2.5 รดน้ำวันละ 2 เวลา เช้า-เย็น ปริมาณ 20 ลิตรต่อแปลงย่อยต่อครั้ง

2.6 การบันทึกข้อมูล โดยสุ่มเก็บต้นกล้าข้าวพื้นเมือง 10 ต้นต่อแปลงย่อย ทำการบันทึกอายุการเก็บเกี่ยว โดยเลือกต้นที่มีขนาดใบ และต้น ตามต้องการ จำนวนต้นรอดตาย จำนวนใบ ความสูงจากโคนต้นไปจนถึงปลายใบ และน้ำหนักสด

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (SAS) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan’s Multiple Range Test)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) พร้อมทั้งคำนวณหาค่าความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บทที่ 3
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. คุณสมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณโซเดียม (%) ไนโตรเจนทั้งหมด (%), ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) และโพแทสเซียมทั้งหมด (%), ปริมาณอินทรียวัตถุ (%) 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
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

*มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเหลวของ สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร (2550)

การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเหลวของ Office of Plant Control and Agricultural Materials (2007) 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 ไนเตรต ซัลเฟต และฟอสเฟต หรือไอออนบวกของโซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก และอะลูมิเนียม (Metropolitan Waterworks Authority, 2018) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพจากของเหลือทิ้งจากโรงงานปลาป่น ที่ใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนและใช้หัวเชื้อ *Lactococcus lactis* ในการหมักของ Arirat and Kanita (2019) ที่พบว่าค่า EC ไม่ผ่านเกณฑ์ (20.49-22.45 dS/m) โดยมีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน 1.05-1.24 เท่า ซึ่งได้รายงานว่าเป็นผลมาจากการที่วัตถุดิบเป็นปลาทะเลจึงส่งผลให้น้ำหมักชีวภาพมีความเค็มสูง และค่า EC แปรผันตรงกับปริมาณ Na ที่ตรวจวัดได้ในน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งปริมาณ Na ในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการศึกษา (3.25-3.75 %) มีค่าสูงเกินค่ามาตรฐาน 2.25-2.75 เท่า นอกจากนี้ Chuanpit *et al.* (2007) ได้รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของค่า EC ในน้ำหมักชีวภาพเมื่อใช้ระยะเวลาในการหมักนานขึ้นเกิดจากการแตกตัวของประจุไฟฟ้าโดยเฉพาะธาตุโซเดียม และคลอรีน ของสารประกอบทางชีวภาพ

และทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมักที่ละลายอยู่ในน้ำหมักชีวภาพ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Winaerat et al., (2010) ที่รายงานว่าน้ำหมักชีวภาพเมื่อหมักนานขึ้นจะมีปริมาณไอออนของเกลือต่างๆ เพิ่มขึ้น และจะส่งผลให้ค่า EC เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ Noisopa *et al*. (2010) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพจากคะน้าและถั่วเหลือง พบว่าปริมาณสารประกอบอินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ กรดอินทรีย์ วิตามิน เอนไซม์ ฮอร์โมน และแร่ธาตุ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้น้ำหมักชีวภาพมีค่า EC สูง (13.52-26.60 dS/m) โดยน้ำหมักชีวภาพที่มีสารประกอบอินทรีย์สูงจะส่งผลให้มีค่า EC สูงไปด้วย ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมที่ตรวจวัดได้มีปริมาณสูง (17.14-20.54%) นอกจากนี้น้ำหมักชีวภาพที่ได้ทุกสูตรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (4.55-4.62) โดยน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 สูตร มีสภาพเป็นกรด เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตจากเศษปลาในน้ำหมักชีวภาพจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายได้เป็นกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแอซีติก (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 ในรูปของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-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 Department of Land Development (2007) ได้กล่าวถึงผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับวัสดุอินทรีย์ที่นำมาใช้ในการหมัก ส่วนใหญ่พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารหลักน้อยมากไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (โดยทั่วไปพืชต้องการไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 1.5, 0.2 และ 1.0% ตามลำดับ) จึงควรมีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นด้วย เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Panuchanyawong *et al*. (2015) ได้ เปรียบเทียบปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีอยู่ในน้ำหมักชีวภาพจากเครื่องในปลานิล น้ำหมักชีวภาพจากสับปะรด และน้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์ และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้ง โดยใช้น้ำหมักชีวภาพ

จากเครื่องในปลานิลกับน้ำหมักชีวภาพจากสับปะรด และน้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์ และไม่ใส่น้ำหมักชีวภาพ พบว่าน้ำหมักชีวภาพจากเครื่องในปลานิลและผักบุ้งที่ปลูกโดยใส่น้ำหมักชีวภาพจากเครื่องในปลานิลมีการเจริญเติบโตดีที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยความสูงของต้นผักบุ้งสูงสุด ส่วนปริมาณสารอินทรีย์ (OM) ในน้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 2 ที่มีการเติมกากน้ำตาลปริมาณ 250 มิลลิลิตร และหัวเชื้อ *L. casei* พบว่ามีสารอินทรีย์สูงสุด (20.54%) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่นๆ ที่เติมกากน้ำตาลในปริมาณที่น้อยกว่า (150 มิลลิลิตร**)** และไม่เติมหัวเชื้อ *L. casei* มีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่าปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพจะลดลงในขณะทำการหมัก เนื่องจากในระหว่างการหมักจุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานในการย่อยสลายสารอาหารตั้งต้นและได้เป็นสารประกอบอินทรีย์มากขึ้น เช่น กรดอะมิโน ฮอร์โมน และเอนไซม์ (Pascual *et al*., 2013; Phibunwatthanawong and Riddech, 2019) ดังนั้นการเติมจุลินทรีย์และกากน้ำตาลจะช่วยกระตุ้นกระบวนการย่อยสลาย

2. ผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพื้นเมือง

จากการศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นข้าวพื้นเมือง พบว่าจำนวนรวงต่อกอของข้าวพื้นเมืองในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งอยู่ในช่วง 7-12 รวงต่อกอ แสดงดังตารางที่ 3 และอยู่ในช่วงการเก็บเกี่ยวที่ปกติของต้นข้าวพื้นเมือง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 28-30 วัน (Moonrat, 2010) ทั้งนี้ในการเก็บเกี่ยวเป็นระยะที่ข้าวสุกแก่เต็มที่สามารถสังเกตได้จาก รวงข้าวสามส่วนจากปลายรวงจะมีสีเหลืองฟางข้าว และที่โคนรวงยังมีเขียวอ่อนอยู่ ทุกสิ่งการทดลองมีการรอดตายสูงมากกว่า 90% และไม่มีความแตกต่างกันสถิติ

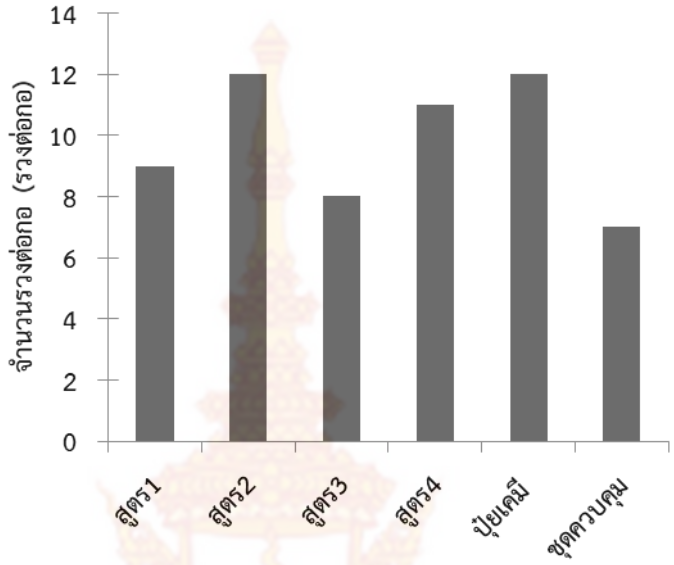
ตารางที่ 3 จำนวนรวงต่อกอและความยาวรวงของต้นข้าวพื้นเมือง

สูตรน้ำหมัก	จำนวนรวงต่อกอ (รวงต่อกอ)±SD	ความยาวรวง (เซนติเมตร)±SD
สูตร 1	9 ± 3	19.40 ± 0.75
สูตร 2*	12 ± 2	25.55 ± 1.04
สูตร 3	8 ± 2	19.10 ± 1.69
สูตร 4	11 ± 2	23.29 ± 0.80
ปุ๋ยเคมี	12 ± 2	26.24 ± 1.54
ชุดควบคุม	7 ± 2	18.43 ± 1.02
F-test	ns	ns
C.V. (%)	12.56	5.52

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

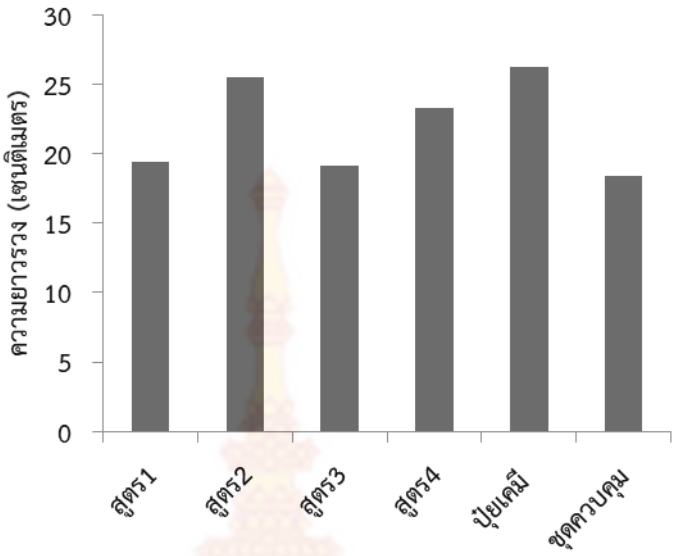
จากตารางที่ 3 แสดงผลการเจริญเติบโตจำนวนรวงต่อกอของต้นข้าวพื้นเมืองในการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆในการทดลอง พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งสูตรที่ 2 และปุ๋ยเคมี มีจำนวนรวงต่อกอมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.00 รวงต่อกอ รองลงมา คือ สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.00 รวงต่อกอ สูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.00 รวงต่อกอ สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ย

เท่ากับ 8.00 รวงต่อกอ และชุดควบคุมมีจำนวนรวงต่อกอน้อยที่สุด คือ 7.00 รวงต่อกอ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 จำนวนรวงต่อกอของต้นข้าวพันธุ์พื้นเมือง

จากตารางที่ 3 แสดงผลการเจริญเติบโตความยาวรวงของต้นข้าวพื้นเมืองในการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆในการทดลอง พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง ปุ๋ยเคมี มีจำนวนความยาวรวงมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.24 เซนติเมตร รองลงมา คือ สูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.55 เซนติเมตร สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.29 เซนติเมตร สูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.40 เซนติเมตร สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.10 เซนติเมตร และชุดควบคุมมีความยาวรวงน้อยที่สุด คือ 18.43 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ความยาวรวงของต้นข้าวพันธุ์พื้นเมือง

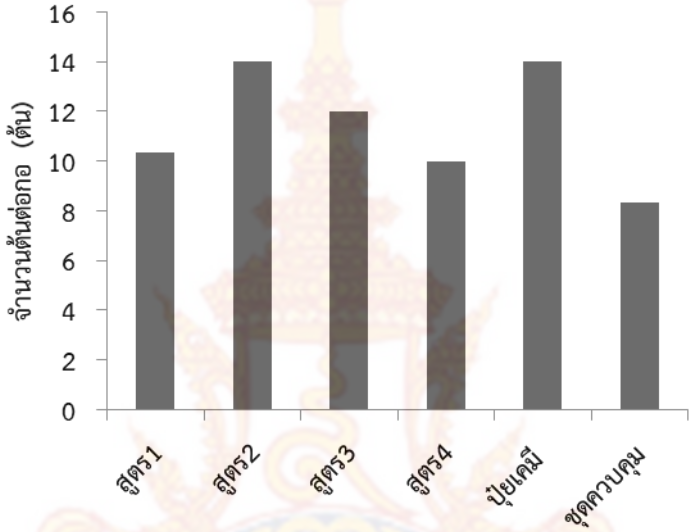
จากการศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นข้าวพื้นเมือง แสดงผลของจำนวนต้นต่อกอ ความสูง น้ำหนักสดของต้นข้าวพื้นเมืองในการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ ในการทดลองจำนวนต้นต่อกอ พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา อยู่ในช่วง 8.33-14.00 ต้น ความสูง พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา อยู่ในช่วง 132.95-143.58 เซนติเมตร และน้ำหนักสด พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา อยู่ในช่วง 64.90-85.23 กรัม แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนต้นต่อกอ ความสูง น้ำหนักสดของต้นข้าวพื้นเมือง

สูตรน้ำหมัก	**จำนวนต้นต่อกอ (ต้น) ± SD**	**ความสูง (เซนติเมตร) ± SD**	**น้ำหนักสด (กรัม) ± SD**
สูตร 1	10.33 ± 3^{b}	135.71 ± 0.82 ^{c}	64.90± 1.53^{c}
สูตร 2	14.00 ± 1^{a}	142.25 ± 1.11^{a}	85.23±0.89
สูตร 3	12.00 ± 2^{c}	135.71 ± 0.21 ^{c}	65.36± 0.95^{b}
สูตร 4	10.00 ± 3^{a}	139.57 ± 1.73^{b}	84.43± 3.72^{b}
ปุ๋ยเคมี	14.00 ± 2^{a}	143.58 ± 1.06^{a}	84.61± 2.99^{a}
ชุดควบคุม	8.33 ± 2 ^{c}	132.95 ± 0.34^{d}	69.88± 1.59^{c}
F-test	*	*	*
C.V. (%)	11.75	8.75	25.48

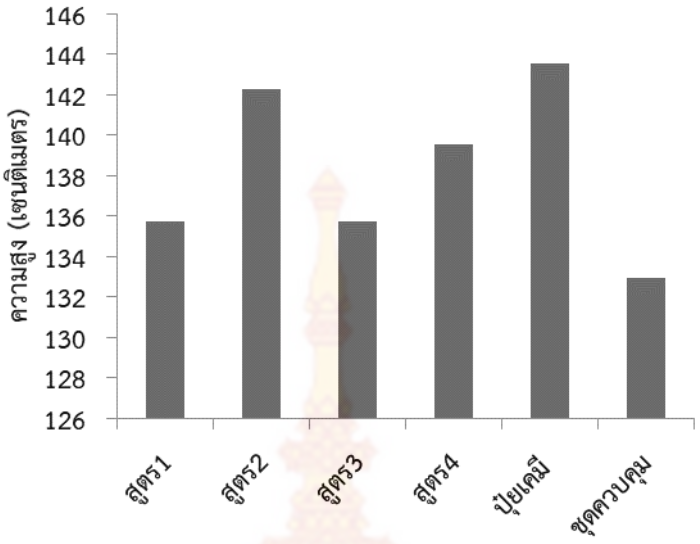
* Means followed by the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at $p<0.05$

จากตารางที่ 4 แสดงผลการเจริญเติบโตจำนวนต้นต่อกอของต้นข้าวพื้นเมืองในการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆในการทดลอง พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งสูตรที่ 2 และปุ๋ยเคมี มีจำนวนต้นต่อกอมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.00 ต้น รองลงมา คือ สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12 ต้น สูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.33 ต้น สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.00 ต้น และชุดควบคุมมีจำนวนต้นต่อกอน้อยที่สุด คือ 8.33 ต้น แสดงดังภาพที่ 4



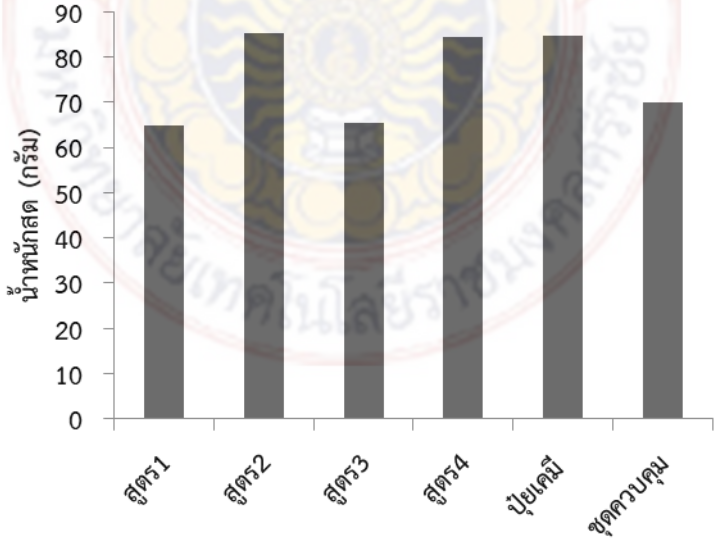
ภาพที่ 4 จำนวนต้นต่อกอของต้นข้าวพันธุ์พื้นเมือง

จากตารางที่ 4 แสดงผลการเจริญเติบโตความสูงของต้นข้าวพื้นเมืองในการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆในการทดลอง พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง ปุ๋ยเคมี มีจำนวนความสูงของต้นข้าวพื้นเมืองมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 143.58 เซนติเมตร รองลงมา คือ สูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 142.25 เซนติเมตร สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 139.57 เซนติเมตร สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 135.71 เซนติเมตร และชุดควบคุมมีความสูงของต้นน้อยที่สุด คือ 132.95 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ความสูงของต้นข้าวพันธุ์พื้นเมือง

จากตารางที่ 4 แสดงผลการเจริญเติบโตน้ำหนักสดของต้นข้าวพื้นเมืองในการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆในการทดลอง พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้ง สูตรที่ 2 มีจำนวนน้ำหนักสดของต้นข้าวพื้นเมืองมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.23 กรัม รองลงมา คือ ปุ๋ยเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.61 กรัม สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.43 กรัม ชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.88 กรัม สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.36 กรัม และสูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดของต้นน้อยที่สุด คือ 64.90 กรัม แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 น้ำหนักสดของต้นข้าวพันธุ์พื้นเมือง

จากการศึกษาของ Somkiat (2003) ที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพน้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดกวางตุ้ง พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรน้ำสกัดคะน้าให้น้ำหนักสดผักกาดกวางตุ้งสูงสุดเท่ากับ 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 โดยความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งต่อน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 500 และความถี่ในการใช้ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ส่งเสริมให้ผักกวางตุ้งเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเทียบเท่าหรือมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thwaront *et al*. (2012) ที่พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากพืชต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 500 ความถี่ 3 วันต่อครั้ง ทำให้ผลผลิตของผักกวางตุ้งดีที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาของ Winaerat *et al.,* (2010) ที่พบว่าผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ได้รับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพเศษปลาที่ระดับ 1:500 มีจำนวนใบมากที่สุด และมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นผักกวางตุ้งฮ่องเต้สูงสุด

ในขณะที่ Pruksa (2007) พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากปลาและหอยเชอร์รี่ต่อน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 200 ใช้ความถี่ 7 วันต่อครั้ง จะให้ผลผลิตในนาอินทรีย์ให้ผลดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพประกอบด้วยแร่ธาตุอาหารหลักและรองที่เป็นประโยชน์ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์แต่ละชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ จะประกอบด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เมื่อนำไปใช้ในรูปแบบของสารพ่นให้กับพืชลักษณะเดียวกับการให้ปุ๋ยทางใบกับพืช ซึ่งองค์ประกอบของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันต่อความต้องการของพืชแต่ละชนิด ในการนำไปใช้เพื่อการเติบโตของพืชแต่ละชนิด (Anat, 2008; Noisopa *et al*., 2010) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Noisopa *et al.,* (2010) ที่พบว่าน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลืองที่ระดับ 1:100 จะให้ผลผลิตของคะน้าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหมักชีวภาพที่ระดับอื่นๆ 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) มีแนวโน้มส่งเสริมการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของผักกวางตุ้งได้ดีไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี ทั้งนี้เนื่องจากสูตรดังกล่าวมีเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus casei* เป็นส่วนประกอบ (ตารางที่ 1) ซึ่งเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวมีคุณสมบัติในการย่อยสลายธาตุฟอสฟอรัสได้เป็นอย่างดี และเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวสามารถควบคุมเชื้อราโรคพืชในดินได้อีกด้วย (Dauda *et al*., 2008; Shi *et al*., 2018) นอกจากนี้น้ำหมักชีวภาพเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารของพืชต่างๆ ที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที รวมทั้งกรดอะมิโนและกรดอินทรีย์ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นโปรตีนและน้ำตาลให้พืชนำไปใช้โดยไม่ต้องสูญเสียพลังงานในการสร้างอาหาร พืชจึงนำพลังงานที่เหลือไปใช้ในการเจริญเติบโตด้านอื่นๆ ส่วนเม็ดดินจะถูกสารในน้ำหมักชีวภาพดึงมาหุ้มรอบตัวจึงเปลี่ยนเม็ดดินที่แข็งและอัดตัวกันแน่นเป็นเม็ดดินใหญ่ขึ้น ทำให้ดิน

ร่วนซุย สามารถระบายน้ำได้ และถ่ายเทอากาศได้ดี (International Seed Testing Association, 2007) มีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่าการเติมจุลินทรีย์และกากน้ำตาลในน้ำหมักชีวภาพจะช่วยกระตุ้นกระบวนการย่อยสลายในการหมัก โดยในระหว่างการหมักจุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานในการย่อยสลายสารอาหารตั้งต้นและได้เป็นสารประกอบอินทรีย์ เช่น กรดอะมิโน ฮอร์โมน และเอนไซม์ ซึ่งปริมาณคาร์บอนอินทรีย์จะลดลงเมื่อกระบวนการหมักเสร็จสมบูรณ์ (Pascual *et al*., 2013; Phibunwatthanawong and Riddech, 2019) จากการทดลองครั้งนี้พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งสูตรที่ 2 ส่งผลให้ผักกวางตุ้งเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุด และไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 3 และ 4) แสดงให้เห็นว่าการใช้เศษปลาเหลือทิ้งเป็นวัสดุในการหมักซึ่งเหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งพลังงานช่วยให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี (Ghaly *et al*., 2013; Shi *et al*., 2018) ดังนั้นการนำเศษปลาเหลือทิ้งซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำหมักชีวภาพเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ลดการใช้สารเคมี และช่วยรักษาสภาพแวดล้อมได้ (Shi *et al*., 2018)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรังที่ให้การสนับสนุนทุนสนับสนุนในการวิจัย อุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่ในการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งสูตรที่ 2 (เศษปลา 3 กิโลกรัม + กากน้ำตาล 250 มิลลิลิตร + น้ำเปล่า 10 ลิตร + เชื้อ Lactobacillus casei. 25 มิลลิลิตร) สามารถผลิตได้ง่าย และใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาเหลือทิ้งต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 500 รดต้นข้าว 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นข้าวได้ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices: GAP)ได้อาหารที่ปลอดภัยในการบริโภค ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบการพัฒนาเกษตรที่ยั่งยืน รวมทั้งเป็นเป็นประโยชน์แก่หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมทางด้านการเกษตรแก่เกษตรกรต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการประชาสัมพันธ์ถึงประโยชน์และข้อดีของการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากธรรมชาติเพื่อให้การใช้ประโยชน์จากสารชีวภาพเป็นที่รู้จักและแพร่หลายมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Anat, T. 2008. Applied natural agriculture, principles, concepts, techniques in Thailand. Office of Science and Development National technology, Pathum Thani.

Arirat M., and Kanita T., 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.

Bray, R.H. and Kurtz, L.T. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. **Soil Science** 59: 39-45.

Chuanphit A., Chainarong R., Rungnapha K., and Thiranut R., 2007. Water quality Bio-fermentation and composition, Nor. 481-488. In the academic conference of Kasetsart University The 42nd (Division of Agricultural Extension and Communication Arts Branch). Kasetsart University, Bangkok.

Dararat H., and Nuanchan **C.,** 2016. Study on the type and amount of amino acids in bio-fermented water affecting Growth and yield of Cantonese vegetables. Researchreport.Source:http://164.115.27.97/digital/files/original/5bb3bd758456add04eaac7cea7720c60.pdf, 4 July 2020.

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.

Department of Agricultural Extension. 1999. Journal of bio fertilizer production. Bangkok: Assembly of **Agricultural Cooperatives of Thailand.**

Department of Land Development Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2007. **Documents for technology transfer, knowledge sets, and land developmenttechnology.**AvailableSource:http://www.ldd.go.th/menu_Dataonline/G1/G1_21.pdf, April 17, 2020.

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., Hubbermann, 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-MS^n and

NMR and Their Quantification by HPLC–DAD. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 55: 8251–8260.

International Seed Testing Association. 2007. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology** 27: 289-310.

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.

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.

McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. 1991. **The Biochemistry of Silage. 2nd Ed.** Chalombe 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, 20 April 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 Faculty of Science and Technology, Thammasat University.

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

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.

Office of Plant Control and Agricultural Materials, Department of Academic Services Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2007. **standard values of fertilizer control group**. Available source: http: //www.doa.go.th, 27 August 2019.

Panuchanyawong, K. and Wongduangsai, N. 2015. **Biofertilizer from Nile Tilapia. In: Research project of Global warming towards ecology, environment and health.** Pasang School, Pasang District, Lamphun Province.

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.

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.

Somkiat, S. 2003. **Research report: Effect of bio extraction water on the production of Cantonese Turnip.** Agricultural Research Center for Productivity Improvement Kasetsart University, Chiang Mai University.

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.

Winaerat M., Somchai C., and Anchalee J., 2010. Efficiency of bio-fermented water from fish waste using yeast waste instead of molasses on growth and yield of Cantonese vegetables, Nor. 82-88. The 48th Kasetsart University Academic Conference (Plant Program). Kasetsart University, Bangkok.