การหาปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากเศษปลาและเศษกุ้ง

Determination of macronutrients (N, P and K) from Liquid biofertilizers producing from scraps of fishes, shrimps and golden applesnail

พูนศิริ หอมจันทร์*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

**poonsiri_lft@hotmail.com*

บทคัดย่อ

น้ำหมักชีวภาพเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของเกษตรกร โดยนำเศษพืช สัตว์ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรไปหมักพร้อมกับกากน้ำตาล ในปัจจุบันได้มีน้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ ผลิตและจำหน่ายออกมามากมาย ซึ่งองค์ประกอบต่างๆ ที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพจะมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก โดยงานวิจัยนี้ศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบ (เศษปลา เศษกุ้งและเศษหอย) ต่อหัวเชื้อจุลินทรีย์ ด้วยอัตราส่วน 1:1 1:2 และ 1:3 โดยน้ำหนัก เพื่อผลิตน้ำหมักชีวภาพ ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนของวัตถุดิบต่อหัวเชื้อจุลินทรีย์ คือ ที่อัตราส่วน 1:2 ให้ปริมาณธาตุอาหารหลักมากที่สุด คือ ปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 1.05 ปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 0.09 และปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 1.22 มีค่าความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ 5.35 เมื่อหมักเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังศึกษาระยะเวลาในการหมัก คือ 7 15 30 และ 60 วัน พบว่า ที่อัตราส่วนของวัตถุดิบต่อหัวเชื้อจุลินทรีย์ ที่ 1:2 ระยะเวลาในการหมัก 15 วัน ให้ปริมาณธาตุอาหารหลักมากที่สุด คือ ปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 1.25 ปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 0.04 และปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 1.23 มีค่าความเป็นกรด – ด่าง คือ 5.30 โดยลักษณะทางกายภาพของน้ำหมักที่ได้ มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลดำ มีความหนืดและข่น และค่าความเป็นกรด – ด่าง เพิ่มขึ้น เมื่อใช้ระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: น้ำหมักชีวภาพ ธาตุอาหารหลัก เศษปลา เศษกุ้ง เศษหอยเชอรี่

Abstract

Liquid biofertilizers of local wisdom can be obtained by fermentation of wastes from agricultural activities sech as plants and animal with molasses. Nowadays, several types of liquid biofertilizers are produced and sold in the markets and their chemical compositions are depended on production processes and materials used. The ratio of raw materials (scraps of fishes and shrimps) to Effective Microorganisms. With a ratio of 1:1, 1:2 and 1:3 (w/w) for biofertilizer production were investigated. Results showed that The ratio of raw material to microorganisms at 1:2 gave the highest macronutrients of nitrogen (1.05%) Phosphorus (0.09%) and potassium (1.22%) at pH 5.35 for 30 days at room temperature of fermentation. This periods of time at 7, 15, 30 and 60 days at room temperature for fermentation were investigated using the ratio of raw material to microorganisms at 1:2 (w/w). Result showed that the fermentation for 15 days gave the highest macronutrients of nitrogen (1.25%) phosphorus (0.04%) and potassium (1.23%) at pH 5.30. The physical characteristics of biofertilizers has brown, black Glossy surface Viscous and opaque And pH value increased with increasing time of fermentation.

Keywords: biofertilizers Macronutrients. scraps of fishes scraps of shrimps scraps of golden applesnai

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่เน้นทางด้านการเกษตรกรรม ตามแนวพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียงของสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ภูมิพลอดุลยเดชมหาราช ทำให้เกษตรกรมุ่งเน้นในการผลิตเครื่องอุปโภคบริโภคแบบเกษตรอินทรีย์ สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งในการผลิตสินค้าทางการเกษตร คือ ปุ๋ย ซึ่งมีแร่ธาตุอาหารหลักที่สำคัญต่อการเพาะปลูก เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้มากขึ้น ซึ่งปุ๋ยที่ใช้ในปัจจุบันได้เน้นการผลิตปุ๋ยที่ปราศจากสารเคมี ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ทำให้หน้าดินเสียหายเหมาะแก่การเพาะปลูกซึ่งปุ๋ยที่เข้ามามีบทบาทสำหรับเกษตรกรในปัจจุบัน คือ ปุ๋ยหมักชีวภาพหรือปุ๋ยน้ำหมัก เนื่องจากเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรไม่ว่าจะเป็นพืช ผัก ผลไม้หรือสัตว์มาผ่านกระบวนการหมักที่ขั้นตอนง่ายๆ ประหยัดค่าใช้จ่าย มีประโยชน์นานับประการ ทำให้เกษตรกรหันมาผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพใช้เอง อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์และเป็นการลดปัญหากลิ่นเหม็นเน่าเสียจากวัสดุเหลือใช้ต่างๆ

น้ำหมักชีวภาพ (Liquid biofertilizers) หรือน้ำสกัดชีวภาพที่ได้นั้นเกิดจากภูมิปัญญาชาวบ้าน จากการที่เกษตรกรได้นำเศษพืช สัตว์ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นไปหมักกับกากน้ำตาล โดยน้ำหมักชีวภาพที่ได้จะเป็นสารละลายเข้มข้นสีน้ำตาล ซึ่งเกิดจากเศษพืช สัตว์ ถูกย่อยด้วยจุลินทรีย์ธรรมชาติ ที่ใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน กากน้ำตาลจะทำให้เกิดกระบวนการพลาสโมไลซิส (plasmolysis) คือ ทำให้สารละลายภายในเซลล์พืชและสัตว์ที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ต่างๆ ไหลออกมาจากเซลล์ การหมักมี 2 แบบ คือ แบบต้องการออกซิเจน (แบบเปิดฝา) และแบบไม่ต้องการออกซิเจน (แบบปิดฝา) จุลินทรีย์จะใช้สารเหล่านี้เป็นอาหารในการเพิ่มจำนวนและชนิด ทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จำนวนมาก จุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีทั้งที่ต้องการออกซิเจนและไม่ต้องการออกซิเจน จุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพได้แก่ แบคทีเรีย พบมากที่สุดและมีหลายสายพันธุ์ ที่พบส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของ *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp. และ *Streptococcus* sp. นอกจากนี้ยังอาจพบเชื้อรา ได้แก่ *Aspergillus niger, Pennicillium* sp. *Rhizopus* sp. และยีสต์ ได้แก่ *Candida* sp. เป็นต้น ในปัจจุบันมีน้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ ออกมาจำหน่ายมากมาย ส่วนความแตกต่างของคุณภาพหรือประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่มีต่อพืชนั้น ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต เช่น ประเภทของวัตถุดิบ ระยะเวลาการหมัก การปนเปื้อนและกรรมวิธีในการผลิต อย่างไรก็ตาม ยังมีเกษตรกรอีกเป็นจำนวนมากที่ยังไม่มั่นใจในการใช้น้ำหมักชีวภาพทดแทนการใช้สารเคมี เนื่องจากขาดข้อมูลทางวิชาการที่ชัดเจน ด้วยเหตุนี้เองจึงจำเป็นที่จะต้องทำการวิจัยเพื่อให้ทราบวิธีในการผลิตที่แน่นอน รวมทั้งองค์ประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำหมักชีวภาพ และผลของการใช้เพื่อให้เกษตรกรมีความเข้าใจที่ถูกต้องในการนำน้ำหมักไปใช้ (จรัส, 2544)

ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช (essential nutrients) มีอยู่ 2 กลุ่ม คือ ธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมาก (macronutrient elements) เช่น ไนโตรเจน เร่งการเจริญของใบ ลำต้น หน้าที่สำคัญ คือ เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ เอนไซม์ โปรตีนและวิตามิน ช่วยให้พืชเจริญเติบโตทางด้านใบ ลำต้นและหัว ถ้าขาดไนโตรเจน ใบจะเหลืองซีด ขอบใบค่อยๆ แห้ง ลำต้นผอมสูง ฟอสฟอรัส เร่งการเจริญของรากและการออกดอก หน้าที่สำคัญ คือ เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก ATP ฟอสโฟลิพิด และโคเอนไซม์ ช่วยเร่งการออกดอกและการสร้างเมล็ด ถ้าหากขาดฟอสฟอรัสจะทำให้ใบเล็ก เหลืองอมม่วง แคระแกร็น ออกดอกช้า ติดผลน้อย ส่วนโพแทสเซียม ใช้ปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตหรือพืชเส้นใย หน้าที่สำคัญ คือ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด เกี่ยวกับการสร้างแป้ง น้ำตาลและโปรตีน ควบคุมการปิดเปิดของปากใบ ถ้าขาดโพแทสเซียมจะทำให้ใบแก่มักมีสีน้ำตาลไหม้ตามขอบใบ ใบม้วน และธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อย (micronutrient elements) เช่น แคลเซียมเป็น

องค์ประกอบของผนังเซลล์ ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ถ้าขาดแคลเซียมใบอ่อนจะบิดเบี้ยว แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ การสังเคราะห์โปรตีน ถ้าขาดแมกนีเซียมใบอ่อนและยอดจะซีดเหลือง ซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบของโปรตีนบางชนิด วิตามิน B1 เป็นองค์ประกอบของโคเอนไซม์ ทำหน้าที่ในกระบวนการหายใจ เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การแบ่งเซลล์ เพิ่มปริมาณน้ำมันในพืช ถ้าขาดซัลเฟอร์ใบจะมีสีเหลือง (เกตุกนก, 2546)

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากน้ำหมักที่ผลิตได้ โดยได้จากอัตราส่วนของเศษสัตว์ต่อกากน้ำตาล ที่นำมาใช้ในการหมัก จากนั้นหาเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการหมัก เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับเกษตรกรในการนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วัตถุดิบและสารเคมี

2.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 1 เศษปลานิล เศษกุ้งและเศษหอย

2.1.2 สารเคมีที่ใช้

เมทานอล (AR grade, Lab Scan, Ireland) เฮกเซน (AR grade, Merck, Germany) กรดไนตริก (AR grade, Lab Scan, Ireland) กรดไฮโดรคลอริก (AR grade, Carlo Erba, Italy)กรดซัลฟูริก (AR grade, Carlo Erba, Italy) กรดบอริก (AR grade, Merck, Germany) กรดแอสคอร์บิก (AR grade, Merck, Germany) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (AR grade, Ajax Chemicals, Australia) เอทิลอะซีเตท (AR grade, Carlo Erba, Italy)

สำหรับสารมาตรฐานที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ โพแทสเซียม (AR grade, Carlo Erba, Italy) ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4, AR grade, Ajax Chemicals, Australia)

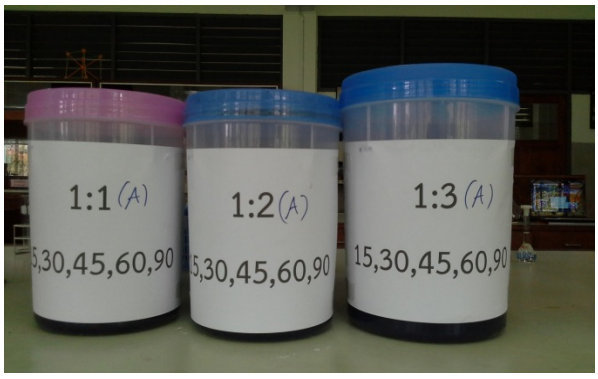
2.1.3 เครื่องมือ

เครื่องกลั่นเจลดาลล์ (Gerhard Vapodest 30, Germany) เครื่องวิเคราะห์ธาตุ Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry, ICP – OES

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 การหมักน้ำหมักชีวภาพโดยใช้สัตว์เป็นวัตถุดิบ

สัตว์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำหมักชีวภาพนี้ ได้แก่ เศษปลา เศษกุ้งและหอยเชอรี่ โดยนำสัตว์ทั้ง 3 ชนิดนี้ นำมาชั่งน้ำหนัก อย่างละ 0.5 กิโลกรัม ใส่ลงในถังหมัก จากนั้นเติมกากน้ำตาลลงในถังหมัก สำหรับอัตราส่วน 1:1 1:2 และ 1:3 โดยน้ำหนัก คนให้เข้ากัน แล้วปิดฝาให้สนิท เก็บไว้ในที่ร่ม ที่อุณหภูมิห้อง



รูปที่ 2 แสดงถังหมักที่ใช้หมักน้ำหมักชีวภาพจากสัตว (บรรทัดบน) อัตราส่วนที่ใช้ในการหมัก (บรรทัดล่าง) ระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก

รูปที่ 3 น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ที่ได้จากการหมัก

2.2.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพก่อนการวิเคราะห์

เมื่อครบระยะเวลาที่ศึกษา ตักตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดและแต่ละอัตราส่วนมา 20 มิลลิลิตร ปั่นเหวี่ยงที่อัตราเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 41 จากนั้นนำส่วนที่กรองได้ไปทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคและเครื่องมือต่อไป

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก

2.3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน

โดยวิเคราะห์ด้วยวิธีเจลดาลล์ ศึกษาโดยการย่อยตัวอย่าง ด้วยสารรีเอเจนต์สำหรับใช้ในการย่อยที่มีทองแดงและโพแทสเซียมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 แล้วเติมสารผสมของโซเดียม ไฮดรอกไซด์เข้มข้น 12.50 โมลาร์กับโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น 0.10 โมลาร์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ลงไปในสารละลาย นำสารละลายที่ได้ต่อเข้ากับเครื่องเจลดาลล์ เก็บส่วนที่กลั่นได้ใส่ใน Boric acid indicator ปริมาตร 25 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้จากการกลั่นมาไทเทรตด้วยสารมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ทราบความเข้มข้น เพื่อหาปริมาณแอมโมเนียและไนโตรเจน ตามลำดับ (ภิรมณ์ และคณะ, 2556)

2.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม

นำน้ำหมักชีวภาพที่ผ่านการกรองแล้วมา 1 มิลลิลิตร แล้วย่อยตัวอย่างด้วยกรดไนตริก (65 %. HNO_3) ปริมาตร 10 มิลลิลิตรในบีกเกอร์ โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30 % (30 %, H_2O_2) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากนั้นนำไปแช่ในอ่างน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 95 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น (DI water) กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 (Whatman, U.K.) จากนั้นนำไปหาปริมาณโพแทสเซียมด้วยการวิเคราะห์ด้วยวิธี Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry, ICP – OES)

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของอัตราส่วนในการหมักน้ำหมักชีวภาพ และระยะเวลาที่ใช้หมักได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 อัตราส่วนที่เหมาะสมของวัตถุดิบ (เศษปลา เศษกุ้งและหอยเชอรี่) ต่อกากน้ำตาล ที่อัตราส่วน 1:1 1:2 และ1:3

ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างวัตถุดิบ (เศษปลา เศษกุ้งและหอยเชอรี่)ต่อกากน้ำตาลที่ใช้หมัก โดยศึกษา 3 อัตราส่วน คือ 1:1 1:2 และ 1:3 โดยน้ำหนัก ระยะเวลาในการหมัก 30 วัน ซึ่งมีวิธีการหมักดังนี้ นำวัตถุดิบ ได้แก่ เศษปลา เศษกุ้งและหอยเชอรี่ ที่ได้จากร้านอาหารและหนองน้ำ มาชั่งน้ำหนักอย่างละ 0.5 กิโลกรัม จากนั้นนำไปผสมกับกากน้ำตาลที่อัตราส่วน 1:1 1:2 และ 1:3 โดยใช้กากน้ำตาล 1.5 3.0 และ 4.5 กิโลกรัม คนให้เข้ากันแล้วบรรจุลงในถังหมักซึ่งเป็นพลาสติกที่มีฝาปิด เก็บไว้ในที่ร่ม ที่อุณหภูมิห้อง และวัด pH ของสารตัวอย่างที่ได้จากการหมักสัตว์ต่างๆ ผลแสดงดังตาราง

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพและปริมาณธาตุอาหารจากการหมักวัตถุดิบกับกากน้ำตาล ที่อัตราส่วนแตกต่างกัน โดยหมักเป็นระยะเวลา 30 วัน

อัตราส่วน (วัตถุดิบ : กากน้ำตาล)	pH	ลักษณะทางกายภาพ	ปริมาณธาตุอาหาร (%)		
			N	P	K
1:1	4.70	สีน้ำตาลดำและข้น	1.03	0.11	1.05
1:2	5.35		1.05	0.09	1.22
1:3	5.24		0.84	0.09	1.27

จากการทดลอง การผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยใช้วัตถุดิบจากสัตว์มาหมักกับกากน้ำตาลที่อัตราส่วนวัตถุดิบ : กากน้ำตาล คือ 1:1 1:2 และ 1:3 พบว่า ที่อัตราส่วน 1:2 มีปริมาณของธาตุอาหารมากที่สุด คือ มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 1.05 ปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 0.09 และปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 1.22

3.2 ผลของระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักน้ำหมักชีวภาพ

ตารางที่ 2 ธาตุอาหารต่างๆ จากการหมักวัตถุดิบกับกากน้ำตาล อัตราส่วน 1 : 2

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	pH	ลักษณะทางกายภาพ	ปริมาณธาตุอาหาร (%)		
			N	P	K
15	5.30	สีน้ำตาล ดำ มีความหนืดและข้น	1.25	0.04	1.23
30	5.35		1.05	0.09	1.22
45	5.18		0.70	0.06	1.34
60	5.26		0.81	0.07	1.27

จากการทดลองพบว่า การผลิตน้ำหมักชีวภาพจากสัตว์มาหมักกับกากน้ำตาลที่อัตราส่วน 1:2 ระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสม คือ ระยะเวลา 15 วัน เนื่องจากให้ปริมาณของธาตุอาหารมากที่สุด คือ มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 1.25 ปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 0.04 และปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 1.23

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษานี้ได้วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ในน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา เศษกุ้งและหอยเชอรี่ โดยนำวัตถุดิบมาหมักกับกากน้ำตาลในอัตราส่วน 1:1, 1:2 และ 1:3 โดยน้ำหนัก

จากการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้จากเศษปลา เศษกุ้งและหอยเชอรี่ จะเห็นได้ว่า ได้น้ำหมักที่มีฤทธิ์เป็นกรด (pH 4.0 – 5.5) และวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักจะมีผลต่อองค์ประกอบที่พบในน้ำหมัก ซึ่งจะพบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำน้ำหมักชีวภาพ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของเศษปลา กุ้งและหอยเชอรี่ พบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม มีปริมาณน้อย

คุณสมบัติทั่วไป ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) การหมักวัตถุดิบหลัก (สัตว์) กับกากน้ำตาล และไม่มีการเติมวัสดุอื่นๆ เช่น น้ำ หินฟอสเฟต ฯลฯ ค่าความเป็นกรด – ด่าง จะอยู่ระหว่าง 4.0 – 5.5 ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา เศษกุ้งและหอยเชอรี่กับกากน้ำตาล โดยศึกษาอัตราส่วนและระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างวัตถุดิบกับกากน้ำตาลที่ให้ปริมาณธาตุอาหารมากที่สุด คือ ที่อัตราส่วน 1:2 โดยน้ำหนัก และระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสมที่ให้ปริมาณธาตุอาหารมากที่สุด คือ 15 วัน ลักษณะทางกายภาพของน้ำหมักที่ผลิตได้ คือ มีสีน้ำตาลดำ มีความหนืดและข้น ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) เท่ากับ 5.30 และปริมาณธาตุอาหาร คือ มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 1.25 ปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 0.04 และปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 1.23

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพและปริมาณธาตุอาหารเมื่อหมักวัตถุดิบกับกากน้ำตาล อัตราส่วน 1;2 เป็นเวลา 15 วัน

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	pH	ลักษณะทางกายภาพ	ปริมาณธาตุอาหาร (%)		
			N	P	K
15	5.30	สีน้ำตาลดำ มีความหนืดและขุ่น	1.25	0.04	1.23

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับงบประมาณรายได้ ที่ได้สนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ ขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำหรับสถานที่ในการทำวิจัยและเครื่องมือพื้นฐาน ขอบคุณห้องปฏิบัติการกลางสำหรับเครื่องมือ Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry, ICP – OES)

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2546. **ฮอร์โมนพืชและธาตุอาหารพืชในน้ำหมักชีวภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เอกสารวิชาการ ลำดับที่ 3/2546.

เกตุกนก นำจันทึก. 2546. **อิทธิพลของปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยน้ำชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง**. แหล่งที่มาhttp://www/rink.ac.th/research /rink_research / SCIENCE/33_getanok.html ค้นเมื่อ วันที่ 14 พฤษภาคม 2559.

จรัส กิจบำรุง. 2544. **ปุ๋ยน้ำชีวภาพและปุ๋ยหมักแห้งชีวภาพ.** กรุงเทพฯ. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . (แผ่นพับ)

พูนศิริ หอมจันทร์. 2555. **การหาปริมาณธาตุอาหารหลัก(ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) จากน้ำหมักชีวภาพ.** งบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555, มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมวงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557. **โรคอาหารเป็นพิษที่มีสาเหตุจาก Bacillus cereus**. แหล่งที่มา http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word. ค้นเมื่อ 12 พฤษภาคม 2559.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมวงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557.**โรคซาลโมเนลโลสิส/Salmonellosis.** แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3937/โรคซาลโมเนลโลสิส-salmonellosis. ค้นเมื่อ 12 พฤษภาคม 2559.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมวงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557**. Escherichia coli/E. Coli**. แหล่งที่มา http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word1125/escherichia-coli-e-coli. ค้นเมื่อ 12 พฤษภาคม 2559.

ภิรมย์ สุวรรณสมและคณะ. 2556. **การศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญบางชนิดในผลไม้สดและน้ำหมักชีวภาพ.** สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. **ธาตุอาหารพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ยนต์ มุสิก. 2529. **การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี กรมประมง. ม.ป.ป. **หอยเชอรี่.** แหล่งที่มา http://www.fisheries.go.th/ifsuratthani/web2/index.php?option=com_content&view=article&catid=29%3A2010-01-28-07-27-06&id=164%3A2010-02-19-03-38-59&Itemid=21. ค้นเมื่อ 7 มิถุนายน 2559.

สันต์ นาตะสุวรรณ. 2548. **คู่มือปลาน้ำจืด.** โรงพิมพ์เทพพิทักษ์, กรุงเทพฯ

สุพิชญ์พงศ์ ภูหวล. 2548. **การเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช.** สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์

สมเจตน์ ปัญจวาณิชย์. 2550. **ปลาเศรษฐกิจ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์เกษตรสยามบุ๊คส์, กรุงเทพฯ

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. **สรีรวิทยาของพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.