การศึกษาและพัฒนาต้นเชื้อผักดองสำหรับผลิตน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชเพื่อการบริโภค

STUDY AND DEVELOPMENT OF PICKLED STARTER FOR PRODUCING OF BIOLOGICALLY FERMENTED PLANT FOR CONSUMPTION

ณัฐพร จันทร์ฉาย ศันศนีย์ บุญเกิด เยาวพา พุกการะเวก*

Nuttaporn Chanchay, Sunsanee Boonkerd, Yaowapha Phukkarawek*

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

Department of Biotechnology, Maejo University Phrae Campus.

****Corresponding author, E-mail:** nuttapornchanchay@gmail.com*

บทคัดย่อ

การศึกษาและการพัฒนาต้นเชื้อผักดองสำหรับผลิตน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชเพื่อการบริโภค มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณต้นเชื้อที่สามารถผลิตกรดแลคติคสูงสุดเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในการผลิต น้ำหมักชีวภาพเพื่อการบริโภค โดยนำผักพื้นบ้านจาก 4 ภาคที่นิยมบริโภคมากที่สุด ได้แก่ ผักเสี้ยน (ภาคเหนือ) ผักกาด (ภาคกลาง) หน่อเหรียง (ภาคใต้) และผักกาดกรุง (ภาคอีสาน) นำมาดองเพื่อศึกษาปริมาณของต้นเชื้อผักดองที่สามารถผลิตกรดแลคติคสูงสุดในการหมักเพื่อใช้เป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากลูกยอชนิดละ 4 สูตร (ที่ระดับเชื้อเริ่มต้น 0, 5, 10 และ 15%) สูตรละ 3 ถัง รวมเป็น 39 ถัง และทำการเก็บตัวอย่างน้ำหมักที่ได้ในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 และ 30 วัน จากการศึกษาพบว่า ผักเสี้ยน และหน่อเหรียงใช้เวลาในการดอง 5 วัน ผักกาดใช้เวลาในการดอง 7 วัน และผักกาดกรุงใช้เวลาในการดอง 6 วัน มีความเหมาะสมในการเป็นต้นเชื้อเริ่มต้นในการทำน้ำหมักต่อไป และขั้นตอนในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 13 สูตร โดยทำการเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 เป็นสูตรมาตรฐาน (ไม่ใส่ต้นเชื้อในการหมัก) จากการศึกษาพบว่า สูตรที่ 4 มีน้ำผักเสี้ยนดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ 15% สูตรที่ 7 มีน้ำผักกาดดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ 15% สูตรที่ 10 มีน้ำหน่อเหรียงดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ 15% และสูตรที่ 13 มีน้ำผักกาดกรุงดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ 15% ให้คุณภาพน้ำหมักที่มีความเหมาะสมต่อผู้บริโภคมากที่สุด จากการวิเคราะห์ทางด้านชีวภาพไม่พบแบคทีเรียก่อโรค (แบคทีเรียโคลิฟอร์ม และแบคทีเรีย *E. coli*) จึงทำให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าสูตรที่ 6 ผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจในลักษณะด้านกลิ่นรสหวาน และความชอบโดยรวมมากที่สุด จึงเหมาะที่จะเป็นน้ำหมักชีวภาพสำหรับการบริโภคเพื่อส่งเสริมด้านสุขภาพได้

คำสำคัญ: ต้นเชื้อผักดอง น้ำหมักชีวภาพ ผักพื้นบ้าน ความปลอดภัย สุขภาพ

Abstract

Study and development of pickled starter for producing of biologically fermented plant for consumption. The purpose was to study the amount of inoculum that can produce maximum lactic acid. To start a leavening agent in the production of bio-fermentation for consumption. By

the vegetables consumed the most in four regions, four types were Tare (North), Lettuce (Central), Bud rieng (South), and Lettuce (Northeast) be preserved for study the amount of inoculum. Pickles, producing lactic acid, is best to compost for use as leavening begins to produce fermented Noni kind of 4 recipes (at inoculum 0, 5, 10 and 15%) 3 tanks each for a total of 39 tanks, fermentation broth samples were collected at 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 and 30 days. The study found that Tare and shoots Rieng both take time to pickle 5 days, turnips take on pickled 7 days and lettuce used in pickling 6 days, which it is appropriate to use as a leavening start to use in the next step and bio-fermentation process to produce the 13 recipes by comparison with the first series is a standard formula. (No leavening in fermentation). The study found that the formula 4 with a tare preserved spider weed fermented as leavening begins at 15%, the formula 7 with a pickle mustard fermented as leavening begins at 15%, formula 10 with Bud rieng fermented as leavening begins at 15% and formula 13 with a Lettuce fermented as leavening begins at 15%, the quality fermentation that is suitable for most consumers. The analysis of biological pathogenic bacteria was not found. (Coliform bacteria and *E. coli*), making it safe for consumers. Sensory testing showed that the formula 6, the test scores in aroma, flavor and overall liking the most. It is ideal to be fermented to consume for health.

Keywords: Pickled Starter, Biologically Fermented, Indigenous Crop, Safety and Health

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญในเรื่องของสุขภาพร่างกายเป็นอย่างมาก ทั้งอาหารก็เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้บริโภคให้ความสนใจไม่แพ้กับเรื่องอื่นๆ น้ำหมักชีวภาพก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้บริโภคให้ความสนใจในด้านส่งเสริมสุขภาพ ได้มีการนำมาใช้ในด้านการบริโภคและส่งเสริมสุขภาพ รวมทั้งเครื่องสำอางที่ใช้ในการรักษาสิวจากน้ำหมักชีวภาพ ทั้งในผู้ติดเชื้อ HIV ผู้ป่วยมะเร็ง ผู้ป่วยโรคภูมิแพ้ ผู้ป่วยโรคผิวหนัง ผู้ป่วยเบาหวาน และประชาชนทั่วๆ ไป สามารถใช้เพื่อฟื้นฟูสุขภาพ และส่งเสริมสุขภาพได้ น้ำหมักชีวภาพเป็นผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ได้จากการหมักพืช ผัก หรือผลไม้ โดยอาศัยการทำงานของกลุ่มจุลินทรีย์ในธรรมชาติ (Indigenous Microorganism) หรือจุลินทรีย์ตระเตรียม (Inoculated Microorganism)

ปัจจุบันน้ำหมักชีวภาพได้รับความนิยมสามารถนำมาบริโภคเพื่อส่งเสริมคุณภาพจากภูมิปัญญาพื้นบ้าน ประชาชนยังขาดองค์ความรู้ทางด้านเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องจุลินทรีย์หรือต้นเชื้อที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพ อีกทั้งต้นเชื้อที่จะนำมาใช้ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพมีราคาที่แพง เนื่องจากประเทศไทยแบ่งออกเป็น 4 ภาค โดยแต่ละภาคจะมีวัฒนธรรมในการดองผักที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมของพืช ผัก หรือผลไม้ของแต่ละภาค ซึ่งผักดองที่ได้จะมีจุลินทรีย์ในกลุ่มที่สามารถเป็นต้นเชื้อในการผลิตน้ำหมักชีวภาพได้ และจากการที่เลือกผักเสี้ยน (ภาคเหนือ) ผักกาด (ภาคกลาง) หน่อเหรียง (ภาคใต้) และผักกาดกรุง (ภาคอีสาน) เนื่องจากว่าประชาชนในแต่ละภาคดังกล่าวนิยมดองผักชนิดนั้นๆ บริโภคกันอยู่แล้ว ดังนั้นจึงน่าที่จะใช้น้ำหลังจากดองผักชนิดนั้นๆ มาเป็นต้นเชื้อในการผลิตน้ำหมักชีวภาพที่มีคุณภาพดีได้

ด้วยเหตุนี้ผู้ทดลองจึงได้ทำการคิดค้นวิธีที่หาแหล่งของต้นเชื้อที่ได้จากผักดองพื้นบ้านของแต่ละภาคในประเทศไทยมาเป็นต้นเชื้อในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งต้องเป็นเชื้อที่มีความบริสุทธิ์

ของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มที่สามารถผลิตกรดแลคติค และมีคุณสมบัติที่มีความเหมาะสมสูงสุดในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ รวมทั้งในด้านของความปลอดภัย ปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพที่มีมาตรฐาน และต้นทุนการผลิตที่ต่ำโดยสามารถใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้านของแต่ละภูมิภาคผสมผสานกับความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์ สามารถผลิตได้โดยวิธีที่ง่าย อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้สู่เกษตรกรผู้ผลิตน้ำหมักชีวภาพได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาต้นเชื้อจากน้ำผักดองสำหรับผลิตน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชเพื่อการบริโภค

2. เพื่อศึกษาหาแหล่งของต้นเชื้อที่ได้จากผักดองพื้นบ้านของแต่ละภาคในประเทศไทยมาเป็นต้นเชื้อในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ

3. เพื่อศึกษาน้ำจากผักดองจากผักพื้นบ้านต่อการผลิตต้นเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อใช้เป็นต้นเชื้อในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ

4. เพื่อวิเคราะห์พัฒนาการผลิตให้ได้รูปแบบ และกระบวนการผลิตที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพที่จะทำให้เกิดคุณภาพ มาตรฐาน ความปลอดภัย และคุณค่าของผลิตภัณฑ์สูงสุด

5. เพื่อศึกษาถึงชนิด และปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำหมักชีวภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) และนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วมาวิเคราะห์หาความแตกต่างของตัวอย่าง หรือต้นเชื้อของผักดองโดยใช้วิธีการทดลอง (Duncan's Procedure; DMRT)

2. วิธีการทดลอง

การศึกษาคุณภาพของน้ำหมักดองผักพื้นบ้าน 4 ชนิด การเตรียมผักดอง ล้างผักที่จะใช้ดองอย่างละ 1 กิโลกรัม และคั้นใส่เกลือปริมาณ 60 กรัม จากนั้นใส่น้ำที่แช่ข้าวเหนียวดิบมาแล้ว 24 ชั่วโมง ปริมาตร 2 ลิตร เก็บไว้ในภาชนะโดยอัดให้แน่นใช้ถุงพลาสติกบรรจุน้ำวางทับเพื่อกดให้ผักอยู่ในระดับของน้ำเกลือปิดให้มิดชิดนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างวันที่ 1 ถึง 10 ทุกวัน หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างจนครบ 10 วัน

3. การศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์น้ำผักดอง

ตัวอย่างน้ำผักดองของทั้ง 4 ชนิด นำมาศึกษาลักษณะทางชีวภาพตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ทำการตรวจสอบเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ โดยตรวจหาจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ดังนี้

3.1 การตรวจนับปริมาณโดยรวมของจุลินทรีย์ (แบคทีเรีย) โดยวิธี Pour Plate Technique ในอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) เนื่องจากจุลินทรีย์โดยรวมนั้นอาจจะไม่ใช่แบคทีเรียเพียงอย่างเดียว

3.2 การตรวจนับปริมาณยีสต์ และรา โดยวิธี Pour Plate Technique ในอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

3.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์ม และแบคทีเรีย *Escherichia coli* โดยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique

3.4 การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรีย *Bacillus cereus* โดยวิธี Spread Plate Technique บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Phenol Red Egg-Yolk Kanamycin Agar (PREYK)

3.5 การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Spread Plate Technique บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Manitol Salt Phenol Red Egg-Yolk Agar (MSEY)

3.6 การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรีย

Salmonella sp. โดยการเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey Agar (MAC) เนื่องจากเป็นอาหารที่ใช้ทดสอบแบคทีเรียแกรมลบ *Salmonella-Shigella* Agar (SS)

3.7 การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรีย *Clostridium perfringens* โดยการเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Cooked Meat Medium

3.8 การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค (Lactic Acid Bacteria; LAB) ทั้งหมดในน้ำผักดองโดยวิธี Pour Plate Technique ในอาหาร de Man Rogossa Sharp (MRS) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ใน Candle jar เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนี เพื่อหารูปแบบการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติคในน้ำผักดองแต่ละชนิด

4. การศึกษาชนิด และปริมาณกรดอินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำผักดอง

ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์น้ำผักดองที่ได้จากการจำลองการผลิต และเก็บตัวอย่างโดยการวิเคราะห์กรด และปริมาณของกรดอินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพโดยใช้วิธีการไตเตรท นอกจากนี้ยังศึกษาความเป็นกรด-ด่างโดยการวัด pH ร่วมด้วย

5. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำผักดอง

ทำการตรวจสองผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการจำลองการผลิต และเก็บตัวอย่าง โดยการศึกษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugar)

6. ขั้นตอนการศึกษาการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากลูกยอ โดยการใช้น้ำผักดองในแต่ละภาคเป็นหัวเชื้อเริ่มต้น แบ่งรูปแบบการผลิตเป็น 13 สูตร ดังนี้

6.1 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน

6.2 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำผักเสี้ยนดอง 5%

6.3 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำผักเสี้ยนดอง 10%

6.4 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำผักเสี้ยนดอง 15%

6.5 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำผักกาดดอง 5%

6.6 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำผักกาดดอง 10%

6.7 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำผักกาดดอง 15%

6.8 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำหน่อเหรียงดอง 5%

6.9 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำหน่อเหรียงดอง 10%

6.10 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำหน่อเหรียงดอง 15%

6.11 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำผักกาดกรุงดอง 5%

6.12 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำผักกาดกรุงดอง 10%

6.13 พืช 3 ส่วน + น้ำอ้อย 1 ส่วน + น้ำ 10 ส่วน + ต้นเชื้อจากน้ำผักกาดกรุงดอง 15%

โดยที่แต่ละสูตรทำ 3 ถัง รวมเป็น 39 ถัง ทำการหมักในภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ที่มีฝาปิดสนิท และควรเก็บรักษาในห้องที่ปราศจากแสงแดดส่องถึง

7. การศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์

ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการจำลองการผลิต และเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ ณ วันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 และ 30 ของการหมัก ตามลำดับ ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ และทำการตรวจสอบโดยเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์เพื่อตรวจหาจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ดังวิธีในข้อที่ 3

8. การศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์

เก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์แอลกอฮอล์

ทั้งหมด (ทำการตรวจสอบทั้ง 13 สูตร)

9. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์

ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพเพื่อการบริโภคทั้ง 13 สูตร และเก็บตัวอย่างโดยการศึกษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugar)

10. การทดสอบความพึงพอใจ

ทำการตรวจสอบทั้ง 13 สูตร และทำการเก็บตัวอย่าง และนำไปให้ผู้บริโภคทดสอบความพึงพอใจ โดยใช้วิธีแบบ Hedonic Scale

ผลการวิจัย

จากการศึกษาหาคุณสมบัติทางชีวภาพของน้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด เพื่อคัดเลือกต้นเชื้อ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำหมักผักดองที่บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน มาทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำผักดองทั้งทางด้านเคมี และชีวภาพ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design ; CRD) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) แล้วนำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคน (Duncan's Multiple-Rang Test : DMRT) เพื่อหาต้นเชื้อที่เหมาะสมซึ่งได้แสดงผลการศึกษาไว้ดังนี้

1. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์น้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด

ตัวอย่างน้ำผักดองของทั้ง 4 ชนิด นำมาศึกษาลักษณะทางชีวภาพตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ทำการตรวจสอบเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ โดยตรวจหาจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยจากการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรีย *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp. และ *Clostridium perfringens* พบว่าในน้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด ตรวจไม่พบปริมาณของแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ตลอดระยะเวลาของการหมัก การตรวจนับปริมาณโดยรวมของจุลินทรีย์ (แบคทีเรีย) โดยทำการเปรียบเทียบวันที่ของการดองผักในผักดองชนิดเดียวกันที่ช่วงเวลาต่างๆ พบว่าในผักเสี้ยนดอง ผักกาดดอง หน่อเหรียงดอง และผักกาดกรุงดอง มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุดในวันที่ 10 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.52, 3.09, 3.42 และ 3.33×10^5 CFU/ml ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบชนิดของผักในวันที่ของการดองเดียวกันที่ช่วงเวลาต่างๆ ของน้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด พบว่า ในวันที่ 10 ผักเสี้ยนดอง มีปริมาณแบคทีเรียมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.90×10^5 CFU/ml การตรวจหาปริมาณราพบว่าผักดอง ทั้ง 4 ชนิด ไม่พบปริมาณของรา ตลอดระยะเวลาของการหมัก การตรวจหาปริมาณของยีสต์ โดยทำการเปรียบเทียบวันที่ของการดองผักในผักดองชนิดเดียวกัน พบว่า ผักเสี้ยนดอง ผักกาดดอง หน่อเหรียงดอง และผักกาดกรุงดอง ในวันที่ 1 มีปริมาณยีสต์น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.13, 0.28, 0.28 และ 0.25×10^3 CFU/ml ตามลำดับ จากผลจะพบว่าแนวโน้มของปริมาณยีสต์มีการเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาของการหมักเพิ่มมากขึ้น และเมื่อนำมาเปรียบเทียบชนิดของผักในวันที่ของการดองเดียวกันที่ช่วงเวลาต่างๆ ของน้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด พบว่าในวันที่ 1 ผักเสี้ยนดอง มีปริมาณยีสต์น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.13×10^3 CFU/ml การตรวจวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์ม และแบคทีเรีย *Escherichia coli* ในน้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด พบว่ามีปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มอยู่ในน้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด แต่ตรวจไม่พบ *Escherichia coli* ตลอดระยะเวลาของการหมัก และการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียที่ผลิต กรดแลคติค (Lactic Acid Bacteria ; LAB) ในน้ำต้นเชื้อผักดองทั้ง 4 ชนิด โดยทำการเปรียบเทียบวันที่ของการดองผักในผักดองชนิดเดียวกัน พบว่าผลการตรวจปริมาณแบคทีเรียแลคติคในน้ำต้นเชื้อผักดองทั้ง 4 ชนิด พบว่า ผักเสี้ยนดอง ผักกาดดอง หน่อเหรียงดอง และผักกาดกรุงดอง มีปริมาณแบคทีเรียแลคติคมากที่สุด ในวันที่ 10 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.43, 2.31, 2.53 และ 2.19×10^4 CFU/ml และเมื่อนำมาเปรียบเทียบชนิดของผักในวันที่

ของการดองเดียวกันที่ช่วงเวลาต่างๆ ของน้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด พบว่าในวันที่ 10 หน่อเหรียงดอง มีปริมาณแบคทีเรีย แลคติคมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ $2.53x10^4$ CFU/ml

2. ผลการศึกษาปริมาณของกรดอินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด

ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์น้ำผักดองที่ได้จากการจำลองการผลิต และเก็บตัวอย่าง จากการตรวจปริมาณของกรดกรดอินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด โดยทำการเปรียบเทียบวันที่ของการดองผักในผักดองชนิดเดียวกัน พบว่า ผักเสี้ยนดอง และหน่อเหรียงดอง มีปริมาณกรดอินทรีย์มากที่สุด ในวันที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.97 และ 2.63×10^4% (w/v) ตามลำดับ ผักกาดกรุงดอง มีปริมาณกรดอินทรีย์มากที่สุด ในวันที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.37×10^4% (w/v) และผักกาดดอง มีปริมาณกรดอินทรีย์มากที่สุด ในวันที่ 7 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.37×10^4% (w/v) แนวโน้มจากผลการทดลองที่ควรจะเป็นปริมาณของกรดอินทรีย์ เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นปริมาณของกรดอินทรีย์น่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามกระบวนการหมัก เพราะเนื่องจากค่า pH ลดลงแต่ผลที่ได้จากการทดลองนั้นอาจจะเกี่ยวเนื่องมาจากเครื่องวัด pH ยังไม่นิ่งพอแล้วผู้ศึกษาก็นำไปไตเตรทค่าที่ได้อาจเกิดจากความบกพร่องของผู้ศึกษาเอง และเมื่อนำมาเปรียบเทียบชนิดของผักในวันที่ของการดองเดียวกันของน้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด พบว่าในวันที่ 5 หน่อเหรียงดอง มีปริมาณกรดอินทรีย์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.63% (w/v), ในวันที่ 6 หน่อเหรียงดอง มีปริมาณกรดอินทรีย์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.40% (w/v) และในวันที่ 7 ผักกาดดอง มีปริมาณกรดอินทรีย์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.37% (w/v) และการศึกษาหาค่า pH ในน้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด โดยนำค่า pH มาเปรียบเทียบชนิดของผักในวันที่ของการดองเดียวกัน พบว่าในวันที่ 10 ผักกาดดอง หน่อเหรียงดอง ผักกาดกรุงดอง และผักเสี้ยนดอง มีค่า pH น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.86, 3.88, 3.89 และ 3.98 ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด

ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการจำลองการผลิต และเก็บตัวอย่าง จากการศึกษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugar) โดยทำการเปรียบเทียบวันที่ของการดองผักในผักดองชนิดเดียวกัน พบว่า ผักเสี้ยนดอง ผักกาดดอง หน่อเหรียงดอง และผักกาดกรุงดอง ในวันที่ 10 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.21, 1.82, 2.42 และ 2.59% (w/v) ตามลำดับ โดยจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มมากขึ้น โดยผลมีความสอดคล้องกับปริมาณแอลกอฮอล์ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบชนิดของผักในวันที่ของการดองเดียวกัน พบว่าในวันที่ 10 ผักเสี้ยนดอง มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.21 % (w/v)

4. ผลการศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์น้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด

ทำการตรวจสอบปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยวิธีการกลั่นอย่างรวดเร็ว (Flash Distillation) จากการศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำผักดองต้นเชื้อทั้ง 4 ชนิด โดยทำการเปรียบเทียบวันที่ของการดองผักในผักดองชนิดเดียวกัน พบว่าผักเสี้ยนดอง ผักกาดดอง หน่อเหรียงดอง และผักกาดกรุงดอง ในวันที่ 1 มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.014, 0.017, 0.016 และ 0.017%v/v ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบชนิดของผักในวันที่ของการดองเดียวกัน พบว่าในวันที่ 1 ผักเสี้ยนดอง และหน่อเหรียงดอง มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.014 และ 0.016%v/v โดยจะเห็นได้ว่าปริมาณขอแอลกอฮอล์มีค่าผกผันกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และพบว่าปริมาณของแอลกอฮอล์มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก ซึ่งผลที่ได้ก็มีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

5. การศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร

จากการศึกษาพบว่าหัวเชื้อเริ่มต้นจากน้ำผักดองทั้ง 4 ชนิด ช่วงระยะเวลาที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาหมักกับลูกยอที่สามารถผลิตกรดแลคติคได้สูงที่สุดก็คือ หัวเชื้อเริ่มต้นของผักเสี้ยนในวันที่ 5 ผักกาดในวันที่ 7 หน่อเหรียงในวันที่ 5 และผักกาดกรุงในวันที่ 6 แล้วนำมาหาสูตรที่มีความเหมาะสมต่อผู้บริโภคมากที่สุด

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษา คุณสมบัติทางชีวภาพของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร โดยการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณรา ปริมาณยีสต์ ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และ *E. coli* และปริมาณแบคทีเรียแลคติคที่มีความเหมาะสมที่สุด

ตัวอย่างน้ำหมัก	การศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพของน้ำหมักชีวภาพ					
	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (CFU/ml) $\times 10^5$	ปริมาณรา	ปริมาณยีสต์ (CFU/ml) x 10^3	ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และ *E. coli*		ปริมาณแบคทีเรียแลคติค (CFU/ml)$\times 10^4$
				ค่า MPN โคลิฟอร์ม /100 ml	การตรวจพบ *E. coli*	
สูตรที่ 1	4.39±0.02^{a}	-	0.11±0.02^{a}	15	-	3.16±0.21^{a}
สูตรที่ 2	3.66±0.01^{a,b}	-	0.19±0.03^{a,b}	20	-	2.83±0.08^{a,b}
สูตรที่ 3	3.61±0.03^{a,b}	-	0.20±0.01^{a,b}	23	-	2.86±0.05^{a,b}
สูตรที่ 4	3.83±0.01^{a,b}	-	0.16±0.02^{a,b}	11	-	2.98±0.12^{a,b}
สูตรที่ 5	3.49±0.11^{a,b}	-	0.20±0.01^{a,b}	11	-	3.04±0.06^{a,a}
สูตรที่ 6	3.63±0.04^{a,b}	-	0.28±0.04^{a,c}	3.6	-	3.05±0.13^{a,a}
สูตรที่ 7	3.46±0.02^{a,b}	-	0.27±0.10^{a,c}	9.2	-	3.04±0.11^{a,a}
สูตรที่ 8	3.76±0.03^{a,b}	-	0.17±0.02^{a,b}	28	-	3.20±0.02^{a,a}
สูตรที่ 9	3.53±0.01^{a,c}	-	0.20±0.03^{a,b}	27	-	3.23±0.01^{a,a}
สูตรที่ 10	3.77±0.03^{a,b}	-	0.31±0.12^{a,c}	20	-	2.95±0.12^{a,b}
สูตรที่ 11	3.61±0.04^{a,c}	-	0.25±0.11^{a,a}	15	-	2.86±0.15^{a,b}
สูตรที่ 12	3.61±0.12^{a,c}	-	0.20±0.08^{a,a}	15	-	2.94±0.13^{a,b}
สูตรที่ 13	4.04±0.13^{a,b}	-	0.27±0.03^{a,a}	11	-	2.95±0.14^{a,b}

หมายเหตุ : อักษรตัวแรกเปรียบเทียบวันที่ของการหมักในน้ำหมักสูตรเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
อักษรตัวหลังเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร โดยการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยเปรียบเทียบวันที่ของการหมักในน้ำหมักสูตรเดียวกัน พบว่าน้ำหมักทั้ง 13 สูตร มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุด ในวันที่ 30 ของการหมัก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.39, 3.66, 3.61, 3.83, 3.49, 3.63, 3.46, 3.76, 3.53, 3.77, 3.61, 3.61 และ 4.04×10^5 CFU/ml ของแต่ละสูตร ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกัน พบว่าในวันที่ 30 น้ำหมักสูตรที่ 4 ซึ่งมีผักเสี้ยนดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.83×10^5 CFU/ml น้ำหมักสูตรที่ 6 ซึ่งมีผักกาดดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 10%) มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.63×10^5.CFU/ml น้ำหมักสูตรที่ 10 ซึ่งมีหน่อเหรียงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.77×10^5 CFU/ml และน้ำหมักสูตรที่ 13 ซึ่งมีผักกาดกรุงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.04×10^5 CFU/ml, การตรวจหาปริมาณรา พบว่าน้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร ตรวจไม่พบรา การตรวจหาปริมาณยีสต์โดยเปรียบเทียบวันที่ของการหมักในน้ำหมักสูตรเดียวกัน พบว่าน้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร มีปริมาณยีสต์น้อยที่สุด ในวันที่ 0 ของการหมัก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.11, 0.19, 0.20, 0.16, 0.20, 0.28, 0.27, 0.17, 0.20, 0.31, 0.25, 0.20 และ $0.27\text{x}10^3$ CFU/ml ของแต่ละสูตร ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกัน พบว่าในวันที่ 0

น้ำหมักสูตรที่ 4 ซึ่งมีผักเสี้ยนดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณยีสต์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ $0.16\text{x}10^3$ CFU/ml น้ำหมักสูตรที่ 5 ซึ่งมีผักกาดดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 5%) มีปริมาณยีสต์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ $0.21\text{x}10^3$ CFU/ml น้ำหมักสูตรที่ 8 ซึ่งมีหน่อเหรียงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 5%) มีปริมาณยีสต์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ $0.17\text{x}10^3$ CFU/ml และน้ำหมักสูตรที่ 12 ซึ่งมีผักกาดกรุงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 10%) มีปริมาณยีสต์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ $0.20\text{x}10^3$ CFU/ml การตรวจหาปริมาณแบคทีเรีย โคลิฟอร์ม และ *E. coli* พบว่า น้ำหมักทั้ง 13 สูตร ในวันที่ 0 ตรวจพบปริมาณโคลิฟอร์มมากที่สุด ส่วนในวันที่ 15 พบว่ามีค่าลดลง และในวันที่ 30 ไม่พบปริมาณโคลิฟอร์ม และการตรวจหา *E. coli* พบว่าน้ำหมักทั้ง 13 สูตร ไม่พบแบคทีเรีย *E. coli* ตลอดระยะเวลาของการหมัก และการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียแลคติค โดยเปรียบเทียบวันที่ของการหมักในน้ำหมักสูตรเดียวกัน พบว่าน้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร มีปริมาณแบคทีเรียแลคติคมากที่สุด ในวันที่ 30 ของการหมัก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.16, 2.83, 2.86, 2.98, 3.04, 3.05, 3.04, 3.20, 3.23, 2.95, 2.86, 2.94 และ $2.95\text{x}10^4$ CFU/ml ของแต่ละสูตร ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกัน พบว่าในวันที่ 30 น้ำหมักสูตรที่ 4 ซึ่งมีผักเสี้ยนดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณแบคทีเรียแลคติคมากที่สุด มีค่าเท่ากับ $2.98\text{x}10^4$ CFU/ml น้ำหมักสูตรที่ 6 ซึ่งมีผักกาดดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 10%) มีปริมาณแบคทีเรียแลคติคมากที่สุด มีค่าเท่ากับ $3.05\text{x}10^4$ CFU/ml น้ำหมักสูตรที่ 9 ซึ่งมีหน่อเหรียงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 10%) มีปริมาณแบคทีเรียแลคติคมากที่สุด มีค่าเท่ากับ $3.23\text{x}10^4$ CFU/ml และน้ำหมักสูตรที่ 13 ซึ่งมีผักกาดกรุงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณแบคทีเรีย แลคติคมากที่สุด มีค่าเท่ากับ $2.95\text{x}10^4$ CFU/ml

6. ผลการศึกษาปริมาณของกรดอินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาปริมาณของกรดอินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร โดยการตรวจหาปริมาณกรดอินทรีย์ โดยการเปรียบเทียบวันที่ของการหมักในน้ำหมักสูตร

เดียวกัน พบว่าน้ำหมักทั้ง 13 สูตร มีปริมาณกรดอินทรีย์มากที่สุด ในวันที่ 30 ของการหมัก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.76, 3.53, 3.56, 4.66, 3.83, 4.43, 5.08, 3.63, 4.03, 4.56, 2.66, 3.33 และ 5.31%w/v ของแต่ละสูตร ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกัน พบว่าในวันที่ 30 น้ำหมักสูตรที่ 4 ซึ่งมีผักเสี้ยนดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณกรดอินทรีย์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.66%w/v น้ำหมักสูตรที่ 7 ซึ่งมีผักกาดดองเป็นต้นเชื้อ.(ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณกรดอินทรีย์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.05x104 CFU/ml น้ำหมักสูตรที่ 9 ซึ่งมีหน่อเหรียงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 10%) มีปริมาณกรดอินทรีย์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 5.08%w/v และน้ำหมักสูตรที่ 13 ซึ่งมีผักกาดกรุงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณ กรดอินทรีย์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 5.31%w/v และการตรวจวัดค่า pH โดยการเปรียบเทียบวันที่ของการหมักใน น้ำหมักสูตรเดียวกัน พบว่าน้ำหมักทั้ง 13 สูตร มีค่า pH น้อยที่สุดในวันที่ 30 ของการหมัก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.21, 3.95, 3.85, 3.60, 3.68, 3.52, 3.43, 4.14, 3.84, 3.33, 4.07, 3.64 และ 3.31 ของแต่ละสูตร ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกัน พบว่าในวันที่ 30 น้ำหมักสูตรที่ 4 ซึ่งมี ผักเสี้ยนดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีค่า pH น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.60 น้ำหมักสูตรที่ 7 ซึ่งมีผักกาดดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีค่า pH น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.43 น้ำหมักสูตรที่ 10 ซึ่งมีหน่อเหรียงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 10%) มีค่า pH น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.33 และน้ำหมักสูตรที่ 13 ซึ่งมีผักกาดกรุงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีค่า pH น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.31

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาปริมาณของกรดอินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร โดยการตรวจหาปริมาณกรดอินทรีย์ และตรวจวัดค่า pH ที่มีความเหมาะสมที่สุด

ตัวอย่างน้ำหมัก	การศึกษาปริมาณของกรดอินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพ	
	ปริมาณกรดอินทรีย์ (%w/v)	ค่า pH
สูตรที่ 1	3.7 ± 0.086^{a}	$4.21\pm0.01^{a,d}$
สูตรที่ 2	$3.53\pm0.12^{a,b}$	$3.95\pm0.03^{a,c}$
สูตรที่ 3	$3.56\pm0.11^{a,b}$	$3.85\pm0.02^{a,b}$
สูตรที่ 4	$4.66\pm0.07^{a,a}$	$3.60\pm0.01^{a,a}$
สูตรที่ 5	$3.83\pm0.10^{a,c}$	$3.68\pm0.04^{a,c}$
สูตรที่ 6	$4.43\pm0.13^{a,b}$	$3.52\pm0.03^{a,b}$
สูตรที่ 7	$5.08\pm0.12^{a,a}$	$3.43\pm0.01^{a,a}$
สูตรที่ 8	$3.63\pm0.09^{a,c}$	$4.14\pm0.12^{a,c}$
สูตรที่ 9	$4.03\pm0.08^{a,b}$	$3.84\pm0.11^{a,b}$
สูตรที่ 10	$4.56\pm0.07^{a,a}$	$3.33\pm0.12^{a,a}$
สูตรที่ 11	$2.66\pm0.06^{a,d}$	$4.07\pm0.09^{a,c}$
สูตรที่ 12	$4.33\pm0.05^{a,b}$	$3.64\pm0.06^{a,b}$
สูตรที่ 13	$5.31\pm0.11^{a,a}$	$3.31\pm0.11^{a,a}$

หมายเหตุ : อักษรตัวแรกเปรียบเทียบวันที่ของการหมักในน้ำหมักสูตรเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
อักษรตัวหลังเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

7. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร

จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร จากการตรวจหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยการเปรียบเทียบวันที่ของการหมักในน้ำหมักสูตรเดียวกัน พบว่าน้ำหมักทั้ง 13 สูตร มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยที่สุด ในวันที่ 30 ของการหมัก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.35, 2.56, 1.30, 2.67, 3.80, 2.75, 1.37, 2.45, 2.49, 2.20, 1.92, 1.24 และ 1.17 mg/ml ของแต่ละสูตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าน้ำหมักทั้ง 13 สูตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ตามกระบวนการหมัก และเมื่อนำมาเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกัน พบว่าในวันที่ 30 น้ำหมักสูตรที่ 3 ซึ่งมีผักเสี้ยนดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 10%) มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.30 mg/ml, น้ำหมักสูตรที่ 7 ซึ่งมีผักกาดดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.37 mg/ml น้ำหมักสูตรที่ 10 ซึ่งมีหน่อเหรียงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 10%) มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.20 mg/ml และน้ำหมักสูตรที่ 13 ซึ่งมีผักกาดกรุงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.17 mg/ml

ตารางที่ 3 แสดงผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตรโดยการตรวจหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด

ตัวอย่างน้ำหมัก	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพ
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)
สูตรที่ 1	$9.35\pm0.14^{a,d}$
สูตรที่ 2	$2.56\pm0.09^{a,c}$
สูตรที่ 3	$1.30\pm0.02^{a,a}$
สูตรที่ 4	$2.67\pm0.03^{a,b}$
สูตรที่ 5	$3.80\pm0.11^{a,c}$
สูตรที่ 6	$2.75\pm0.06^{a,b}$
สูตรที่ 7	$1.37\pm0.02^{a,a}$
สูตรที่ 8	$2.45\pm0.03^{a,a}$
สูตรที่ 9	$2.49\pm0.12^{a,a}$
สูตรที่ 10	$2.20\pm0.11^{a,a}$
สูตรที่ 11	$1.92\pm0.11^{a,b}$
สูตรที่ 12	$1.24\pm0.08^{a,a}$
สูตรที่ 13	$1.17\pm0.07^{a,a}$

หมายเหตุ : อักษรตัวแรกเปรียบเทียบวันที่ของการหมักในน้ำหมักสูตรเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
อักษรตัวหลังเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

8. ผลการศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร

จากตารางที่ 4 แสดงผลการศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร จากการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์โดยการเปรียบเทียบวันที่ของการหมักในน้ำหมักสูตรเดียวกัน พบว่าน้ำหมักทั้ง 13 สูตร มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด ในวันที่ 0 ของการหมัก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.113, 0.123, 0.151, 0.207, 0.086, 0.174, 0.174, 0.090, 0.160, 0.189, 0.118, 0.137 และ 0.156 %v/v ของแต่ละสูตร ตามลำดับ ซึ่งน้ำหมักทั้ง 13 สูตร จะมีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามกระบวนการหมัก แล้วพบว่ามีค่าผกผันกับปริมาณ น้ำตาลรีดิวซ์ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกัน พบว่าในวันที่ 0 น้ำหมักสูตรที่ 2 ซึ่งมีผักเสี้ยนดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 5%) มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.123% (v/v) น้ำหมักสูตรที่ 5 ซึ่งมีผักกาดดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 5%) มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.086 น้ำหมักสูตรที่ 8 ซึ่งมีหน่อเหรียงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 10%) มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.090% (v/v) และน้ำหมักสูตรที่ 11 ซึ่งมีผักกาดกรุงดองเป็นต้นเชื้อ (ที่ระดับความเข้มข้น 15%) มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.118% (v/v)

ตารางที่ 4 แสดงผลการศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร โดยการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีความเหมาะสมที่สุด

ตัวอย่างน้ำหมัก	การศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพ
	ปริมาณแอลกอฮอล์ (%v/v)
สูตรที่ 1	0.113±0.001[a,a]
สูตรที่ 2	0.123±0.002[a,a]
สูตรที่ 3	0.151±0.012[a,a]
สูตรที่ 4	0.207±0.102[a,b]
สูตรที่ 5	0.086±0.004[a,a]
สูตรที่ 6	0.174±0.012[a,b]
สูตรที่ 7	0.174±0.016[a,b]
สูตรที่ 8	0.090±0.003[a,a]
สูตรที่ 9	0.160±0.003[a,ab]
สูตรที่ 10	0.189±0.012[a,b]
สูตรที่ 11	0.118±0.013[a,a]
สูตรที่ 12	0.1370.006±[a,a]
สูตรที่ 13	0.156±0.008[a,b]

หมายเหตุ : อักษรตัวแรกเปรียบเทียบวันที่ของการหมักในน้ำหมักสูตรเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
อักษรตัวหลังเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

9. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร

จากตารางที่ 5 แสดงผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักเป็นเวลา 30 วัน ด้านสีพบว่าสูตรที่ 2 ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านสี โดยเป็นน้ำหมักที่มีผักเสี้ยนดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ระดับความเข้มข้น 5% ได้คะแนนความชอบมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 5.80 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ด้านกลิ่น พบว่าสูตรที่ 1 ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านกลิ่น โดยเป็นน้ำหมักที่ไม่ใช้หัวเชื้อเริ่มต้นในการหมัก ได้คะแนนความชอบมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.86 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ด้านรสหวาน พบว่าสูตรที่ 6 ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านรสหวาน โดยเป็นน้ำหมักที่ใช้ผักกาดดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ระดับความเข้มข้น 10% ในการหมัก ได้คะแนนความชอบมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.73 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ด้านความขุ่น พบว่าสูตรที่ 1, 2 และ 3 ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านความขุ่น โดยเป็นน้ำหมักที่ไม่ใส่หัวเชื้อ และผักเสี้ยนดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ระดับความเข้มข้น 5% และ 10% ในการหมัก ได้คะแนนความชอบมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.13 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ด้านรสเปรี้ยว พบว่าสูตรที่ 4 ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านรสเปรี้ยว โดยเป็นน้ำหมักที่ใช้ผักเสี้ยนดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ระดับความเข้มข้น 15% ในการหมัก ได้คะแนนความชอบมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.23 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) และด้านความชอบโดยรวม พบว่าสูตรที่ 6 ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านความชอบโดยรวม โดยเป็นน้ำหมักที่ใช้ผักกาดดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ระดับความเข้มข้น 10% ในการหมัก ได้คะแนนความชอบมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.00 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 5 แสดงผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างน้ำหมัก	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส					
	สี	กลิ่น	รสหวาน	ความขุ่น	รสเปรี้ยว	ความชอบโดยรวม
สูตรที่ 1	5.76±0.12^{a}	6.86±0.13^{a}	5.00±0.00^{d}	6.13±0.11^{a}	4.96±0.15^{cd}	5.73±0.13^{ab}
สูตรที่ 2	5.80±0.11^{a}	5.00±0.12^{c}	5.83±0.12^{c}	6.13±0.21^{a}	5.06±0.11^{bc}	4.93±0.11^{bcd}
สูตรที่ 3	5.70±0.13^{a}	4.86±0.11^{cde}	5.03±0.05^{d}	6.13±0.02^{a}	5.73±0.16^{ab}	4.33±0.14^{d}
สูตรที่ 4	3.29±0.08^{c}	4.86±0.13^{cde}	2.80±0.12^{g}	3.70±0.11^{bc}	6.23±0.09^{a}	3.13±0.13^{e}
สูตรที่ 5	3.03±0.06^{c}	4.80±0.09^{cde}	6.40±0.03^{a}	3.80±0.12^{bc}	3.36±0.05^{f}	4.66±0.15^{cd}
สูตรที่ 6	3.23±0.07^{c}	4.93±0.07^{cd}	6.73±0.14^{a}	3.73±0.14^{bc}	2.33±0.11^{g}	6.00±0.10^{a}
สูตรที่ 7	2.43±0.11^{d}	5.66±0.06^{b}	6.00±0.00^{bc}	4.03±0.03^{bc}	2.10±0.10^{g}	5.76±0.09^{ab}
สูตรที่ 8	2.90±0.11^{cd}	3.16±0.04^{g}	4.30±0.13^{f}	3.50±0.02^{bc}	5.30±0.08^{bc}	2.76±0.03^{e}
สูตรที่ 9	4.83±0.08^{b}	4.80±0.11^{cde}	4.93±0.26^{de}	4.86±0.13^{ab}	3.83±0.07^{ef}	4.63±0.14^{cd}
สูตรที่ 10	5.00±0.07^{b}	5.00±0.00^{c}	4.23±0.11^{f}	4.10±0.12^{bc}	5.10±0.06^{bc}	5.73±0.14^{ab}
สูตรที่ 11	3.26±0.03^{c}	4.43±0.03^{e}	4.43±0.12^{f}	4.30±0.11^{bc}	4.03±0.04^{ef}	4.30±0.06^{d}
สูตรที่ 12	3.03±0.04^{c}	3.70±0.10^{f}	5.03±0.12^{d}	3.26±0.12^{c}	4.30±0.05^{de}	5.33±0.08^{abc}
สูตรที่ 13	3.23±0.06^{c}	4.53^{d}±0.11^{e}	4.56±0.13^{ef}	4.50±0.12^{bc}	4.73±0.03^{cd}	5.23±0.07^{abc}

หมายเหตุ : อักษรตัวแรกเปรียบเทียบวันที่ของการหมักในน้ำหมักสูตรเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
อักษรตัวหลังเปรียบเทียบสูตรของน้ำหมักในวันที่ของการหมักเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาในครั้งนี้ได้ศึกษา และการพัฒนาต้นเชื้อผักดองสำหรับผลิตน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชเพื่อมาบริโภค ทำการคัดเลือกผักในแต่ละภาคของประเทศไทยที่ชาวบ้านนิยมนำมาดองเพื่อการบริโภค ซึ่งเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้าน พืชผักที่นำมามี 4 ชนิด คือ ผักเสี้ยน (ภาคเหนือ) ผักกาด (ภาคกลาง) หน่อเหรียง (ภาคใต้) และผักกาดกรุง (ภาคอีสาน) เพื่อศึกษาปริมาณของต้นเชื้อที่สามารถผลิตกรดแลคติคสูงสุด ในการใช้เป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในการผลิตน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชเพื่อการบริโภคทั้ง 13 สูตร (ที่ระดับเชื้อเริ่มต้น 0, 5, 10 และ 15%) แล้วนำมาตรวจคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพ หาสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้บริโภค

จากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของต้นเชื้อในน้ำผักดอง 4 ชนิด ซึ่งนำมาเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นของการหมักน้ำหมักชีวภาพจากลูกยอเพื่อการบริโภค จากผลการทดลอง พบว่าผักเสี้ยนดองในวันที่ 5 ของการดอง มีปริมาณกรดแลคติคมากที่สุด คือ 1.97% (v/v) ผักกาดดอง ในวันที่ 7 ของการดอง มีปริมาณกรดแลคติคมากที่สุด คือ 2.37% (v/v) ซึ่งผลการทดลองมีความสัมพันธ์กับการทำการทดลองผักกาดเขียวปลีเป็นเวลา 72–240 ชั่วโมง พบว่า 168 ชั่วโมง หรือ 7 วัน มีปริมาณกรดแลคติคสุดถึง 0.7% ค่าของ pH ลดลงอยู่ที่ 3-4 และสามารถนำมารับประทานได้ [1] ส่วนหน่อเหรียงดอง ในวันที่ 5 ของการดอง มีปริมาณกรดแลคติคมากที่สุด คือ 2.63% (v/v) และผักกาดกรุงดอง พบว่าในวันที่ 6 ของการดอง มีปริมาณกรดแลคติคมากที่สุด คือ 2.37% (v/v) ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาที่ทำการหมัก 10 วัน จากผลการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสม พบว่าน้ำผักดองทั้ง 4 ชนิดนั้น มีปริมาณกรดแลคติคที่เพิ่มมากขึ้นแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากสภาวะของการเจริญเติบโตของผักแต่ละที่มีความแตกต่างกัน อีกทั้งอาจเกี่ยวเนื่องมาจากการปนเปื้อนของกลุ่มจุลินทรีย์ แต่ในแนวโน้มของผลการทดลองที่ได้นั้นมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะลดลงเนื่องจากเป็นแหล่งอาหารของกลุ่มจุลินทรีย์ แล้วพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ได้นั้นมีค่าผกผันกับปริมาณของแอลกอฮอล์ และปริมาณของกรดอินทรีย์มีค่าเพิ่มขึ้นของค่า pH

จากการศึกษาปริมาณของต้นเชื้อของน้ำผักดอง 4 ชนิด ที่ระดับ 5% 10% และ 15% หาสูตรที่มีความเหมาะสมสำหรับผลิตน้ำหมักชีวภาพ โดยเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 เป็นสูตรมาตรฐาน จากผลการศึกษาปริมาณของต้นเชื้อพบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบน้ำหมักในสูตรที่ 2, 3 และ 4 โดยมีน้ำผักเสี้ยนดองซึ่งเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15% ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาการหมัก 30 วัน พบว่าน้ำหมักในสูตรที่ 4 เป็นสูตรที่มีความเหมาะสมที่สุด เมื่อทำการเปรียบเทียบน้ำหมักในสูตรที่ 5, 6 และ 7 โดยมีน้ำผักกาดดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นของการหมัก ที่ระดับความเข้มข้น 5%, 10% และ 15% ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาการหมัก 30 วัน พบว่าน้ำหมักในสูตรที่ 7 ที่ระดับความเข้มข้น 15% เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด ทำการเปรียบเทียบน้ำหมักในสูตรที่ 8, 9 และ 10 โดยมีน้ำหน่อเหรียงดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15% ตามลำดับตลอดระยะเวลาการหมัก 30 วัน พบว่าน้ำหมักในสูตรที่ 10 ที่ความเข้มข้น 15% เป็นสูตรที่มีความเหมาะสมที่สุด ทำการเปรียบเทียบน้ำหมักในสูตรที่ 11, 12 และ 13 โดยมีน้ำผักกาดกรุงดองเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15% ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาการหมัก 30 วัน พบว่าน้ำหมักสูตรที่ 13 ที่ความเข้มข้น 15% เป็นสูตรที่มีความเหมาะสมที่สุดโดยมาตรฐานของน้ำหมักจะมีค่า pH ต้องไม่เกิน 4.5 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เชื้อ *Staphylococcus aureus* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม *Escherichia coli* โดยทำการวิเคราะห์โดยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ปริมาณยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 13 สูตร พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 15% ของปริมาณต้น

เชื้อทั้ง 4 ชนิดจะมีความเหมาะสมมากที่สุดในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 15% มีปริมาณความเข้มข้นของต้นเชื้อมากที่สุด ที่ระยะเวลาการหมักเพิ่มมากขึ้นปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมีความสอดคล้องกับปริมาณของยีสต์ ปริมาณกรดอินทรีย์ และปริมาณของแอลกอฮอล์ ซึ่งจะผันตรงกับระยะเวลาของการหมัก และยังพบว่าเมื่อระยะเวลาของการหมักเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มมีค่าลดลง แต่พบในระดับที่ยอมรับได้ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค [1] เนื่องจากความเป็นกรดในน้ำหมักมีมากขึ้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ หรือกำจัดจุลินทรีย์หลายชนิดโดยเฉพาะจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อโรค จึงทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ในสภาวะแวดล้อมที่มีค่า pH ต่ำได้ [2]

ปริมาณค่า pH และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugar) จะแปรผกผันกับปริมาณกรดอินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และสร้างผลผลิตออกมาในน้ำหมัก ดังนั้นเมื่อระยะเวลาของการหมักผ่านไปปริมาณน้ำตาลในน้ำหมักจะลดลงเนื่องจากถูกกลุ่มของจุลินทรีย์ในน้ำหมักใช้ไป [3] และค่า pH มีแนวโน้มลดต่ำลงเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการหมัก

จากการตรวจปริมาณของยีสต์ อาจเนื่องจากกระบวนการหมักแบบปิดเป็นระบบไม่ให้อากาศ จึงทำให้ราส่วนใหญ่ที่กลุ่มที่ต้องการอากาศไม่สามารถอยู่รอดได้ [4] ยีสต์มีคุณสมบัติในการหมักน้ำตาลในกระบวนการหมักผัก และผลไม้ (อาจใช้น้ำตาลทรายแดง หรือน้ำตาลอ้อย) ยีสต์จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หลังจากการหมักวัสดุอินทรีย์ด้วยน้ำตาล (1-2 วัน จะได้กลิ่นแอลกอฮอล์) ยีสต์ในธรรมชาติจะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนเซลล์ เนื่องจากได้แหล่งอาหารจากน้ำตาล [5] โดยจะปรากฏอยู่ที่บริเวณผิวหน้าน้ำหมักอาจจะเรียกว่า Top yeasts เมื่อการหมักลดลงจะตกตะกอนลงในกระบวนการหมักนั้นจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำมาก แต่ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็นกรดสูงระหว่าง 4.0-6.5 และดำรงชีพอยู่ได้ในสภาพที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักระหว่าง 1.5-3.5 จะมีจุลินทรีย์กลุ่มอื่นร่วมทำปฏิกิริยาอยู่ด้วยซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นกรดอินทรีย์เกิดขึ้นมากทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักมีความเป็นกรดสูงสภาวะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำนั้น มีผลดีต่อการควบคุมจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ และในขณะเดียวกันแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักเป็นปัจจัยที่ควบคุมคุณภาพของน้ำหมัก อีกทั้งกลิ่นแอลกอฮอล์เพียงเล็กน้อยทำให้รสชาติของน้ำหมักน่าบริโภคมากขึ้น

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 13 สูตร พบว่าสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับในด้านสี กลิ่น รสหวาน ความข่น รสเปรี้ยว และความชอบโดยรวม มากที่สุด คือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ด้านต่างๆ นั้นผู้บริโภคจะให้การยอมรับในแต่ละสูตรที่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากต้นเชื้อที่ระดับความเข้มข้น 15% อาจจะมีรสชาติที่เปรี้ยวจนเกินไปผู้บริโภคจึงไม่ชอบบริโภค เนื่องจากปกติในการรับประทานผักดองของชาวบ้านนั้นจะใช้เวลาในการดอง 2-3 วัน ก็สามารถรับประทานได้แล้ว แต่ทางผู้ทดลองได้ทำการทดลองในส่วนของต้นเชื้อจำนวน 10 วัน จึงส่งผลต่อความไม่ชอบของผู้บริโภคอีกด้วย [6] เพราะถ้าหมักนานความเป็นกรดอาจเพิ่มขึ้น และกลิ่นแอลกอฮอล์หายไป ทำให้น้ำหมักยิ่งหมักนานจึงไม่น่าบริโภค ดังนั้น น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตขึ้นได้นี้สามารถนำไปบริโภคได้โดยวิธีการบริโภคนั้นควรเจือจางน้ำหมักชีวภาพกับน้ำต้มสุกที่อัตราส่วน 1 : 20 จะมีความปลอดภัยสูงสุด (ปริมาณกรดเจือจางลงทำให้ไม่กัดก่อนฟัน และกระเพาะอาหาร) ตามการบริโภคน้ำหมักทั่วไป ซึ่งเป็นการผลิตให้ได้รูปแบบ โดยมีกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่จะทำให้ได้น้ำหมักชีวภาพที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน และปลอดภัย เพื่อให้ได้คุณค่าของผลิตภัณฑ์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

[1] มิ่งขวัญ มิ่งเมือง. (2517). *การศึกษาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในขณะหมักดองผักกาดเขียว*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[2] นิธิยา รัตนาปนนท์; และ วิบูลย์ รัตนาปนนท์. (2543). *สารพิษในอาหาร*. กรุงเทพฯ: โอเดียน.

[3] Collins, F.M., and Carter, P.B. (1978). Growth of *Salmonellae* in fected germfree mice. Intec. Immun. 21: 41-47.

[4] นงลักษณ์ สุวรรณพานิช; และ ปรีชา สุวรรณพานิช. (2548). *จุลชีววิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[5] อานัฐ ตันโช. (2548). *เกษตรธรรมชาติ*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.).

[6] ปราณี อ่านเปรื่อง. (2557). *หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.