การศึกษาแนวทางการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากกระบวนการหมักหน่อไม้

Study on the possibility of fermented bamboo shoot beverage

จริญญา แซ่เฮ้ง
พัชรี วัลลา

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การศึกษาแนวทางการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากกระบวนการหมักหน่อไม้

Study on the possibility of fermented bamboo shoot beverage

จัดทำโดย

จริญญา แซ่เฮ้ง รหัสนักศึกษา 58080014

พัชรี วัลลา รหัสนักศึกษา 58080048

ได้รับพิจารณาความเห็นชอบจาก

ปาจรีย์ อิงคะสุภัทร

.....

(ดร. ปาจรีย์ อิงคะสุภัทร)

15 / กค. / 62

.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การศึกษาแนวทางการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากกระบวนการหมักหน่อไม้
ชื่อนักศึกษา	จริญญา แซ่เฮ้ง รหัสนักศึกษา 58080014
	พัชรี วัลลา รหัสนักศึกษา 58080048
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ปาจรีย์ อิงคะสุภัทร

บทคัดย่อ

หน่อไม้เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีระยะเวลาการเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝนและนิยมนำมาบริโภคในรูปของหน่อไม้ดองหรือหน่อไม้ตากแห้ง เนื่องจากหน่อไม้มีอายุการเก็บสั้นจึงจำเป็นต้องผ่านกระบวนการแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของหน่อไม้ให้นานมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามความหลากหลายของการแปรรูปผลิตภัณฑ์หน่อไม้ในท้องตลาดยังมีไม่มากและอาจยังไม่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคในยุคปัจจุบันได้ ดังนั้นทางทีมผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ที่ใช้หน่อไม้ซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรมาผ่านกระบวนการเพื่อเพิ่มมูลค่า โดยการนำหน่อไม้มาหมักเพื่อผลิตเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ซึ่งงานวิจัยนี้มีการแบ่งชุดการทดลองการหมักหน่อไม้ออกเป็น 2 ชุดการทดลอง คือ การหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติและการหมักหน่อไม้ร่วมกับการใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong สารละลายน้ำตาลที่ถูกนำมาใช้เป็นแหล่งคาร์บอนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักคือสารละลายน้ำตาลทรายแดงที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 และ 8 เปรียบเทียบกับสารละลายน้ำตาลสีรำที่ความเข้มข้นเดียวกัน น้ำหมักหน่อไม้ที่ได้ถูกนำไปตรวจวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางด้านเคมี, จุลินทรีย์ และความชอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลือรอด, ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), การประเมินค่าความเป็นกรด (% lactic acid), ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu รวมถึงการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-points hedonic scale ซึ่งพบว่า การหมักหน่อไม้โดยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ในสารละลายน้ำตาลทรายแดงมีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีใน 48 ชั่วโมงแรก ส่งผลให้ค่าพีเอชและปริมาณกรดแลคติกมีค่าลดลงตามลำดับ ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดของตัวอย่างหน่อไม้หมักแบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong มีค่าสูงกว่าตัวอย่างหน่อไม้หมักแบบธรรมชาติและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การใช้สารละลายน้ำตาลทรายแดงเป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ยังส่งผลให้ค่าความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดสูงกว่าการใช้สารละลายน้ำตาลสีรำ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักที่มากขึ้น

คำสำคัญ : หน่อไม้ กระบวนการหมัก แบคทีเรียแลคติก ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Study on the possibility of fermented bamboo shoot beverage
Student name	Jarinya Sae-heng Student ID 58080014
	Patcharee Walla Student ID 58080048
Program	Bachelor of Science in Food Science and Technology
Year	2019
Advisor	Dr. Pajaree Ingkasupart

ABSTRACT

Bamboo shoots are an agricultural product that usually harvested in rainy season, which mainly consumed as fermented bamboo and dried bamboo for a variety of culinary uses. Because the bamboo shoots have a short shelf-life so it has to be processed to extend the shelf life. However, it does not have many kind of bamboo shoot products in the market and also not responding to a consumer needs. For this reason, an idea of this research was set to develop value added bamboo shoots product as an alternative choice by creating a new product name is "fermented bamboo shoot beverage". The bamboo shoot was fermented in two batches. First batch, bamboo shoot was fermented as native fermentation without adding a specific microorganism. Second batch, bamboo shoot was fermented with *Lactobacillus plantarum* Hong. Sugar solution used in both fermentation are dark brown and light brown sugar solution (6% and 8 w/v). Sample was determine total microorganism survived, pH, acidity in terms of % lactic acid, antioxidant activity by DPPH method (%scavenging activity), total phenolic content by Folin-Ciocalteu method, and sensory evaluation by 9-points hedonic scale.

The results indicated that bacterial growth of bamboo shoot sample fermented with *Lactobacillus plantarum* Hong in dark brown sugar solution was rapidly increased in first 48 hours then slightly decreased by the time to time which caused an effect on pH; slightly decreased, and acidity; slightly increased. Total phenolic content and % scavenging activity values of the fermented with *Lactobacillus plantarum* Hong sample were higher than the native fermentation in dark brown sugar solution as the fermentation time increased

Keywords: Bamboo shoots, Fermentation, Lactic acid bacteria, Antioxidant, Total phenolic compound

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่องการศึกษาแนวทางการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากกระบวนการหมักหน่อไม้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ทางผู้จัดทำปัญหาพิเศษ ขอขอบพระคุณ ดร.ปาจรีย์ อิงคะสุภัทร อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่ามาให้ คำแนะนำ ตักเตือน เอาใจใส่ และตรวจทานรวมถึงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณอาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่คอยให้ปรึกษาและแนะนำตลอดในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.สวามินี นวลแขกุล ที่ช่วยให้คำปรึกษาและคำแนะนำในเรื่องกระบวนการเตรียมตัวอย่างหน่อไม้ และน้ำหมักหน่อไม้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่สนับสนุนและให้กำลังใจในทุกด้าน รวมถึงให้คำปรึกษาและให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือในทุกๆด้านเสมอมา

ในนามของคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานปัญหาพิเศษที่กลุ่มของข้าพเจ้าได้ศึกษาและค้นคว้า มานี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย หากรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

จริญญา แซ่เฮ้ง
พัชรี วัลลา
21 มิถุนายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญภาพ..... VIII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 1

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 2

2.1 หน่อไม้ (BambooShoot)..... 2

2.2 หน่อไม้ไผ่รวก (BambooShoot)..... 3

2.3 กระบวนการหมัก (Fermantation)..... 3

2.4 แบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria)..... 6

2.5 แหล่งอาหารของจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการหมัก..... 8

2.6 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำหมักเพื่อสุขภาพ..... 9

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง..... 11

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี..... 11

3.2 อุปกรณ์..... 11

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง..... 12

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 17

4.1 ผลการเปรียบเทียบกระบวนการหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติกับการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong..... 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลสีรำที่ใช้ในกระบวนการหมักหน่อไม้ในความเข้มข้นที่ต่างกัน 22
4.3 ผลความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ 23
4.4 ผลจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างหน่อไม้หมัก 28
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 37
บรรณานุกรม 38
ภาคผนวก 40
ภาคผนวก ก. การเตรียมสารเคมี 41
ภาคผนวก ข. วิธีการที่ใช้ในการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ 42
ภาคผนวก ค. วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและจุลชีววิทยา 43
ประวัติผู้เขียน 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลการวิเคราะห์การตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธีการสเปรดเพลท (Spread plate) ของตัวอย่างน้ำหมักไม้โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus platarum* Hong	18
4.2	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้จุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong	19
4.3	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ	20
4.4	แสดงปริมาณกรดแลคติกในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong	21
4.5	แสดงปริมาณกรดแลคติกในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ	22
4.6	แสดงปริมาณ % Scavenging Activity ในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong	24
4.7	แสดงปริมาณ % Scanvenging Activity ในกระบวนการหมักน้ำหมักแบบธรรมชาติ	25
4.8	แสดงปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong	26
4.9	แสดงปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดในกระบวนการหมักน้ำหมักแบบธรรมชาติ	27
4.10	แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนกาหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong โดยใช้สารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 6 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์	29
4.11	แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong โดยใช้สารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 8 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์	30
4.12	แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum Hong* โดยใช้สารละลายน้ำตาลสีรำเข้มข้นร้อยละ 6 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.13 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong โดยใช้สารละลายน้ำตาลสีรำเข้มข้นร้อยละ 8 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์..... 32

4.14 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ โดยใช้สารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 6 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์..... 33

4.15 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ โดยใช้สารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 8 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์..... 34

4.16 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ โดยใช้สารละลายน้ำตาลสีรำเข้มข้นร้อยละ 6 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์..... 35

4.17 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ โดยใช้สารละลายน้ำตาลสีรำเข้มข้นร้อยละ 8 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์..... 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากหน่อไม้	2
2.2	ผลิตภัณฑ์จากหน่อไม้ไผ่รวก	3
2.3	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารหมัก	4
2.4	ภาพรวมของคุณประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพของการหมักหน่อไม้	5
2.5	ศักยภาพการเติบโตของการหมักหน่อไม้ในอุตสาหกรรมอาหาร	6
2.6	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำหมักผลไม้	10
3.1	รายละเอียดแบบบันทึกการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หน่อไม้คือส่วนหน่ออ่อนของต้นไผ่ซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณค่าทางสารอาหารมากมาย เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต กากใย แร่ธาตุสูงและคอลเลสเตอรอลต่ำ อีกทั้งยังมีสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านจุลินทรีย์ ซึ่งหน่อไม้ที่นิยมนำมาบริโภคได้แก่ หน่อไม้ไผ่รวก หน่อไม้ไผ่ตง และหน่อไม้ไผ่หวาน นอกจากนี้หน่อไม้ยังมีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพ อาทิเช่น ป้องกันโรคมะเร็งและโรคหัวใจ เป็นแหล่งของแบคทีเรียที่ดีและช่วยในระบบย่อยอาหาร

ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวของหน่อไม้ที่เหมาะสมต่อการนำไปบริโภคคือช่วงฤดูฝน เนื่องจากหน่อไม้จะแทงหน่อออกมาจำนวนมากและหน่อจะมีลักษณะอวบอิ่ม มีรสชาติหวาน ฉ่ำ กรอบ แต่เนื่องด้วยหน่อไม้มีอายุการเก็บรักษาสั้น จึงจำเป็นต้องผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อถนอมอาหารยืดอายุการเก็บรักษาของหน่อไม้ให้นานยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามความหลากหลายของการแปรรูปผลิตภัณฑ์หน่อไม้ยังมีไม่มากและอาจยังไม่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้ทางทีมผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำหน่อไม้มาผ่านกระบวนการแปรรูปเพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งผลิตเป็นเครื่องดื่มน้ำหมักจากหน่อไม้เพื่อสุขภาพเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับหน่อไม้และเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในท้องตลาด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลของการหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติและการหมักหน่อไม้โดยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำตาลสีรำกับน้ำตาลทรายแดงที่ใช้ในกระบวนการหมักหน่อไม้ในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

1.2.3 เพื่อทราบถึงระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำหมักหน่อไม้เพื่อสุขภาพ

1.2.4 เพื่อศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดตัวอย่างหน่อไม้หลังผ่านกระบวนการหมัก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบถึงสภาวะการหมัก และระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสมของเครื่องดื่มน้ำหมักหน่อไม่เพื่อสุขภาพ

1.3.2 ทราบถึงแนวทางในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำหมักหน่อไม้เพื่อสุขภาพที่ผู้บริโภคยอมรับต่อรสชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หน่อไม้ (Bamboo Shoot)

หน่อไม้ (Bamboo shoot) เป็นผลผลิตทางการเกษตรจากไผ่ เป็นไม้ยืนต้นมีอายุยืนยาว มีเหง้าใต้ดินแตกออกขึ้นเป็นกอออกหน่อเหนือดิน มีกาบหุ้มหน่อสีเหลืองอมเขียว มีลำต้นเป็นปล้องๆ แบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ ลำต้นใต้ดินและลำต้นเหนือดิน มีหน่ออ่อนแตกเหง้าออกจากดินเป็นลำต้นเหนือดิน สูงตรงผอมเรียว มีริ้วรอยของกาบใบที่หลุดไป มีลักษณะทรงกลมยาว มีเป็นข้อปล้องข้างในกลมกลวง เนื้อไม้แข็งมีสีเขียวและหน่อออกอยู่ใต้ดินอวบ มีกาบหุ้มหน่อสีเหลืองอมเขียว ใช้รับประทานเนื้อแน่นฉ่ำน้ำ มีสีขาว มีรสชาติหวานกรอบและมีกลิ่นเฉพาะตัว ถ้าปล่อยไว้จะเป็นต้นที่มีหนามมีกิ่งก้านสาขาแตกออกปลายลำต้น ใบมีลักษณะทรงรี เรียวยาวเล็กๆ มีสีเขียว มีขนสากๆ ควรต้มให้สุกก่อนนำมาประกอบอาหารเมนูต่างๆ ได้หลายเมนู หน่อไม้มีหลากหลายสายพันธุ์แต่ที่นิยมนำมารับประทานคือ ไผ่รวก ไผ่ตง ไผ่หวาน (Kornberger, 2017)

ภาพที่ 2.1 ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากหน่อไม้

ที่มา : http://songkhlatoday.com/paper/116935

https://www.bigc.co.th/fresh/0093460103718.html

http://www.tcc-chaokoh.com/categories/index/25

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4207/หน่อไม้ไผ่รวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หน่อไม้ไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis*)

เป็นพืชล้มลุกที่มีอายุหลายปี มีลักษณะเป็นไม้พุ่มเป็นกอ ลำต้นตั้งตรงเป็นทรงกระบอกกลวง ขนาด 2-5 เซนติเมตร ผิวเกลี้ยง สีเขียวอมเทา ไม่มีหนาม เนื้อแข็ง มีข้อปล้องชัดเจน โดยในแต่ละปล้องยาว 15-30 เซนติเมตร เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ผิวใบด้านบนเรียบมีสีเขียวอ่อน เมื่อใบแก่มีสีเหลืองอ่อน มีกาบหุ้มลำต้นบางแนบชิดลำต้น ยอดกาบ บางเรียวสอบไปหาปลาย กาบตอนปลายกาบตรงที่ต่อกับใบจะมีลิ้นใบ ไม้ไผ่นิยมใช้ในการทำรั้ว ทำคันเบ็ด ทำเครื่องจักสาน ส่วนบริเวณหน่อนั้นสามารถนำมารับประทานได้ นอกจากนี้ยังช่วยในการแก้ริดสีดวงทวารหนัก บำรุงร่างกาย ล้างโลหิตระดูที่เสียได้ หน่อไม้ไผ่รวกนิยมนำมาแปรรูปเป็น ซุปหน่อไม้ และแกงหน่อไม้ใบย่านาง ซึ่งเป็นอาหารท้องถิ่นของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช, 2561)

ภาพที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์จากหน่อไม้ไผ่รวก
ที่มา: https://cooking.kapook.com/view158188.html

2.3 กระบวนการหมัก (Fermentation)

การหมัก (Fermentation) เป็นการถนอมอาหาร (Food preservation) ที่ใช้จุลินทรีย์ต่างๆ เช่น แบคทีเรีย (Bacteria) ยีสต์ (Yeast) หรือรา (Mold) ซึ่งเป็นเชื้อเริ่มต้น (Starter) ที่อาจเป็นเชื้อบริสุทธิ์ เชื้อผสม เช่น ลูกแป้งโคจิ หรือเชื้อที่ปนเปื้อนจากธรรมชาติ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ในอาหารเกิดเป็นสารต่างๆ เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) กรดอินทรีย์ และคาร์บอนไดออกไซด์ การหมักสามารถเกิดได้ทั้งในสภาวะที่มีอากาศ (Aerobic fermentation) หรือไม่มีอากาศ (Anaerobic fermentation) (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2553)

วัตถุประสงค์ของการหมัก

1). เพื่อการถนอมอาหาร ยืดอายุการเก็บรักษา และทำให้อาหารปลอดภัยต่อการนำไปบริโภค เพราะผลิตผลที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น เช่น กรดอินทรีย์ เอทิลแอลกอฮอล์และแบคทีริโอซิน (Bacteriocin) สามารถยับยั้งหรือชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (Microbial spoilage) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogen) ทำให้อาหารปลอดภัย ยืดอายุการเก็บรักษา สามารถเก็บรักษาอาหารเพื่อบริโภคนอกฤดูกาล กระจายสินค้าได้กว้างขวางมากขึ้น เช่น ผักดอง กิมจิ ผลไม้ดอง แหนม หน่อไม้และซาลามิ เป็นต้น

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารหมัก
ที่มา : http://www.jgbthai.com/natto/
http://xn--n3cgyi3bkb4bb.blogspot.com/2010/12/กิมจิ-ผักดองเกาหลี.html
https://www.pinterest.com/pin/526428643929766161/?lp=true

2). การหมักเพื่อลอกเปลือกหุ้มเมล็ด เช่น การหมักโกโก้ กาแฟ พริกไทยเพื่อลอกเยื่อหุ้มเมล็ดออก โดยใช้จุลินทรีย์ตามธรรมชาติย่อยสลายให้เนื้อหุ้มเมล็ดเปื่อยยุ่ยและลอกออกได้ง่าย จะใช้จุลินทรีย์จากธรรมชาติ เช่น แบคทีเรีย ในกลุ่ม Lactic acid bacteria, Acetic acid bacteria และยีสต์ ใช้สารอาหาร คือ น้ำตาลและกรดซิตริกในการเจริญและย่อยสลายให้เนื้อหุ้มเมล็ดเปื่อยแยกออกมาและเกิดเป็นสารต่างๆ ที่มีโมเลกุลเล็กลง เช่น เอทานอล กรดแลคติก กรดแอซีติก ซึ่งเป็นสารที่ระเหยได้และมีบทบาทต่อกลิ่นรส นอกจากนี้ระหว่างการหมักยังเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Enzymatic browning reaction) เป็นการพัฒนาสารเริ่มต้นที่ทำให้เกิดสีและกลิ่นรสในขั้นตอนของการแปรรูป

3). เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของการหมักด้วยจุลินทรีย์โพรไบโอติก (Probiotic) เช่น Lactic acid bacteria ในผลิตภัณฑ์ เช่น นมเปรี้ยว โยเกิร์ต แหนม และกิมจิ เป็นต้น มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ เช่น ลดคอเลสเตอรอล ช่วยการทำงานของระบบย่อยอาหารสร้างสารอาหาร เช่น กรดอะมิโนที่จำเป็น วิตามิน กรดไขมันที่จำเป็นซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ การหมักยังทำให้อาหารย่อยได้ง่ายขึ้นด้วย

4). ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่และเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ จุลินทรีย์สร้างเอนไซม์ได้หลากหลายชนิดระหว่างการหมักเพื่อย่อยสลายสารตั้งต้น เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ซึ่งมีโมเลกุลใหญ่เกิดเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารใหม่ที่มีโมเลกุลเล็กลง ระเหยได้ง่ายขึ้นทำให้อาหารหมักมีคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น และรสชาติที่แตกต่างจากวัตถุดิบและไม่สามารถเลียนแบบได้จากการแปรรูปอาหารด้วยวิธีอื่น

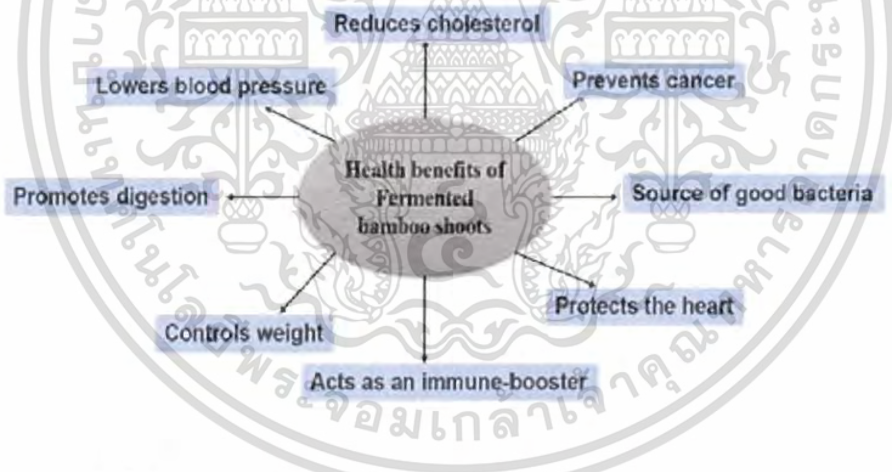
ปัจจัยที่มีผลต่อการหมัก

1). ชนิดจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และรา

2). วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการหมัก

3). การควบคุมสภาวะการหมัก เช่น อุณหภูมิ ออกซิเจน เกลือ และความเป็นกรด

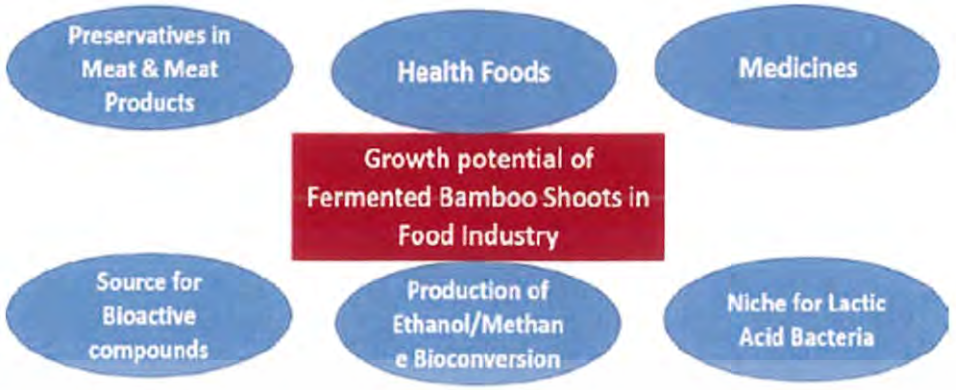
การหมักหน่อไม้ทำให้เกิดแหล่งของแบคทีเรียที่ดีต่อสุขภาพ ได้แก่ แบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญต่อการหมักดองและยังเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compound) การหมักหน่อไม้มีคุณประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างมาก เช่น ช่วยลดคอเลสเตรอล ป้องกันโรคมะเร็ง ช่วยในระบบย่อยอาหาร ช่วยลดความดันในเลือดและป้องกันโรคหัวใจ เป็นต้น นอกจานี้การหมักหน่อไม้ยังมีคุณประโยชน์ทางการแพทย์โดยเฉพาะแบคทีเรียจำพวกโปรไบโอติก (Probiotics) อาทิเช่น ควบคุมจุลินทรีย์ในลำไส้และยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหาร กระตุ้นให้เกิดระบบภูมิคุ้มกัน (Badwaik และคณะ, 2014)



ภาพที่ 2.4 ภาพรวมของคุณประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพของการหมักหน่อไม้

ที่มา : Badwaik และคณะ, 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 ศักยภาพการเติบโตของการหมักหน่อไม้ในอุตสาหกรรมอาหาร

ที่มา : Badwaik และคณะ, 2014

2.4 แบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria)

แบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria) เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่ไม่เคลื่อนที่ (Nonmotile) ไม่สร้างเอนไซม์แคตาเลส (Catalase negative) ไม่สร้างสปอร์ (Non-spore forming) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งรูปร่างแท่งและรูปร่างกลม การจัดเรียงกลุ่มแบคทีเรียแลคติก ในสกุลต่างๆ ขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะ รูปแบบของการหมักน้ำตาลกลูโคส และการเจริญที่อุณหภูมิต่างๆ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกนั้นสามารถเจริญได้ดีในที่ที่มีเกลือความเข้มข้นสูง และการทนต่อกรดหรือด่าง แบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกเป็นสารเมตาบอไลท์ทุติยภูมิ สามารถพบได้ในอาหารหลายชนิดโดยเฉพาะในนม ผัก และผลไม้ ส่วนมากแบคทีเรียชนิดนี้เป็นแบคทีเรียที่เจริญในสภาวะที่ไม่มีอากาศ แต่ไม่ตายในสภาวะที่มีอากาศ แบคทีเรียแลคติกขาดสารไซโตโครม (Cytochromes) และฟอร์ไฟลิน (Porphyrins) จึงไม่เกิดเอนไซม์แคตาเลส (Catalase) และออกซิเดส (Oxidase) (สุมณฑา, 2545) แบคทีเรียแลคติกสร้างพลังงานจากการหมักคาร์โบไฮเดรต แล้วเกิดกรดแลคติกจากปฏิกิริยา 2 ทาง คือ วิถีทางที่ได้แลคเตทเพียงอย่างเดียว เรียกว่า โฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (Homofermentative) และวิถีทางที่ได้แลคเตทร่วมกับสารอื่นในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เรียกว่า เฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ (Heterofermentative) (สมใจ, 2537)

1) โฮโมเฟอร์เมนเททีฟแบคทีเรีย (Homofermentative bacteria) เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกได้ในปริมาณร้อยละ 85 หรือมากกว่าจากการหมักคาร์โบไฮเดรต โดยทั่วไปการหมักน้ำตาลกลูโคส 1 โมล ได้กรดแลคติก 1.8 โมล นอกจากนี้ยังได้กรดอะซิติก เอทานอล และ คาร์บอนไดออกไซด์เล็กน้อย

2) เฮทเทอโรเฟอร์เมนเตทีฟ (Heterofermentative bacteria) เป็นแบคทีเรียที่หมักคาร์โบไฮเดรต เช่น น้ำตาลกลูโคสได้เป็นกรดแลคติก ประมาณร้อยละ 50 นอกเหนือจากนั้นให้กรดอะซิติก แอลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะหมักน้ำตาลกลูโคส 1 โมล แล้วสร้างกรดแลคติกได้น้อยกว่า 1.8 โมล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันได้มีการจัดจำแนกแบคทีเรียแลคโตบาซิลไลออกเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม ดังนี้ (สุมณฑา, 2545)

1) กลุ่มที่ทำให้เกิดการหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟเพียงอย่างเดียว (Obligate homofermenter) สปีชีส์ที่นิยมใช้ในการหมัก ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus, L. delbruckii* และ *L. helveticus*

2) กลุ่มที่ทำให้เกิดการหมักได้ทั้งสองแบบ (Facultative heterofermenter) สปีชีส์ที่นิยมใช้ในการหมัก ได้แก่ *L. plantarum, L. casei* และ *L. sake*

3) กลุ่มที่ทำให้เกิดการหมักแบบเฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟเพียงอย่างเดียว (Obligate heterofermenters) สปีชีส์ที่นิยมใช้ในการหมักได้แก่ *L. bervis, L. fermentum* และ *L. kefir*

สำหรับแบคทีเรียแลคติกชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่แลคโตแบซิลไล (สุมณฑา, 2545) ประกอบด้วย

1) จีนัส ลิวโคนอสตอค (*Leuconostoc*) เป็นแบคทีเรียแลคติกที่มีรูปร่างกลมซึ่งเป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้สามารถจำแนกออกจากแบคทีเรียชนิดแลคโตแบซิลไลได้ง่าย แบคทีเรียชนิดนี้ไม่นิยมนำมาใช้ในการหมักกรดแลคติก เนื่องจากเกิดเมือกหลังจากการหมัก

2) จีนัส เพดิโอคอกคัส (*Pediococcus*) เป็นแบคทีเรียแลคติกที่นิยมนำมาใช้ในการหมักกรดแลคติกมากกว่า เช่น *P. pentosaceus* ส่วน *P. halophilus* ในปัจจุบันถูกจัดไว้ในสปีชีส์ใหม่ที่มีชื่อว่า *Tetragenococcus halophilus*

3) จีนัส เสตรปโตคอกคัส (*Streptococcus*) เป็นแบคทีเรียแลคติกอีกสปีชีส์ที่แสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียในกลุ่มเสตรปโตคอกไคมีลักษณะเด่นที่สามารถจำแนกออก ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ *Enterococci, Lactococcus* และ *Streptococcus* (อำพรรณ, 2551)

ประโยชน์ของแบคทีเรียแลคติกต่อกระบวนการหมัก

1) ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ จากการศึกษาในกลุ่มของธัญพืชพบว่าคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นจากกิจกรรมการหมักที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต เช่น ในเทมเป้จากข้าวสาลีเนื่องจากมีจุลินทรีย์บางชนิดสังเคราะห์วิตามินที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์จึงทำให้องค์ประกอบของวิตามินในอาหารที่ผ่านการหมักสูงกว่าอาหารที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก

2) การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ บทบาทของแบคทีเรียกรดแลคติกในอาหารหมัก พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยมากขึ้น ตลอดจนสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้นานมากยิ่งขึ้น

3) แบคทีเรียกรดแลคติกมีกิจกรรมในการลดปริมาณคอเลสเตอรอลในกระแสเลือด

4) กิจกรรมในการป้องกันมะเร็ง โดยเฉพาะ *Lactobacillus acidophilus* เป็นแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับมะเร็งในลำไส้ใหญ่

5) ช่วยในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย (ปิ่นมณี, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 แหล่งอาหารของจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการหมัก

2.5.1 แหล่งคาร์บอน (Carbon source) แหล่งคาร์บอนอยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และสารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งน้ำตาล (Sugar) จัดเป็นสารชีวโมเลกุลคาร์โบไฮเดรตประเภทสารให้พลังงานที่มีรสหวาน จึงถูกนำมาใช้เป็นสารให้ความหวาน (Sweetener) ในอาหาร ละลายได้ดีในน้ำ นิยมนำมาใช้ประโยชน์ ในหลายด้าน เช่น ใช้ในการปรุงอาหาร ใช้เป็นอาหารเสริมให้แก่ร่างกาย เป็นต้น ชนิดของน้ำตาลที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ น้ำตาลซูโครส หรือ น้ำตาลทราย ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมที่ ผลิตจากอ้อย (Sugar cane) ในเขตร้อน และผลิตจากหัวบีท (Beet root) ในเขตอบอุ่น โดยมีกระบวนการผลิตที่คล้ายกัน คือ การสกัดเอาสารละลายน้ำตาล จากนั้นนำมากรอง แล้วต้มระเหยน้ำออกเพื่อลดปริมาณความชื้นลง และสุดท้ายเป็นการตกผลึกได้ผลผลิตเป็นก้อนน้ำตาลขนาดเล็ก นอกจากรสชาติที่หวานแล้วน้ำตาลยังสามารถช่วยในการเพิ่มความหนืด เพิ่มระดับสี เป็นสารกันบูด และยับยั้งการแข็งตัวของโปรตีนได้อีกด้วย ตัวอย่างน้ำตาลที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรม เช่น

2.5.1.1 น้ำตาลสีรำ (Brown sugar) เป็นน้ำตาลทรายขาวชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นเกล็ดใส มีสีน้ำตาลอ่อนที่เกิดจากกากน้ำตาลที่ได้จากการตกผลึกน้ำตาล มีเกล็ดขนาดเล็ก และมีความชื้นน้อยกว่าน้ำตาลทรายดิบ

2.5.1.2 น้ำตาลทรายดิบ (Raw sugar) เป็นน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในรูปผลึกที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ มีลักษณะเป็นผลึกสีน้ำตาลอ่อนหรือน้ำตาลเข้ม มีความชื้นปานกลาง มีกากน้ำตาลมาก เกล็ดน้ำตาลจับตัวกันแน่น ไม่ร่วน สามารถผลิตได้จากน้ำอ้อย ประกอบด้วยการหีบอ้อย การแยกสิ่งสกปรกด้วยการตกตะกอน การฟอกสีด้วยปูนขาว น้ำตาลชนิดนี้ไม่ใช่น้ำตาลบริโภค แต่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

2.5.1.3 น้ำตาลทรายขาว (Plantation or mill white sugar) เป็นน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในรูปผลึก มีสีขาวถึงเหลืองอ่อน มีกากน้ำตาล และความชื้นน้อย เกล็ดน้ำตาลจับตัวไม่แน่น มีความร่วนกว่าน้ำตาลทราบดิบ ใช้การฟอกสีน้ำอ้อยด้วยก๊าซ SO_2 หรือ ก๊าซ CO_2 น้ำตาลชนิดนี้นิยมใช้สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร น้ำอัดลม รวมถึงจำหน่ายสำหรับใช้ในครัวเรือน

2.5.1.4 น้ำตาลทรายแดง (Soft brown sugar) เป็นน้ำตาลที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลแดง มีกลิ่นน้ำตาลไหม้ เป็นน้ำตาลที่มีความชื้นสูงทำให้ไม่จับตัวเป็นก้อน ขนาดผลึกขึ้นกับปริมาณกากน้ำตาล หากมีกากน้ำตาลมาก สีจะเข้ม ผลึกจะใหญ่ และเกาะกันแน่น ให้รส และกลิ่นแรง บางครั้ง เรียกว่า น้ำตาลดิบ เพราะเป็นน้ำตาลที่ไม่ได้ทำให้บริสุทธิ์ มีการผลิตทั้งในระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรม น้ำตาลชนิดนี้ นิยมใช้แทนน้ำตาลทรายขาว เช่น ใช้แทนน้ำตาลทรายอื่นที่มีราคาสูงในการผลิตซีอิ๊วและใช้ผสมอาหาร (เกศรินทร์, 2555)

2.5.2 แหล่งของอิเล็กตรอน (Electron source) แบคทีเรียต้องการอิเล็กตรอนเพื่อใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม แบคทีเรียจำพวกที่ใช้สารอนินทรีย์เป็นแหล่งอิเล็กตรอนนั้นเรียกว่า ลิโธโทรฟ (Lithotroph) ส่วนแบคีเรียจำพวกที่ใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งอิเล็กตรอนเรียกว่า ออร์แกโนโทรฟ (Organotroph)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 แหล่งไนโตรเจน (Nitrogen source) แหล่งของไนโตรเจนมีทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ แหล่งที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น กรดอะมิโน เพปไทด์ โปรตีน แหล่งที่เป็นสารอนินทรีย์ เช่น เกลือไนไทรต์ ไนเทรต หรือ แอมโมเนียม

2.5.4 แหล่งของออกซิเจน ซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัส ออกซิเจนได้มาจากหลายแหล่ง เช่น น้ำ และสารอาหาร แหล่งของซัลเฟอร์อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ หรือสารอนินทรีย์ ซัลเฟอร์มีความจำเป็น ในการสังเคราะห์กรดแอมิโนบางชนิดแหล่งของฟอสเฟตอาจอยู่ในรูปของฟอสเฟตที่เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก นิวคลีโอไทด์ ฟอสโฟลิพิด กรดไทโคอิก และสารอื่นๆ

2.5.5 ไอออนของโลหะหนัก ไอออนของโลหะหนักมีความจำเป็นต่อการเจริญตามปรกติของแบคทีเรีย เช่น K^{+}, Mg^{2+} , Ca^{2+}, Fe^{2+} เป็นต้น ซึ่งบางชนิดอาจทำหน้าที่เป็น โคแฟคเตอร์ (Cofactor) ที่สำคัญของเอนไซม์ต่างๆ

2.5.6 วิตามิน แบคทีเรียต้องการวิตามินในปริมาณน้อย แต่วิตามินมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญมาก โดยทำหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ในปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2553)

2.6 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำหมักเพื่อสุขภาพ

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำหมักเพื่อสุขภาพในปัจจุบันนิยมบริโภคในรูปน้ำหมักผักผลไม้ (Infused water) เนื่องจากเป็นเครื่องดื่มที่มีเอกลักษณ์ที่สวยงามมีสีสันสดใส ที่สำคัญคือสามารถทำได้ด้วยตนเอง ซึ่งวิธีการทำคือ การนำน้ำเปล่า หรือน้ำแร่ธรรมชาติ มาหมักรวมกันกับผักผลไม้ หรือสมุนไพรต่างๆ เช่น ใบสะระแหน่ ใบโหรพา ตามความชอบของแต่ละบุคคล โดยนิยมหมักไว้ในขวด หรือโหลแก้ว ปริมาณไม่เกิน 1 ส่วน 4 ของภาชนะ จากนั้นจึงนำไปแช่เย็นเพื่อให้ได้ความเย็นสดชื่น ทิ้งไว้ประมาณ 6-8 ชั่วโมง จนกลิ่นและรสของผักผลไม้ออกมาผสมกับน้ำแล้วนำมาบริโภค นักโภชนาการได้กล่าวว่า น้ำหมักผักผลไม้ ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการลดบริโภคหวาน สำหรับคนที่ติดน้ำอัดลม และคนที่ไม่ค่อยชอบดื่มน้ำเปล่า เพราะ Infused water จะมีรสชาติจากผัก และผลไม้ ที่เราเลือกใส่ลงไป จึงช่วยทำให้ดื่มน้ำได้อร่อยขึ้น นอกจากนั้นยังได้รับแร่ธาตุ และวิตามินธรรมชาติ ที่ให้ผลเรื่องการดีท็อกซ์ (Detox) หรือระบายอ่อนๆ เมื่อดื่มตอนเช้าหลังจากตื่นนอน จะช่วยให้สดชื่น และได้รับวิตามินและเกลือแร่จากผักและผลไม้ชนิดนั้นทันที และที่สำคัญคือ การได้รับความสดชื่นจากกลิ่นและรสชาติของผักผลไม้หมัก ทำให้ผู้บริโภคหันมาดื่มน้ำมากขึ้น แต่ผักและผลไม้แต่ละชนิดมีระยะเวลาการเน่าเสียที่ต่างกัน จึงควรทำบริโภควันต่อวัน และควรเก็บไว้ในอุณหภูมิเย็นเพื่อไม่ให้เกิดการก่อตัวของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ (กิดานัล, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำหมักผักผลไม้
ที่มา: http://www.yesspathailand.com/สูตรผลิตภัณฑ์สปา/Infused-Water.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 หน่อไม้ไผ่รวก จากโรงเรียนบ้านโป่งหวาย อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี

3.1.1.2 น้ำตาลทรายแดง ยี่ห้อ มิตรผล จากบริษัท สยามแม็คโคร จำกัด (มหาชน)

3.1.1.3 น้ำตาลสีรำ ยี่ห้อ กุญแจคู่ จากบริษัท โรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์ จำกัด

3.1.1.4 เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ได้รับการอนุเคราะห์จาก Professor Dr. Jeong Hwa Hong, Inje University

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนเข้มข้นร้อยละ 1

3.1.2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaoH) เข้มข้น 0.1 โมลาร์

3.1.2.3 แอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95

3.1.2.4 แอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 70

3.1.2.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS Agar ยี่ห้อ HiMedia Laboratories Pvt.Ltd., India

3.1.2.6 อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth ยี่ห้อ HiMedia Laboratories Pvt.Ltd., India

3.1.2.7 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ยี่ห้อ Ajax Finechem, Australia

3.1.2.8 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, AR grade, Sigma-Aldrich, Germany

3.1.2.9 Ethanol, AR grade, RCI Labscan, Thailand

3.1.2.10 Folin-Ciocalteu's RS reagent, AR grade, Carlo Erba, France

3.1.2.11 Gallic acid monohydrate, Sigma, China

3.1.2.12 น้ำกลั่น (Distilled water)

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)

3.2.2 เครื่องวัดค่า pH (pH meter)

3.2.3 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)

3.2.4 ถุงชนิด PP ขนาด 8*12 นิ้ว

3.2.5 ถุงชนิด HDPE

3.2.6 หลอดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 บิวเรต (Burette)

3.2.8 แคมป์และแสตนด์ (Camp and Stand)

3.2.9 Volumetric pipette 10 ml

3.2.10 เครื่องบดเนื้อ (Counter Meat Mincer) รุ่น MG12 ยี่ห้อ Seven Five, Thailand

3.2.11 บีกเกอร์ (Beaker)

3.2.12 อุปกรณ์แปรรูป เช่น มีด เขียง กะละมัง ถาด เครื่องปั่นไฟฟ้า เป็นต้น

3.2.13 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

3.2.14 ตู้บ่มเชื้อจุลินทรีย์

3.2.15 กรวยกรอง (Funnel)

3.2.16 อุปกรณ์การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เช่น ถ้วยพลาสติกสำหรับชิมตัวอย่าง แก้วพลาสติกใส กระดาษ A4

3.2.17 แท่งแก้วสามเหลี่ยม

3.2.18 จานเพาะเชื้อพลาสติก (Standard Petri Dish Sterile) ยี่ห้อ Bioscan, Korea

3.2.19 ขวดแก้วใส ปริมาตร 300 มิลลิลิตร

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างหน่อไม้ดิบ

ตัวอย่างหน่อไม้ที่นำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นหน่อไม้ไผ่รวกสดจากบ้านโป่งหวาย ตำบลด่านแม่แฉลบ อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี หน่อไม้สดถูกนำมาเพื่อกำจัดเศษดินและสิ่งสกปรกภายนอกทันทีด้วยสารละลายไฮโปคลอไรท์เข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วน ที่เตรียมจากสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เข้มข้น จากนั้นจึงปอกเปลือกนอกตัดแต่งส่วนที่แข็งทิ้งไปและจุ่มฆ่าเชื้อโรคในสารละลายไฮโปคลอไรท์เข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วน ที่เตรียมจากสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เข้มข้น เป็นเวลา 2 นาที หน่อไม้ไผ่รวกสดถูกผึ่งให้แห้งและบรรจุในถุงซีลสุญญากาศ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาไม่เกิน 2 ปี ที่บริษัท ท้ายบ้าน ฟิชเชอรี่ จำกัด ตำบลท้ายบ้าน อำเภอเมืองสมุทรปราการ ก่อนนำตัวอย่างหน่อไม้มาทำการทดลอง หน่อไม้จะถูกนำมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดลดขนาดโดยใช้เครื่องบด (Mincer) สะเด็ดน้ำออก บรรจุลงในถุง HDPE ด้วยการสุญญากาศ ตัวอย่างหน่อไม้ดิบที่บดลดขนาดแล้วถูกนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เพื่อรอใช้ในการทำงานวิจัยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การเตรียมตัวอย่างหน่อไม้หมัก

หน่อไม้ดิบบดลดขนาดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ถูกนำมาละลายที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำหน่อไม้มาต้มในน้ำเดือดโดยมีอัตราส่วนของเนื้อหน่อไม้ต่อน้ำเท่ากับ 1 : 4 เป็นเวลา 10 นาที เพื่อกำจัดความขมของหน่อไม้ จากนั้นสะเด็ดน้ำ ทิ้งไว้ให้เย็นเพื่อเข้าสู่กระบวนการหมักต่อไป โดยในกระบวนการหมักนั้นจะใช้สารละลายน้ำตาลทรายแดงและสารละลายน้ำตาลสีรำเข้มข้นร้อยละ 6 และ 8 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ โดยอัตราส่วนของหน่อไม้ต่อสารละลายน้ำตาลเท่ากับ 1 : 2 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ซึ่งใช้ระยะเวลาในการหมักทั้งสิ้น 20 วัน การทดลองหมัก 2 ชุดการทดลอง ประกอบด้วย

ชุดการทดลองที่ 1 การหน่อไม้หมักแบบธรรมชาติ (Native fermentation)

ขั้นตอนการทำเริ่มจากชั่งหน่อไม้ปริมาณ 100 กรัม บรรจุใส่ถุงร้อนและเติมสารละลายน้ำตาลปริมาณ 200 มิลลิลิตร ทำการไล่อากาศก่อนนำไปรัดปากถุงให้แน่นด้วยหนังยาง บ่มที่ตู้บ่มอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลองที่ 2 การหมักหน่อไม้หมักโดยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong (*Lactobacillus plantarum* Hong fermentation)

ขั้นตอนการทำเริ่มจากชั่งหน่อไม้ปริมาณ 100 กรัม บรรจุใส่ถุงร้อนและเติมสารละลายน้ำตาลปริมาณ 200 มิลลิลิตร ปิเปตเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ที่ผ่านการเลี้ยงบ่มในสภาวะอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ใส่ในตัวอย่างปริมาณ 15 มิลลิลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 5 โดยปริมาตร จากนั้นนำตัวอย่างไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

3.3.3 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong

นำสต็อกเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียสมาละลาย แล้วจึงนำไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth ที่ผ่านกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที สภาวะการบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า (Shaking incubater) แล้วจึงกระตุ้นเชื้อจุลินทรีย์อีกหนึ่งรอบในอาหาร MRS broth ใหม่ โดยมีสภาวะการบ่มที่อุณหภูมิและเวลาเท่าเดิม เพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ที่มีความแข็งแรงมากที่สุดเข้าสู่กระบวนการหมักต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างหน่อไม้หมัก

3.3.4.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพ

ตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ถูกนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีทุกๆ 2 วัน โดยกรองตัวอย่างที่ผ่านการหมักด้วยผ้าขาวบาง บรรจุในขวดพลาสติกปริมาตร 120 มิลลิลิตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องซาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

3.3.4.2 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

นำตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ปริมาตร 50 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ที่ผ่านการปรับค่ามาตรฐาน (Calibrate) ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ (AOAC, 1990)

3.3.4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติกทั้งหมด

นำตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ทำการไทเทรตจนตัวอย่างถึงจุดยุติหรือแสดงสีชมพูระเรื่อ บันทึกปริมาตรเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณค่าความเป็นกรด (% Lactic acid) ต่อไป

3.3.4.4 การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างหน่อไม้หมักด้วยวิธีการ DPPH

การวิเคราะห์หากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ ดำเนินการโดยการประยุกต์ด้วยวิธีการดีพีพีเอช (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, DPPH) ของ Fukumoto และคณะ, 2000 เริ่มจากเจือจางตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้จำนวน 10 เท่า หรือเจือจางให้ตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้มีความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 0.05 กรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น โดยตัวอย่างที่ผ่านการเจือจางแล้ว ปริมาณ 22 ไมโครลิตร ถูกนำมาทำปฏิกิริยากับสารละลาย DPPH เข้มข้น 300 ไมโครโมลาร์ ในสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาณ 200 ไมโครลิตร ในที่มืดอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (% Scavenging activity) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 (Ingkasupart และคณะ, 2015)

$$\% \text{ Scavenging activity} = [(Abs_{blank} - Abs_{sample}) / Abs_{blank}] \times 100 \quad \text{---------- (1)}$$

เมื่อ Abs_{blank} = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของน้ำกลั่นผสมกับสารละลาย DPPH

Abs_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของตัวอย่างผสมกับสารละลาย DPPH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.5 การวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด (Total phenolic compounds) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu

การวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดดำเนินการโดยนำตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ที่ผ่านการเจือจางให้มีความเข้มข้น 0.05 กรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ปริมาณ 20 ไมโครลิตร ผสมกับสารทำปฏิกิริยา Folin-Ciocalteu (อัตราส่วนการเจือจางในน้ำกลั่นเท่ากับ 1:10) ปริมาณ 100 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 2 นาทีในที่มืด จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เข้มข้นร้อยละ 7.5 โดยมวลต่อปริมาตร จำนวน 75 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดถูกแสดงเป็นมิลลิกรัมของกรดแกลลิก (Gallic acid, GA) ต่อกรัมของตัวอย่างแห้ง โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย (Ingkasupart และคณะ, 2015)

3.3.5 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ถูกนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลือรอดทุกๆ 2 วัน ในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ด้วยวิธีการสเปรดเพลท (Spread plate) นำตัวอย่างไปบ่มไว้ในตู้บ่มอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ที่เหลือรอดในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar แล้วบันทึกผล

3.3.6 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ถูกนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกๆ 2 วัน โดยใช้การทดสอบการให้คะแนนความชอบแบบ 9 points-hedonic scale ซึ่งมีจำนวนผู้ทดสอบทั้งสิ้น 30 คน เป็นบุคคลทั่วไปอายุ 18-50 ปี ที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน ที่คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คุณลักษณะที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ กลิ่น สี รสหวาน รสเปรี้ยว รสขม และความชอบโดยรวม รายละเอียดแบบบันทึกการทดสอบแสดงดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9-Point Hedonic Scale

ชื่อผู้ทดสอบ ..... วันที่ .....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดย กำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

หมายเหตุ : กรุณาดื่มน้ำกลั้วปากภายหลังจากทดสอบชิมในแต่ละตัวอย่าง

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง			
กลิ่น				
สี				
รสหวาน				
รสเปรี้ยว				
รสขม				
ความชอบโดยรวม				

ภาพที่ 3.1 รายละเอียดแบบบันทึกการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

ตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ที่ผ่านกระบวนการหมักเป็นระยะเวลา 20 วัน ถูกนำมาตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาโดยใช้เทคนิคการตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร MRS agar ด้วยวิธีการสเปรดเพลท (spread plate) ตรวจวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมี ได้แก่ การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) การวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติกทั้งหมด การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และการวัดปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu รวมถึงการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้การทดสอบการให้คะแนนความชอบแบบ 9 points-hedonic scale ผลการทดลองเป็นดังนี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบกระบวนการหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติกับการหมักหน่อไม้ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong

จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลือรอดของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่า ในระยะแรกจนถึงวันที่ 6 ของการหมักหน่อไม้โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ค่อนข้างคงที่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง Stationary phase จากนั้นผลการทดลองพบว่าหลังจากกระบวนการหมักหน่อไม้เป็นระยะเวลา 6 วัน การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้เข้าสู่ระยะ Death phase เนื่องจากจำนวนเชื้อจุลินทรีย์มีค่าลดลงและมีแนวโน้มลดลงมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้น สาเหตุอาจเกิดมาจากเชื้อจุลินทรีย์มีประสิทธิภาพในการใช้แหล่งอาหารที่เป็นได้ดีในช่วง 48 ชั่วโมงแรกของกระบวนการหมัก จากนั้นแหล่งอาหารมีปริมาณลดลง ทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีอาหารไม่เพียงพอในการเจริญเติบโตต่อไป อีกทั้งยังมีการสะสมของเสีย และสารพิษจากกระบวนการเมทาบอลิซึมของสารละลายน้ำตาล (Mousavi และคณะ, 2013)

ในกระบวนการหมักน้ำหน่อไม้แบบธรรมชาติผลการทดลองพบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus* spp. ในตัวอย่าง ซึ่งอาจปนเปื้อนมาจากดินที่ใช้ในการเพาะปลูก รวมถึงสภาพแวดล้อมในระหว่างการเพาะปลูกหน่อไม้ สำหรับตัวอย่างหน่อไม้ที่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ในกระบวนการหมักนั้นไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus* spp. เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus* spp. ได้ (Sarikhani และคณะ, 2018)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธีการสเปรดเพลท (spread plate) ของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong

วันที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลือรอด (log 10, CFU/g)			
	สารละลายน้ำตาลที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง			
	น้ำตาลทรายแดง		น้ำตาลสีรำ	
	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%
0	7.87 ± 0.33^{e}	7.77 ± 0.01^{l}	7.88 ± 0.00^{f}	8.14 ± 0.00^{g}
2	8.52 ± 0.00^{f}	8.37 ± 0.00^{j}	8.57 ± 0.00^{h}	TNTC
4	8.53 ± 0.00^{f}	8.49 ± 0.00^{k}	8.33 ± 0.00^{g}	8.28 ± 0.00^{g}
6	7.87 ± 0.04^{e}	6.81 ± 0.47^{g}	6.65 ± 0.07^{e}	6.93 ± 0.36^{f}
8	7.23 ± 0.36^{d}	5.70 ± 0.00^{e}	TNTC	6.15 ± 0.21^{e}
10	5.42 ± 0.12^{a}	5.42 ± 0.12^{c}	3.40 ± 0.00^{a}	4.87 ± 0.04^{b}
12	5.72 ± 0.12^{b}	5.65 ± 0.14^{d}	4.69 ± 0.12^{b}	5.33 ± 0.01^{d}
14	6.83 ± 0.01^{c}	6.75 ± 0.01^{f}	6.40 ± 0.02^{d}	TNTC
16	TNTC	6.99 ± 0.00^{h}	5.54 ± 0.89^{c}	5.00 ± 0.00^{bc}
18	TNTC	3.23 ± 0.36^{a}	TNTC	3.45 ± 0.21^{a}
20	TNTC	3.70 ± 0.00^{b}	4.74 ± 0.60^{b}	5.13 ± 0.02^{cd}

หมายเหตุ : TNTC (Too numerous to count) แสดงถึงจำนวนโคโลนีที่มากเกินกว่าจะนับได้

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong มีค่าลดลงในระยะแรกของกระบวนการหมักจนถึงวันที่ 6 ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุดคือ 2.83, 2.83, 2.82 และ 2.85 ในสารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 6 และ 8 และในสารละลายน้ำตาลสีรำเข้มข้นร้อยละ 6 และ 8 ตามลำดับ หลังจากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำหมักค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการหมักจำนวน 20 วัน ผลที่ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงเกิดจากกรดแลคติกเป็นหลัก ซึ่งเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตโดยใช้สารละลายน้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและมีการสร้างกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมักน้ำหน่อไม้ (Badwaik และคณะ, 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วใน 48 ชั่วโมงแรกของการหมัก และมีค่าลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมักที่เพิ่มขึ้น ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติมีค่าน้อยกว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong อาจเนื่องมาจากมีการเจริญเติบโตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus spp.* ที่สร้างด่างแอลคาไลน์โปรตีเอส (alkaline protease) ทำหน้าที่ย่อยโปรตีน และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างกรดได้มีปริมาณน้อยกว่าตัวอย่างหน่อไม้หมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong จึงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างตลอดระยะเวลาในการหมักมีค่าค่อนข้างสูงกว่า (Bao และคณะ, 2018)

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong

วันที่	ค่า pH			
	สารละลายน้ำตาลที่ใช้ในการหมักตัวอย่างหน่อไม้			
	น้ำตาลทรายแดง		น้ำตาลสีรำ	
	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%
0	3.95 ± 0.01^{h}	3.91 ± 0.01^{h}	3.89 ± 0.01^{g}	3.95 ± 0.01^{h}
2	3.07 ± 0.01^{g}	3.08 ± 0.01^{g}	3.05 ± 0.01^{f}	3.06 ± 0.00^{g}
4	3.02 ± 0.01^{f}	3.04 ± 0.01^{f}	3.04 ± 0.00^{f}	3.02 ± 0.01^{f}
6	2.83 ± 0.01^{a}	2.83 ± 0.00^{a}	2.82 ± 0.00^{a}	2.85 ± 0.01^{a}
8	2.86 ± 0.01^{b}	2.88 ± 0.01^{b}	2.84 ± 0.00^{b}	2.86 ± 0.01^{a}
10	2.94 ± 0.00^{c}	2.96 ± 0.00^{c}	2.95 ± 0.00^{c}	2.95 ± 0.01^{b}
12	2.99 ± 0.00^{e}	3.02 ± 0.01^{e}	2.99 ± 0.01^{e}	2.99 ± 0.00^{e}
14	2.95 ± 0.00^{c}	2.97 ± 0.01^{c}	2.96 ± 0.01^{c}	2.95 ± 0.01^{b}
16	2.98 ± 0.01^{d}	2.99 ± 0.00^{d}	2.97 ± 0.00^{d}	2.99 ± 0.01^{de}
18	2.99 ± 0.01^{de}	3.00 ± 0.01^{d}	2.98 ± 0.01^{de}	2.98 ± 0.01^{cd}
20	3.02 ± 0.01^{f}	3.02 ± 0.01^{e}	2.97 ± 0.00^{d}	2.97 ± 0.01^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ

วันที่	ค่า pH			
	สารละลายน้ำตาลที่ใช้ในการหมักตัวอย่างหน่อไม้			
	น้ำตาลทรายแดง		น้ำตาลสีรำ	
	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%
0	6.28 ± 0.01^{j}	6.77 ± 0.00^{h}	6.54 ± 0.01^{k}	6.66 ± 0.01^{k}
2	4.27 ± 0.01^{g}	4.48 ± 0.01^{g}	4.84 ± 0.01^{i}	4.95 ± 0.00^{j}
4	4.38 ± 0.01^{i}	4.33 ± 0.01^{e}	4.79 ± 0.01^{h}	4.67 ± 0.01^{i}
6	4.33 ± 0.01^{h}	4.39 ± 0.01^{f}	4.48 ± 0.01^{g}	4.54 ± 0.01^{h}
8	3.99 ± 0.01^{a}	4.21 ± 0.01^{d}	4.08 ± 0.00^{a}	4.16 ± 0.01^{a}
10	4.18 ± 0.01^{e}	4.32 ± 0.01^{e}	4.43 ± 0.01^{f}	4.42 ± 0.01^{g}
12	4.20 ± 0.01^{f}	4.22 ± 0.01^{d}	4.90 ± 0.01^{j}	4.39 ± 0.01^{f}
14	4.16 ± 0.01^{de}	4.19 ± 0.01^{c}	4.34 ± 0.01^{e}	4.35 ± 0.01^{e}
16	4.15 ± 0.01^{d}	4.13 ± 0.01^{b}	4.27 ± 0.01^{d}	4.30 ± 0.01^{d}
18	4.02 ± 0.01^{b}	4.08 ± 0.01^{a}	4.23 ± 0.01^{c}	4.26 ± 0.01^{c}
20	4.04 ± 0.01^{c}	4.07 ± 0.01^{a}	4.18 ± 0.01^{b}	4.20 ± 0.01^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

ปริมาณกรดแลคติกที่ถูกวิเคราะห์ในตัวอย่างหน่อไม้หมักแบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะแรกของการหมัก หลังจากนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดแลคติกค่อนข้างต่ำไปจนถึงคงที่ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ซึ่งสอดคล้องกับผลการนับจุลินทรีย์ที่เหลือรอดทั้งหมดและค่าพีเอชตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น ปริมาณกรดแลคติกในตัวอย่างหน่อไม้หมักแบบธรรมชาติดังค่าที่แสดงในตารางที่ 4.5 โดยพบว่ามีปริมาณสูงขึ้นตามระยะเวลาการหมักที่เพิ่มขึ้น (Badwaik และคณะ, 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณกรดแลคติกในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong

วันที่	ปริมาณกรดแลคติก (% Lactic acid)			
	สารละลายน้ำตาลที่ใช้ในการหมักตัวอย่างหน่อไม้			
	น้ำตาลทรายแดง		น้ำตาลสีรำ	
	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%
0	0.13 ± 0.01^{a}	0.14 ± 0.01^{a}	0.12 ± 0.00^{a}	0.11 ± 0.00^{a}
2	0.91 ± 0.28^{e}	0.64 ± 0.01^{b}	0.58 ± 0.01^{b}	0.54 ± 0.05^{b}
4	0.73 ± 0.00^{b}	0.72 ± 0.01^{c}	0.68 ± 0.01^{c}	0.68 ± 0.00^{c}
6	0.75 ± 0.01^{bc}	0.78 ± 0.01^{d}	0.68 ± 0.01^{c}	0.68 ± 0.01^{c}
8	0.91 ± 0.01^{e}	0.62 ± 0.07^{b}	0.68 ± 0.01^{c}	0.69 ± 0.01^{c}
10	0.77 ± 0.01^{cd}	0.75 ± 0.01^{cd}	0.68 ± 0.00^{c}	0.70 ± 0.01^{c}
12	0.79 ± 0.01^{d}	0.77 ± 0.01^{cd}	0.68 ± 0.00^{c}	0.84 ± 0.06^{d}
14	1.06 ± 0.01^{fg}	1.05 ± 0.01^{ef}	0.98 ± 0.01^{d}	0.98 ± 0.00^{ef}
16	1.04 ± 0.00^{f}	1.05 ± 0.00^{ef}	0.99 ± 0.01^{d}	0.97 ± 0.00^{e}
18	1.13 ± 0.00^{h}	1.01 ± 0.01^{e}	1.03 ± 0.01^{e}	1.10 ± 0.01^{g}
20	1.07 ± 0.01^{g}	1.08 ± 0.01^{f}	1.03 ± 0.00^{e}	1.03 ± 0.01^{f}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณกรดแลคติกในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ

วันที่	ปริมาณกรดแลคติก (% Lactic acid)			
	สารละลายน้ำตาลที่ใช้ในการหมักตัวอย่างหน่อไม้			
	น้ำตาลทรายแดง		น้ำตาลสีรำ	
	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%
0	0.04 ± 0.00^{a}	0.04 ± 0.00^{a}	0.03 ± 0.00^{a}	0.03 ± 0.00^{a}
2	0.07 ± 0.00^{b}	0.08 ± 0.01^{b}	0.14 ± 0.00^{c}	0.09 ± 0.01^{b}
4	0.08 ± 0.01^{b}	0.09 ± 0.01^{b}	0.32 ± 0.00^{h}	0.18 ± 0.01^{c}
6	0.07 ± 0.02^{b}	0.08 ± 0.00^{b}	1.14 ± 0.00^{c}	0.21 ± 0.01^{d}
8	0.09 ± 0.01^{b}	0.09 ± 0.01^{b}	0.22 ± 0.00^{e}	0.23 ± 0.00^{e}
10	0.20 ± 0.01^{d}	0.09 ± 0.01^{b}	0.35 ± 0.01^{i}	0.20 ± 0.00^{d}
12	0.09 ± 0.01^{b}	0.09 ± 0.01^{b}	0.20 ± 0.00^{d}	0.18 ± 0.00^{c}
14	0.14 ± 0.00^{c}	0.26 ± 0.00^{d}	0.30 ± 0.01^{g}	0.71 ± 0.01^{h}
16	0.05 ± 0.01^{a}	0.28 ± 0.03^{e}	0.30 ± 0.01^{g}	0.29 ± 0.01^{f}
18	0.10 ± 0.00^{b}	0.13 ± 0.00^{c}	0.26 ± 0.00^{f}	0.29 ± 0.01^{f}
20	0.15 ± 0.01^{c}	0.09 ± 0.00^{b}	0.09 ± 0.01^{b}	0.46 ± 0.01^{g}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

4.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลสีรำที่ใช้ในกระบวนการหมักหน่อไม้ในความเข้มข้นที่ต่างกัน

จากตารางที่ 4.1 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของการหมักหน่อไหม้ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ในสารละลายน้ำตาลต่างชนิดกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตในตัวอย่างหน่อไม้หมักที่ใช้สารละลายน้ำตาลทรายแดงเป็นอาหารมากกว่าการใช้สารละลายน้ำตาลสีรำ เนื่องจากน้ำตาลทรายแดงเป็นน้ำตาลที่มีกากน้ำตาล (Molasses) เป็นองค์ประกอบ ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส (Sucrose) ในปริมาณมาก โดยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong เป็นจุลินทรีย์ที่อยู่ในกลุ่มแลคติกแอซิดแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria) ที่มีการใช้น้ำตาลซูโครสเป็นแหล่งคาร์บอนหลักในการเจริญเติบโต (Ye และคณะ, 2019)

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ในสารละลายน้ำตาลต่างชนิดกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าลดลงตามระยะเวลาในการหมักในช่วงแรกและมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการหมัก ซึ่งระยะเวลาในการหมักของวันที่ 6 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุด

ปริมาณกรดแลคติกของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ในสารละลายน้ำตาลชนิดเดียวกันนั้นมีความแตกต่างกันทางนัยสำคัญ จากตารางที่ 4.4 โดยความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน อีกทั้งยังพบว่า สารละลายน้ำตาลทรายแดงส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong มีการสร้างปริมาณกรดแลคติกมากกว่าสารละลายน้ำตาลสีรำ ผลการวิเคราะห์นี้มีความสอดคล้องกับผลของการนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลือรอดและค่าพีเอชดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ในขณะปริมาณกรดแลคติกของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติในสารละลายน้ำตาลสีรำมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าสารละลายน้ำตาลทรายแดงอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

4.3 ผลความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้

จากตารางที่ 4.6 และ 4.8 พบว่า ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ในสารละลายน้ำตาลทรายแดงมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงเมื่อเทียบกับสารละลายน้ำตาลสีรำ และในความเข้มข้นที่แตกต่างกันของสารละลายน้ำตาลส่งผลต่อความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยสารละลายที่มีความเข้มข้นมากขึ้น ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูอิลสระก็เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong มีการสร้างเอนไซม์เบต้า-กลูโคซิเดส (β-glucosidase) ส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระนั้นมีค่าแปรผันตามปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด (Mousavi และคณะ, 2013; Xiao และคณะ, 2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณ % Scavenging activity ในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong

วันที่	% Scavenging activity			
	สารละลายน้ำตาลที่ใช้ในการหมักตัวอย่างหน่อไม้			
	น้ำตาลทรายแดง		น้ำตาลสีรำ	
	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%
0	37.26 ± 0.39^{bc}	40.48 ± 1.69^{a}	21.85 ± 0.09^{b}	23.37 ± 0.16^{ab}
2	28.71 ± 1.92^{a}	55.24 ± 2.52^{bc}	26.49 ± 1.78^{c}	29.22 ± 3.94^{bc}
4	55.38 ± 8.05^{f}	54.41 ± 6.52^{bc}	20.46 ± 0.21^{b}	19.30 ± 8.10^{ab}
6	56.66 ± 1.28^{f}	54.20 ± 5.21^{bc}	28.82 ± 1.78^{c}	37.40 ± 4.59^{c}
8	34.12 ± 0.96^{ab}	57.74 ± 1.61^{bc}	28.02 ± 0.66^{c}	30.65 ± 1.42^{bc}
10	56.49 ± 3.12^{f}	54.64 ± 3.45^{bc}	25.92 ± 0.73^{c}	29.55 ± 20.02^{bc}
12	44.84 ± 4.22^{de}	51.37 ± 4.95^{b}	22.43 ± 1.83^{b}	21.07 ± 2.34^{ab}
14	36.10 ± 2.81^{bc}	36.63 ± 4.85^{a}	14.12 ± 1.64^{a}	14.34 ± 4.11^{a}
16	41.65 ± 1.42^{cd}	42.96 ± 3.43^{a}	12.75 ± 1.53^{a}	24.06 ± 1.83^{ab}
18	48.47 ± 1.32^{e}	53.24 ± 1.05^{bc}	28.06 ± 3.14^{c}	30.36 ± 0.83^{bc}
20	58.26 ± 2.52^{f}	59.19 ± 1.18^{c}	27.53 ± 0.52^{c}	22.78 ± 0.54^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณ % Scavenging activity ในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ

วันที่	% Scavenging activity			
	สารละลายน้ำตาลที่ใช้ในการหมักตัวอย่างหน่อไม้			
	น้ำตาลทรายแดง		น้ำตาลสีรำ	
	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%
0	8.80 ± 1.42^{a}	10.76 ± 1.24^{b}	7.67 ± 0.50^{b}	7.46 ± 0.24^{c}
2	9.74 ± 0.77^{a}	13.76 ± 1.24^{c}	8.68 ± 1.72^{b}	9.25 ± 0.59^{cd}
4	15.51 ± 2.70^{b}	17.50 ± 0.46^{d}	9.46 ± 0.82^{b}	5.36 ± 0.79^{b}
6	9.00 ± 0.69^{a}	19.62 ± 0.20^{d}	13.02 ± 0.46^{cd}	13.33 ± 1.10^{e}
8	16.97 ± 0.69^{b}	18.60 ± 0.59^{d}	16.11 ± 0.92^{e}	14.53 ± 1.55^{e}
10	18.56 ± 0.95^{b}	19.24 ± 1.53^{d}	11.70 ± 1.85^{c}	24.45 ± 1.46^{f}
12	16.62 ± 0.92^{b}	17.52 ± 1.85^{d}	14.14 ± 1.11^{de}	13.68 ± 0.35^{e}
14	15.58 ± 0.24^{b}	16.91 ± 0.16^{d}	14.08 ± 0.45^{de}	13.87 ± 0.91^{e}
16	18.50 ± 0.88^{b}	25.63 ± 3.04^{e}	12.03 ± 1.06^{cd}	8.11 ± 1.67^{c}
18	11.92 ± 3.46^{a}	7.63 ± 0.66^{a}	5.68 ± 0.74^{a}	1.75 ± 1.56^{a}
20	18.64 ± 3.81^{b}	27.45 ± 3.49^{e}	12.71 ± 1.82^{cd}	10.80 ± 0.49^{d}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong

วันที่	ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด (g GA/mg sample)			
	สารละลายน้ำตาลที่ใช้ในการหมักตัวอย่างหน่อไม้			
	น้ำตาลทรายแดง		น้ำตาลสีรำ	
	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%
0	4.36 ± 0.49^{b}	7.13 ± 1.39^{b}	2.92 ± 0.67^{a}	5.01 ± 0.16^{b}
2	15.00 ± 0.75^{de}	14.71 ± 0.29^{d}	17.05 ± 0.14^{d}	1.06 ± 0.15^{a}
4	8.02 ± 0.94^{c}	11.40 ± 0.57^{c}	2.43 ± 0.99^{a}	8.45 ± 0.03^{c}
6	18.98 ± 2.62^{f}	22.73 ± 0.57^{g}	20.40 ± 1.00^{e}	7.94 ± 0.51^{c}
8	14.28 ± 2.09^{d}	20.98 ± 0.41^{f}	11.97 ± 0.01^{c}	12.18 ± 4.11^{d}
10	13.02 ± 1.81^{d}	17.33 ± 0.01^{e}	6.52 ± 0.01^{b}	11.74 ± 0.83^{d}
12	16.61 ± 0.56^{e}	35.43 ± 0.71^{i}	21.16 ± 0.18^{e}	24.54 ± 0.81^{f}
14	24.65 ± 1.08^{g}	23.67 ± 1.09^{g}	24.06 ± 0.23^{f}	22.06 ± 0.04^{e}
16	9.54 ± 1.08^{c}	23.63 ± 0.93^{g}	32.58 ± 0.46^{g}	27.86 ± 0.13^{g}
18	26.22 ± 0.01^{g}	4.24 ± 0.44^{a}	45.60 ± 0.02^{i}	40.65 ± 0.49^{h}
20	1.10 ± 0.35^{a}	26.05 ± 0.05^{h}	37.42 ± 0.52^{h}	45.64 ± 0.23^{i}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ

วันที่	ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด (g GA/mg sample)			
	สารละลายน้ำตาลที่ใช้ในการหมักตัวอย่างหน่อไม้			
	น้ำตาลทรายแดง		น้ำตาลสีรำ	
	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%	ความเข้มข้น 6%	ความเข้มข้น 8%
0	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
2	7.26 ± 1.08^{a}	4.89 ± 0.01^{a}	Not detected	Not detected
4	8.31 ± 0.89^{a}	8.16 ± 0.01^{b}	3.15 ± 0.64^{a}	0.24 ± 0.01^{a}
6	9.38 ± 0.94^{a}	16.26 ± 0.31^{c}	7.58 ± 1.09^{a}	7.94 ± 0.51^{b}
8	14.28 ± 2.09^{b}	20.98 ± 0.41^{e}	11.97 ± 0.02^{b}	12.18 ± 4.11^{c}
10	13.02 ± 0.01^{b}	17.33 ± 0.02^{d}	6.52 ± 1.59^{a}	7.83 ± 0.88^{b}
12	25.32 ± 0.01^{c}	36.54 ± 0.01^{g}	44.25 ± 1.68^{d}	52.76 ± 0.01^{f}
14	75.06 ± 1.03^{e}	53.34 ± 0.04^{j}	49.15 ± 6.64^{e}	40.12 ± 0.88^{d}
16	28.65 ± 0.05^{d}	38.34 ± 0.01^{h}	45.67 ± 1.97^{de}	57.67 ± 0.01^{g}
18	82.10 ± 2.39^{g}	34.88 ± 0.59^{f}	37.81 ± 0.42^{c}	47.67 ± 1.01^{e}
20	79.57 ± 1.08^{f}	42.44 ± 0.75^{i}	49.29 ± 0.96^{e}	52.31 ± 1.06^{f}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.7 และ 4.9 พบว่า ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลทั้งหมดของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างน้ำหมักหนอไม้แบบธรรมชาติในสารละลายน้ำตาลทรายแดงมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่าสารละลายน้ำตาลสีรำอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลพบว่า ตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ในสารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 8 มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าสารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 6 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดของสารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 8 มีน้อยกว่าสารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 6 เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus spp.* ที่ปนเปื้อนในการกระบวนการหมักยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong จึงมีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิคลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างหน่อไม้หมัก

นำตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scaling 9 point ซึ่งจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบพึงพอใจในด้านรสขมและรสเปรี้ยวของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong มากกว่าคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านอื่น ซึ่งได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยในระดับปานกลาง โดยสารละลายน้ำตาลทรายแดงมีความชอบโดยรวมในช่วงระยะเวลาการหมัก 6 วันแรกมากกว่าสารละลายน้ำตาลสีรำอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อผ่านระยะเวลาในการหมัก 6 วัน การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับความชอบโดยรวมของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ในสารละลายน้ำตาลต่างชนิดกัน ดังตารางที่ 4.10, 4.11, 4.12 และ 4.13

จากตารางที่ 4.14, 4.15, 4.16 และ 4.17 พบว่าในการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจในด้านรสขมมากที่สุด และในด้านสีของตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติพบว่า ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจในตัวอย่างน้ำหมักแบบธรรมชาติในสารละลายน้ำตาลสีรำมากกว่าสารละลายน้ำตาลทรายแดงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบความชอบโดยรวมของตัวอย่างในสารละลายที่แตกต่างกันพบว่า สารละลายน้ำตาลทั้งสองชนิดมีคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยสารละลายน้ำตาลทรายแดงมีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากกว่าสารละลายน้ำตาลสีรำ เมื่อระยะเวลาการหมักที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์น้ำหมักหน่อไม้สามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์น้ำหมักหน่อไม้เพื่อสุขภาพต่อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong โดยใช้สารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 6 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์

วันที่	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	กลิ่น	สี	รสหวาน	รสเปรี้ยว	รสขม	ความชอบโดยรวม
0	4.47 ± 0.67^{bc}	5.13 ± 0.71^{cd}	5.13 ± 0.49^{de}	5.40 ± 0.36^{c}	5.30 ± 0.35^{abc}	5.57 ± 0.15^{d}
2	4.27 ± 0.70^{abc}	5.73 ± 0.51^{d}	5.23 ± 0.58^{e}	4.80 ± 0.61^{bc}	5.37 ± 0.55^{abc}	5.37 ± 0.46^{cd}
4	4.73 ± 0.40^{c}	5.83 ± 0.21^{d}	4.37 ± 0.68^{cd}	4.53 ± 0.40^{b}	6.07 ± 0.86^{c}	5.13 ± 0.35^{cd}
6	4.40 ± 0.70^{abc}	5.43 ± 0.45^{d}	4.43 ± 0.38^{cde}	4.53 ± 0.71^{b}	5.67 ± 1.07^{bc}	4.80 ± 0.50^{c}
8	3.17 ± 0.21^{ab}	4.20 ± 0.30^{ab}	4.10 ± 0.17^{bc}	3.57 ± 0.21^{a}	6.10 ± 0.10^{c}	4.00 ± 0.35^{b}
10	4.10 ± 0.20^{abc}	4.50 ± 0.26^{bc}	3.60 ± 0.61^{abc}	3.70 ± 0.10^{a}	5.03 ± 0.29^{abc}	3.87 ± 0.32^{ab}
12	3.43 ± 0.91^{abc}	4.23 ± 0.40^{ab}	3.37 ± 0.38^{ab}	3.43 ± 0.32^{a}	4.87 ± 0.51^{abc}	3.43 ± 0.59^{ab}
14	4.47 ± 1.07^{bc}	4.27 ± 0.42^{ab}	3.20 ± 0.26^{a}	3.30 ± 0.52^{a}	5.37 ± 1.30^{abc}	3.70 ± 0.17^{ab}
16	4.30 ± 1.13^{abc}	4.40 ± 0.30^{ab}	3.37 ± 0.59^{ab}	3.70 ± 0.61^{a}	5.07 ± 0.68^{abc}	3.47 ± 0.29^{ab}
18	3.43 ± 0.21^{abc}	3.73 ± 0.12^{ab}	3.17 ± 0.38^{a}	3.23 ± 0.31^{a}	3.97 ± 0.68^{a}	3.23 ± 0.23^{a}
20	3.10 ± 0.10^{a}	3.63 ± 0.45^{a}	3.07 ± 0.15^{a}	3.23 ± 0.35^{a}	4.57 ± 0.72^{ab}	3.23 ± 0.21^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong โดยใช้สารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 8 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์

วันที่	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	กลิ่น	สี	รสหวาน	รสเปรี้ยว	รสขม	ความชอบโดยรวม
0	4.47±0.42^{de}	5.17±0.60^{bcd}	5.20±0.26^{d}	5.23±0.42^{d}	5.30±0.36^{bcd}	5.27±0.55^{fg}
2	4.90±0.52^{e}	5.57±0.68^{cd}	5.23±0.40^{d}	5.17±0.32^{cd}	4.80±0.60^{bc}	4.57±0.32^{cdef}
4	4.53±0.38^{de}	5.37±0.23^{bcd}	4.80±0.26^{cd}	5.10±0.36^{cd}	6.10±1.05^{d}	5.10±0.30^{efg}
6	4.67±0.86^{de}	6.03±0.38^{d}	5.17±0.12^{d}	5.33±0.38^{d}	5.90±0.46^{cd}	5.53±0.06^{g}
8	3.37±0.31^{ab}	4.53±0.25^{ab}	4.07±0.23^{bc}	3.90±0.17^{b}	5.87±0.23^{cd}	4.00±0.35^{bcd}
10	4.70±0.10^{de}	4.50±0.36^{ab}	4.67±0.45^{cd}	4.10±0.36^{b}	5.07±0.31^{bcd}	4.13±0.31^{bcd}
12	3.83±0.32^{abcd}	4.17±0.51^{a}	3.53±0.29^{ab}	3.73±0.21^{ab}	5.00±0.26^{bcd}	3.80±0.10^{b}
14	4.43±0.85^{cde}	4.57±0.55^{ab}	4.23±0.74^{bc}	4.30±0.79^{bc}	5.57±1.06^{cd}	4.43±0.57^{bcde}
16	4.17±0.29^{bcde}	5.07±0.65^{bc}	4.33±0.74^{bc}	4.50±0.82^{bcd}	5.13±0.32^{bcd}	4.70±0.62^{def}
18	3.13±0.35^{a}	3.90±0.10^{a}	2.93±0.29^{a}	3.03±0.40^{a}	3.77±0.59^{a}	2.90±0.35^{a}
20	3.57±0.06^{abc}	3.67±0.55^{a}	4.23±0.49^{bc}	4.53±0.55^{bcd}	4.37±0.06^{ab}	3.93±0.32^{bc}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong โดยใช้สารละลายน้ำตาลสีรำเข้มข้นร้อยละ 6 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์

วันที่	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	กลิ่น	สี	รสหวาน	รสเปรี้ยว	รสขม	ความชอบโดยรวม
0	4.30±0.46^{a}	5.43±1.17^{a}	5.23±0.12^{e}	5.30±0.40^{f}	5.47±0.47^{ab}	5.43±0.42^{f}
2	4.27±0.15^{a}	5.23±0.68^{a}	4.67±0.32^{de}	4.73±0.40^{ef}	4.40±0.61^{a}	4.70±0.56^{de}
4	3.63±0.06^{a}	5.17±0.51^{a}	3.93±0.91^{bcd}	4.33±0.76^{de}	5.90±0.85^{b}	4.53±0.32^{cde}
6	4.33±0.64^{a}	5.43±0.31^{a}	4.50±0.10^{de}	4.20±0.44^{de}	6.07±0.60^{b}	4.90±0.10^{ef}
8	3.63±0.58^{a}	4.47±0.15^{a}	4.00±0.44^{cd}	4.10±0.52^{cde}	5.53±0.90^{ab}	4.27±0.70^{cde}
10	3.97±0.31^{a}	4.77±0.59^{a}	3.10±0.10^{ab}	3.03±0.32^{ab}	4.47±0.80^{a}	3.33±0.12^{ab}
12	3.77±0.72^{a}	4.67±0.60^{a}	2.77±0.31^{a}	2.67±0.32^{a}	4.80±0.50^{ab}	3.03±0.21^{a}
14	3.70±0.69^{a}	5.20±0.79^{a}	4.10±0.96^{cd}	3.30±0.40^{abc}	5.13±1.21^{ab}	3.97±0.40^{bc}
16	3.57±0.40^{a}	5.37±0.45^{a}	3.77±0.15^{bcd}	3.77±0.68^{bcd}	5.33±0.46^{ab}	4.10±0.44^{cd}
18	4.30±0.56^{a}	5.10±0.35^{a}	3.43±0.23^{abc}	3.83±0.06^{bcd}	4.23±0.80^{a}	4.00±0.17^{bcd}
20	3.60±0.35^{a}	5.43±0.25^{a}	4.13±0.42^{cd}	4.30±0.44^{de}	4.20±0.26^{a}	4.00±0.20^{bcd}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong โดยใช้สารละลายน้ำตาลสีรำเข้มข้นร้อยละ 8 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์

วันที่	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	กลิ่น	สี	รสหวาน	รสเปรี้ยว	รสขม	ความชอบโดยรวม
0	4.07±0.50^{a}	5.70±0.60^{c}	5.87±0.06^{d}	5.60±0.17^{e}	5.47±0.45^{ab}	5.83±0.12^{c}
2	4.50±0.61^{a}	5.53±0.32^{c}	5.13±0.21^{bcd}	4.77±0.25^{bcd}	4.70±0.61^{ab}	4.83±0.38^{abc}
4	4.57±0.31^{a}	5.50±0.36^{bc}	4.83±0.21^{abc}	5.20±0.17^{de}	5.87±0.90^{b}	5.47±0.35^{bc}
6	4.73±0.93^{a}	5.47±0.21^{bc}	5.33±0.64^{cd}	4.60±0.36^{bcd}	5.80±0.26^{b}	5.17±0.38^{bc}
8	3.70±0.61^{a}	4.47±0.32^{a}	4.77±0.29^{abc}	4.30±0.78^{abc}	5.60±1.23^{ab}	4.47±0.90^{ab}
10	4.47±0.23^{a}	5.03±0.25^{abc}	4.57±0.25^{abc}	4.03±0.25^{ab}	5.03±0.55^{ab}	4.07±0.06^{a}
12	4.23±0.59^{a}	5.07±0.57^{abc}	4.23±0.15^{a}	3.80±0.36^{a}	4.90±0.20^{ab}	3.80±0.10^{a}
14	4.37±1.00^{a}	4.60±0.85^{ab}	4.83±0.80^{abc}	4.60±0.50^{bcd}	5.53±1.14^{ab}	4.83±0.57^{abc}
16	4.50±0.40^{a}	5.23±0.51^{abc}	4.43±0.55^{ab}	4.50±.61^{abcd}	5.30±0.46^{ab}	4.70±1.08^{ab}
18	4.30±0.46^{a}	5.00±0.52^{abc}	4.30±0.35^{a}	4.27±0.25^{abc}	4.37±0.86^{a}	5.13±0.32^{bc}
20	3.63±0.15^{a}	5.30±0.26^{abc}	4.67±0.40^{abc}	4.97±0.32^{cde}	4.90±0.35^{ab}	5.23±0.67^{bc}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ โดยใช้สารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 6 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์

วันที่	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	กลิ่น	สี	รสหวาน	รสเปรี้ยว	รสขม	ความชอบโดยรวม
0	2.83±1.10^{ab}	3.57±0.71^{bc}	7.90±0.50^{d}	5.50±0.26^{ab}	7.00±0.26^{ab}	6.53±0.55^{c}
2	4.67±1.45^{c}	3.50±0.70^{bc}	6.37±0.74^{c}	6.37±1.10^{b}	8.03±0.21^{c}	6.20±0.46^{c}
4	4.67±1.38^{c}	3.53±0.67^{bc}	6.43±0.70^{c}	5.47±0.67^{ab}	7.70±0.53^{abc}	5.87±0.35^{c}
6	3.70±0.46^{bc}	2.97±0.57^{abc}	4.60±0.50^{ab}	5.37±0.21^{a}	7.77±0.45^{bc}	4.90±0.66^{b}
8	2.60±0.79^{ab}	3.33±0.81^{abc}	5.40±1.51^{abc}	5.20±0.26^{a}	7.37±0.45^{abc}	3.90±0.26^{a}
10	1.63±0.59^{a}	4.13±0.35^{c}	5.93±0.32^{bc}	5.70±0.60^{ab}	7.43±0.70^{abc}	3.40±0.82^{a}
12	1.83 0.55^{a}	3.17±0.40^{abc}	4.40±0.92^{ab}	5.20±0.36^{a}	7.17±0.31^{ab}	3.10±0.30^{a}
14	1.47±0.25^{a}	2.60±0.62^{ab}	4.53±0.67^{ab}	5.00±0.30^{a}	7.67±0.57^{abc}	3.10±0.87^{a}
16	2.07±0.25^{a}	2.03±0.71^{a}	3.93±1.10^{a}	5.57±0.42^{ab}	6.93±0.47^{ab}	3.87±0.25^{a}
18	2.00±0.62^{a}	2.60±0.95^{ab}	5.40±0.56^{abc}	5.50±0.20^{ab}	6.90±0.26^{a}	3.27±0.45^{a}
20	1.77±0.61^{a}	2.67±1.01^{ab}	5.13±0.59^{abc}	5.03±0.25^{a}	7.47±0.35^{abc}	3.37±0.15^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ โดยใช้สารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 8 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์

วันที่	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	กลิ่น	สี	รสหวาน	รสเปรี้ยว	รสขม	ความชอบโดยรวม
0	4.40±2.05^{c}	2.50±0.98^{a}	8.80±0.56^{c}	4.37±0.70^{a}	8.43±0.47^{b}	7.17±0.59^{d}
2	3.77±0.40^{c}	2.73±0.68^{a}	6.67±0.68^{b}	5.87±0.68^{b}	7.67±0.93^{ab}	6.50±0.52^{d}
4	3.73±0.71^{c}	3.27±0.45^{a}	6.07±0.42^{ab}	5.53±0.76^{ab}	8.40±0.70^{b}	5.07±0.25^{c}
6	3.70±0.62^{c}	2.83±0.95^{a}	5.10±0.72^{ab}	5.50±1.28^{ab}	7.67±0.57^{ab}	4.77±0.60^{c}
8	3.23±0.50^{bc}	3.13±0.35^{a}	5.20±0.98^{ab}	6.07±0.42^{b}	7.80±0.70^{ab}	4.90±0.60^{c}
10	1.57±0.50^{a}	3.00±0.36^{a}	5.50±0.66^{ab}	5.97±0.76^{b}	7.97±0.67^{ab}	3.43±0.31^{b}
12	1.83±0.61^{a}	2.90±1.30^{a}	5.70±1.31^{ab}	6.03±0.47^{b}	7.03±0.21^{a}	2.83±0.55^{ab}
14	1.73±0.21^{a}	3.40±0.36^{a}	5.10±0.87^{ab}	5.97±0.74^{b}	7.53±0.55^{ab}	2.90±0.20^{ab}
16	2.13±0.31^{ab}	2.83±0.49^{a}	5.90±0.40^{ab}	5.70±0.20^{ab}	7.97±0.76^{ab}	2.50±0.20^{a}
18	1.43±0.21^{a}	3.10±0.40^{a}	5.33±1.10^{ab}	5.60±0.82^{ab}	7.87±0.40^{ab}	3.20±0.56^{ab}
20	1.80±0.46^{a}	2.87±0.21^{a}	4.73±1.89^{a}	5.63±0.42^{ab}	8.20±0.36^{ab}	3.23±0.45^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ โดยใช้สารละลายน้ำตาลสีรำเข้มข้นร้อยละ 6 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์

วันที่	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	กลิ่น	สี	รสหวาน	รสเปรี้ยว	รสขม	ความชอบโดยรวม
0	2.73±1.55^{b}	7.87±1.54^{ab}	5.67±1.19^{abc}	5.30±0.10^{c}	7.93±0.57^{a}	6.90±0.61^{d}
2	5.47±0.70^{c}	6.67±0.57^{a}	5.73±0.55^{bc}	5.47±0.65^{c}	8.27±0.71^{a}	6.27±0.40^{d}
4	4.80±1.28^{c}	7.17±0.15^{ab}	5.60±0.50^{abc}	5.00±0.70^{c}	8.03±0.83^{a}	5.83±0.87^{d}
6	1.60±0.46^{ab}	7.97±0.32^{b}	6.27±0.45^{c}	4.80±0.26^{c}	8.07±0.25^{a}	4.20±0.46^{c}
8	2.17±0.42^{ab}	7.70±0.53^{ab}	5.03±0.31^{ab}	5.03±0.74^{c}	7.87±0.59^{a}	3.33±0.38^{bc}
10	1.13±0.15^{a}	7.57±0.57^{ab}	4.77±0.42^{ab}	5.43±0.83^{c}	8.23±0.64^{a}	2.93±0.71^{ab}
12	1.80±0.36^{ab}	7.90±0.40^{ab}	5.30±0.46^{abc}	3.20±0.46^{b}	8.10±0.79^{a}	2.03±0.31^{a}
14	1.87±0.55^{ab}	7.10±0.53^{ab}	4.67±0.50^{a}	1.83±0.31^{a}	7.90±0.36^{a}	2.23±0.91^{ab}
16	1.60±0.20^{ab}	7.77±0.47^{ab}	4.87±0.21^{ab}	2.27±0.99^{a}	7.67±0.67^{a}	2.50±0.66^{ab}
18	1.63±0.45^{ab}	7.73±0.47^{ab}	4.77±0.50^{ab}	1.93±0.47^{a}	7.93±0.25^{a}	2.03±0.76^{a}
20	1.60±0.62^{ab}	8.30±0.44^{b}	5.00±0.17^{ab}	1.33±0.32^{a}	7.73±0.59^{a}	1.97±0.38^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกระบวนการหมักน้ำหมักหน่อไม้แบบธรรมชาติ โดยใช้สารละลายน้ำตาลสีรำเข้มข้นร้อยละ 8 เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์

วันที่	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	กลิ่น	สี	รสหวาน	รสเปรี้ยว	รสขม	ความชอบโดยรวม
0	4.53±1.66^{c}	6.43±0.91^{ab}	6.43±1.00^{a}	6.67±1.31^{d}	6.77±1.39^{abc}	5.67±1.61^{d}
2	3.27±0.97^{b}	6.30±0.50^{ab}	5.70±1.25^{a}	5.37±0.15^{cd}	8.13±0.21^{bc}	4.90±0.79^{cd}
4	3.70±0.56^{bc}	6.63±0.59^{ab}	6.30±0.46^{a}	5.73±0.40^{d}	7.13±1.12^{abc}	4.97±0.31^{cd}
6	1.97±0.67^{a}	7.20±0.79^{b}	5.53±0.78^{a}	5.83±0.55^{d}	8.23±0.45^{bc}	3.97±0.31^{bc}
8	1.83±0.42^{a}	6.40±0.70^{ab}	6.27±1.38^{a}	5.53±0.67^{cd}	6.83±0.81^{abc}	3.20±0.56^{ab}
10	1.73±0.61^{a}	6.90±0.53^{ab}	5.50±0.79^{a}	4.03±2.12^{bc}	6.67±0.55^{ab}	2.77±0.57^{ab}
12	2.00±0.26^{a}	6.23±0.45^{ab}	5.73±0.45^{a}	3.43±0.35^{b}	6.47±1.30^{a}	2.30±0.36^{a}
14	1.70±0.36^{a}	5.73±0.35^{a}	5.80±0.56^{a}	2.57±0.32^{ab}	6.23±0.51^{a}	2.70±0.40^{ab}
16	1.30±0.20^{a}	6.03±0.76^{ab}	6.27±0.47^{a}	2.60±0.26^{ab}	7.40±0.75^{abc}	2.50±0.79^{a}
18	1.30±0.10^{a}	5.80±0.70^{a}	5.80±0.46^{a}	1.80±0.60^{a}	7.73±0.40^{abc}	3.87±0.38^{bc}
20	1.57±0.47^{a}	6.83±0.68^{ab}	5.73±0.85^{a}	1.83±0.50^{a}	8.30±0.36^{c}	2.37±0.74^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการทดลองการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางด้านเคมี, จุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำหมักหน่อไม้ที่ผ่านกระบวนการหมักแบบธรรมชาติและการหมักร่วมกับการใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong พบว่า มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากกระบวนการหมักหน่อไม้ เพื่อผลิตเป็นน้ำหมักหน่อไม้เพื่อสุขภาพ โดยการนำหน่อไม้มาหมักกับสารละลายน้ำตาลทรายแดงเข้มข้นร้อยละ 8 ร่วมกับการใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong โดยหมักเป็นระยะเวลา 6 วัน ซึ่งทำให้มีจำนวนจุลินทรีย์ที่เหลือรอดอยู่ทั้งสิ้น 6.81 log CFU/g รวมถึงน้ำหมักหน่อไม้ที่ได้ยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยมีค่า % Scavenging activity เท่ากับ 54.20 % และปริมาณฟีนอลนิคทั้งหมดเท่ากับ 22.73 g GA/mg Sample แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์น้ำหมักหน่อไม้ที่ได้ยังคงต้องการการปรับปรุงและพัฒนาทางด้านรสชาติต่อไปในอนาคตเพื่อให้ผู้บริโภคยอมรับในผลิตภัณฑ์น้ำหมักหน่อไม้เพิ่มมากขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 หากมีการพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์หน่อไม้เพื่อสุขภาพควรมีการวัดค่าสีเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัวมากที่สุด

5.2.2 มีการปรับปรุงด้านรสชาติเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในอนาคตต่อไป

5.2.3 ใช้ระยะเวลาในกระบวนการหมักตัวอย่างหน่อไม้เพียง 10 วันเป็นอันเพียงพอ เนื่องจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* Hong ที่ต้องการใช้เป็นโพรไบโอติก (Probiotic) ในผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมในช่วงระยะเวลา 0 ถึง 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิดานัล กังแฮ. 2558. 'น้ำหมักผลไม้' เติมความสุขเพื่อสุขภาพ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.thaihealth.or.th/Content/28026-'น้ำหมักผักผลไม้%20เติมความสดชื่นเพื่อสุขภาพ.html.

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์, ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง, ดวงกมล ตั้งสถิตพร และนพพร สกุลยืนยงสุข. 2555. การพัฒนาลูกอมสมุนไพรไทยพื้นบ้าน: ลดการอักเสบและดับกลิ่นปาก. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช. 2561 กิจกรรมที่3 กิจกรรมปลูกรักษาพันธุกรรมพืช. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.rspg.cmru.ac.th/activity.php?activity=3. 20 พฤศจิกายน 2561.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2547. แบคทีเรียกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์อาหารหมักดอง. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 3: 62-69.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. การหมัก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0316/fermentation. 24 ตุลาคม 2561.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. แบคทีเรีย (bacteria). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/แบคทีเรีย-bacteria แบคทีเรีย-bacteria. 20 พฤศจิกายน 2561.

สมใจ ศิริโภค. 2537. เทคโนโลยีการหมัก. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

อำพรรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์. 2551. การแยกและคัดแยกแบคทีเรียแลคติกที่ผลิตสารยับยั้งแบคทีเรีย (Isolation and Screening of Antibacterial Substances of Lactic Acid Bacteria). มหาวิทยาลัยสยาม.

AOAC. 1990. Approved methods of Association of official analytical chemists. Journal of Association of official analytical chemists. 1: 1-771

Badwaik, S.L., Borah, K.P., Borah, K., Das, J.A., Deka, C.S. and Sharma, K.H. 2014. Influence of fermentation on nutritional composition, antioxidant activity, total phenolic and microbial load of bamboo shoot. Japanese Society for Food Science and Technology. 20: 255-262.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bao, J., Zhang, X., Zheng, J., Ran, J. and Jun, L. 2018. Mixed fermentation of Spirulina platensis with *Lactobacillus plantarum* and *Bacillus subtilis* by random-centroid optimization. Journal of Food Chemistry. 264: 64-72.

Fukumoto, LR. and Mazza, G. 2000. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48: 3597-604.

Hyejin, J., Jeehye, S., Jinwoo, Y., Younghwa, K., Heon, J. and Junsoo, L. 2018. Effect of sucrose on the functional composition and antioxidant capacity of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.). Journal of Functional Food. 43: 70-76.

Kornberger, J. 2017. Thai-Thaifood. [online]. Available: http://www.thai-thaifood.com/th/หน่อไม้. 20 พฤศจิกายน 2561.

Ingkasupart P., Monachai B., Song W. and Hong J. 2015. Antioxidant activities and lutein content of 11 marigold cultivars *(Tagetes spp.)* grow in Thailand. Journal of Food Science and Technology. 35: 380-385.

Mousavi Z., Mousavi S., Hadinejad S., Emam-Djomeh Z. and Mirzapour M., 2013. Effect of Fermentation of Pomegranate Juice by *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus acidophilus* on the antioxidant activity and metabolism of sugars, organic acids and phenolic compounds. Journal of Food Biotechnology. 27: 1-13.

Sarikhani M., Kermanshahi RK., Ghadam P. and Gharavi S. 2018. The role of probiotic *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 bacteriocin on effect of HBsu on planktonic cells and biofilm formation of *Bacillus subtilis*. Journal of Biological Macromolecules. 115: 762-766.

Xiao, Y., Wang L., Rui, X., Li, W., Chen, X., Jiang, M. and Dong, M. 2015. Enhancement of the antioxidant capacity of soy whey by fermentation with *Lactobacillus plantarum* B1-6. Journal of Science Direct. 12: 33-44.

Ye, J., Huang, L., Terefe, N. and Augustin, M. 2019. Fermentation-based biotransformation of glucosinolates, phenolics and sugars in retorted broccoli puree by lactic acid bacteria. Journal of Food Chemistry. 286: 616-623.

Zhang, L., Xiangyang, S., Tian, Y. and Gong, X. 2013. Effect of brown sugar and calcium superphosphate on the secondary fermentation of green waste. Journal of Bioresource Technology. 131: 68-75.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
การเตรียมสารเคมี

ก.1 การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 โมลาร์

ชั่ง NaOH 2.0 กรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 500 มิลลิลิตร ละลายจนหมดจะได้สารละลาย NaOH 0.1 โมลาร์

ก.2 การเตรียมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์

เตรียมโดยละลายฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) 0.5 กรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% (C_2H_5OH) จนได้ปริมาณครบ 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
วิธีการที่ใช้ในการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์

ข.1 เทคนิคการ Spread plate

1. ปิเปตเชื้อที่ระดับการเจือจางที่เหมาะสม 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารวุ้นในจานเพาะเชื้อ

2. ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมจุ่มแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เผาไฟและปล่อยให้เปลวไฟที่แท่งแก้วดับ ทิ้งแท่งแก้วไว้ให้เย็น

3. เปิดฝาจานอาหารเลี้ยงเชื้อในข้อ 1. นำแท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมเกลี่ยหยดของเชื้อให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ หลังจากนั้นทำการฆ่าเชื้อแท่งแก้ว ตามวิธีข้อ 2.

4. นำจานอาหารเลี้ยงไปบ่มที่อุณหภูมิที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและจุลชีววิทยา

ค.1 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติก โดยวิธี Titratable acidity (AOAC, 1984)

1. ปิเปตตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ 250 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) 2-3 หยด

2. ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) มาตรฐาน 0.1 โมลาร์ จนได้สีชมพูจางๆ บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้

3. คำนวณปริมาณค่ากรดทั้งหมดในตัวอย่าง

สูตรคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรด

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (\%)} = \frac{(V)(N)(eq.wt)(100)}{(1000)(v)}$$

เมื่อ V = ปริมาณของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน (NaOH)

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน (NaOH, Normality)

v = ปริมาณของสารละลายตัวอย่าง

Eq.wt = น้ำหนักสมมูลย์ของกรด (น้ำหนักโมเลกุลของกรดแลคติก = 90 กรัมต่อโมล)

ค.2 การวัดค่าพีเอช (pH) โดยใช้เครื่องวัดพีเอช

นำตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ 10 มิลลิลิตร วัดค่าพีเอชโดยใช้เครื่องวัดพีเอช (pH-meter)

ค.3 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแลคติกทั้งหมด (AOAC, 2006)

นำตัวอย่างน้ำหมักหน่อไม้ ตัวอย่างละ 1 มิลลิลิตร ปิเปตใส่ลงในสารละลายน้ำเกลือแต่ละระดับการเจือจางที่เหมาะสม นำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar โดยวิธีการ Spread plate แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง นับโคโลนีของแบคทีเรียแลคติกที่ได้ในแต่ละอัตราการเจือจางและคำนวณโคโลนีที่ได้ต่อกรัมหรือมิลลิลิตรของตัวอย่างที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจริญญา แซ่เฮ้ง
วัน เดือน ปี เกิด	8 ตุลาคม 2539
ประวัติการศึกษา	ระดับประถม โรงเรียนสารสาสน์พิทยา
	ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม)
	ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	บริษัท ข้าว ซี.พี. จำกัด (โรงงานนครหลวง)

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวพัชรี วัลลา
วัน เดือน ปี เกิด	18 สิงหาคม 2538
ประวัติการศึกษา	ระดับประถมศึกษา โรงเรียนมหาไถ่ศึกษา
	ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนสารสาสน์วิเทศรังสิต
	ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	บริษัท เฮสโก ฟู้ด อินดัสทรี จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้