การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรเสริมโพรไบโอติก เพื่อเป็นแนวทางการผลิตเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรพร้อมดื่ม

DEVELOPMENT OF HERBAL DRINK WITH PROBIOTIC A GUIDELINE FOR PRODUCING READY-TO-DRINK HERBAL PRODUCT

ทักษ์ศิณา ชัยพิทักษ์

ศุภนิดา สุนทร

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรมอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรเสริมโพรไบโอติก เพื่อเป็นแนวทางการผลิตเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรพร้อมดื่ม

DEVELOPMENT OF HERBAL DRINK WITH PROBIOTIC A GUIDELINE FOR PRODUCING READY-TO-DRINK HERBAL PRODUCT

จัดทำโดย

ทักษ์ศิณา ชัยพิทักษ์ รหัสนักศึกษา 62080094

ศุภนิดา สุนทร รหัสนักศึกษา 62080139

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

27 / พฤษภาคม / 2566

(ผศ.ดร.ทรงศักดิ์ วัฒนชัยเสรีกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรเสริมโพรไบโอติก เพื่อเป็นแนวทางการผลิตเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรพร้อมดื่ม

ชื่อนักศึกษา	ทักษ์ศิณา	ชัยพิทักษ์	รหัสนักศึกษา	62080094
	ศุภนิดา	สุนทร	รหัสนักศึกษา	62080139
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรมอาหาร			
พ.ศ.	2566			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ทรงศักดิ์ วัฒนชัยเสรีกุล			

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มน้ำสมุนไพร ได้แก่ ใบเตย, หญ้าหวาน, ชาเขียว, ลูกหม่อน และเปลือกมังคุดที่หมักด้วย *Lactobacillus acidophilus* คุณสมบัติทางเคมี และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรหมัก รวมถึงการอยู่รอดของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์ โดยผลการศึกษา พบว่าสามารถพัฒนาน้ำสมุนไพรหมักที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ได้ดีที่สุด ได้ 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 2 มีส่วนผสมของ (ลูกหม่อน:ชาเขียว:หญ้าหวาน = 30:20:50), สูตรที่ 5 (ลูกหม่อน:ใบเตย:หญ้าหวาน = 30:20:50) และสูตรที่ 6 (ลูกหม่อน:ใบเตย:หญ้าหวาน = 20:50:30) รวมถึงมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและมีสารฟีนอลิกที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ และช่วยเสริมภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายได้ มีอายุการเก็บรักษาได้ 6 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C โดยน้ำสมุนไพรสูตรที่ 5 และ 6 ยังคงคุณสมบัติของเครื่องดื่มโพรไบโอติก เนื่องจากมีปริมาณจุลินทรีย์เหลือรอด 10^6 CFU/ml ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของรสชาติน้ำสมุนไพรหมัก พบว่าน้ำสมุนไพรหมักทั้ง 3 สูตรมีค่าใกล้เคียงกัน และน้ำสมุนไพรหมักสูตรที่ 5 มีความชอบโดยรวมมากที่สุด จากผลข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาน้ำสมุนไพรเสริมโพรไบโอติกสามารถเพิ่มคุณค่าให้กับวัตถุดิบ ทำให้ได้เครื่องดื่มน้ำสมุนไพรที่มีคุณประโยชน์เพิ่มขึ้น เป็นแนวทางในการผลิตเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรพร้อมดื่มได้จริง

คำสำคัญ: จุลินทรีย์โพรไบโอติก; *Lactobacillus acidophilus*; เครื่องดื่มน้ำสมุนไพร; เครื่องดื่มโพรไบโอติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem	Development of herbal drink with probiotic A guideline for producing ready-to-drink herbal product
Student name	Thaksina chaiphithak Student ID 62080094 Supanida Sunthorn Student ID 62080139
Program	Bachelor of Science in Fermentation Technology in Food Industrial
Year	2023
Advisor	Assist.Prof.Dr. Songsak Wattanachaisaereekul

Abstract

This study aimed to develop the appropriate formula of herbal drink including pandan leaf, stevia, green tea, mulberry and mangosteen peel fermented with *Lactobacillus acidophilus.* Chemical properties, antioxidant activity, as well as the survival of probiotics in the products were investigated. The results revealed that the best three formulas, including formula 2 (Mulberry: Green tea: Stevia = 30:20:50), formula 5 (Mulberry: Pandan leaves: Stevia = 30:20:50) and formula 6 (Mulberry: Pandan leaves: Stevia = 20:50:30) could enhance the growth of *L. acidophilus*. In addition, they contained antioxidant property and total phenolic content with health benefits and immune system boosting. The fermented herbal juice formulas 5 and 6 retained the properties of probiotic beverages, because a survival of probiotics was more than 10^6 CFU/ml, with the shelf life of 6 days at 4 °C. According to the sensory evaluation, the flavors of three fermented herbals juice formulas were similar, and the fermented herbal juice formula 5 had the highest overall preference. This study demonstrated that the development of herbal juice fortified with probiotics can add value to raw materials and make the herbal drink with more benefits. It is a practical guideline to produce ready-to-drink herbal drink.

Keywords: Probiotics; *Lactobacillus acidophilus*; Herbal drink; Probiotic beverages

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่อง การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำสมุนไรเสริมโพรไบโอติก เพื่อเป็นแนวทางการผลิตเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรพร้อมดื่ม จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้ หากไม่ได้รับความช่วยเหลือและการสนับสนุนเป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ วัฒนชัยเสรีกุล อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีการหมักและอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด คำแนะนำ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนการดำเนินงานปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างสูง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่คณะอุตสาหกรรมอาหารที่ได้ให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือ และช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ แก่ผู้วิจัย ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการทำปัญหาพิเศษให้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาที่ดีในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่าปัญหาพิเศษฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

ทักษ์ศิณา ชัยพิทักษ์
ศุภนิดา สุนทร
23 พฤษภาคม 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ชาเขียว	3
2.2 ใบเตย	3
2.3 หญ้าหวาน	4
2.4 ลูกหม่อน	4
2.5 เปลือกมังคุด	4
2.6 โพรไบโอติก	5
2.7 *Lactobacillus acidophilus*	5
2.8 เครื่องดื่มโพรไบโอติก	5
2.9 เครื่องดื่มโพรไบโอติกจากพืช	6
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	9
3.1 จุลินทรีย์	9
3.2 วัตถุดิบและสารเคมี	9
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ	9
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	10
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	13
4.1 ผลการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมัก 5 ชนิด	13
4.2 pH ของน้ำสมุนไพรหมัก 5 ชนิด	13
4.3 ผลการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมัก 6 สูตร	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 pH ของน้ำสมุนไพรหมัก 6 สูตร 15
4.5 ผลการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมักควบคุม 4 ชนิด 16
4.6 pH ของน้ำสมุนไพรหมักควบคุม 4 ชนิด 17
4.7 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำสมุนไพรหมัก 17
4.8 ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในน้ำสมุนไพรหมัก 18
4.9 การอยู่รอดของโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C 19
4.10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสมุนไพรหมัก 3 สูตร 20
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 21
5.1 สรุปผล 21
5.2 ข้อเสนอแนะ 21
บรรณานุกรม 22
ภาคผนวก 24
ภาคผนวก ก 25
ภาคผนวก ข 26
ประวัติผู้เขียน 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. คะแนนด้านประสาทสัมผัสของน้ำสมุนไพรหมักสูตรที่ 2, 5 และ 6 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 ผลการเจริญเติบโตของเชื้อ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมัก 5 ชนิด	13
4.2 ค่า pH ของน้ำสมุนไพรหมักทั้ง 5 ชนิด	14
4.3 ผลการเจริญเติบโตของเชื้อ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมัก 6 สูตร	15
4.4 ค่า pH ของน้ำสมุนไพรหมักทั้ง 6 สูตร	16
4.5 ผลการเจริญเติบโตของเชื้อ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมักควบคุม 4 ชนิด	16
4.6 ค่า pH ของน้ำสมุนไพรหมักควบคุม 4 ชนิด	17
4.7 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำสมุนไพรหมัก	18
4.8 ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำสมุนไพรหมัก	18
4.9 การอยู่รอดของ *L.acidophilus* ในผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C	19
ข.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิค (ug/ml) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร	27
ข.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดแกลลิค (ug/ml) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ 750 นาโนเมตร	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สมุนไพร เป็นพืชที่มีสรรพคุณหลากหลาย สามารถนำมาใช้เป็นยารักษาโรคและบำรุงร่างกาย รวมทั้งมีสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยเสริมภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ได้แก่ ชาเขียว มีสาระสำคัญ คือ กรดอะมิโน วิตามินบี วิตามินซี วิตามินอี คาเฟอีน ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของประสาทและสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ คือ คาเทชิน โดยคาเทชินที่พบได้มากและมีฤทธิ์มากที่สุดในชาเขียว คือ สารอีพิกัลโลคาเทชินกัลเลต ซึ่งมีความสำคัญในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และมีส่วนช่วยในการลดน้ำหนัก เพิ่มการเผาผลาญและช่วยเผาผลาญไขมัน ช่วยในการลดคอเลสเตอรอลและระดับน้ำตาลในเลือด รวมทั้งยังมีส่วนช่วยลดอัตราเสี่ยงที่จะเกิดโรคมะเร็ง ใบเตย มีสารสำคัญหลายชนิด เมื่อนำใบเตยกลั่นด้วยไอน้ำจะได้สารหอมที่ประกอบด้วย แพนดานาไมน์ (Pandanamine), ไลนาลิลอะซีเตท (linalylacetate), เบนซิลอะซีเตท (benzyl acetate) เป็นต้น และมีสารที่ทำให้มีกลิ่นหอมคือ คูมาริน (coumarin) และมีสารในกลุ่มแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ มีสรรพคุณ ช่วยบำรุงหัวใจ ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดความดันโลหิต ใช้รักษาโรคหัด รักษาเลือดออกตามไรฟัน แก้หวัด เป็นต้น หญ้าหวาน ใบหญ้าหวานแห้ง ที่สกัดด้วยน้ำจะได้สารหวาน คือ สตีวิโอไซด์ (Stevioside) ซึ่งมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 150 - 300 เท่า มีสรรพคุณช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ใช้เป็นยารักษาเบาหวาน ช่วยลดความดันโลหิต ป้องกันโรคอ้วน โรคหัวใจ ช่วยสมานแผล เป็นต้น ลูกหม่อน มีสารสำคัญ คือ วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินบี 6 กรดโฟลิก และมีสารต้านอนุมูลอิสระ คือ แอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารสีม่วงแดง ช่วยป้องกันโรคหัวใจ และป้องกันโรคมะเร็ง มีสรรพคุณช่วยแก้อาการท้องผูก แก้ร้อนใน กระหายน้ำ ช่วยรักษาโรคเบาหวาน ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด เป็นต้น และเปลือกมังคุด พบสารในกลุ่มแซนโทน มีการนำไปใช้ประโยชน์มากมาย ด้านการเกษตร นำมาใช้เป็นยาฆ่าแมลง ด้านการแพทย์ มีการนำเปลือกมังคุดมาใช้รักษาโรคตามภูมิปัญญาชาวบ้าน เช่น การรักษาอาการท้องเสีย การติดเชื้อบริเวณผิวหนัง และใช้รักษาบาดแผล รวมทั้งมีคุณสมบัติในการต่อต้านหรือยับยั้งที่ดี เช่น ต้านเซลล์มะเร็ง เชื้อแบคทีเรีย อาการภูมิแพ้ การอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น

โพรไบโอติก เป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ใช้เติมหรือเสริมเข้าไปในระหว่างกระบวนการผลิตอาหารประเภทต่าง ๆ มีประโยชน์ช่วยเสริมประสิทธิภาพการทำงานของระบบทางเดินอาหารและช่วยในการขับถ่าย โดยจุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้ในการผลิตอาหารหมัก คือ แบคทีเรียกรดแลคติก ผลของแบคทีเรียกรดแลคติกต่ออาหารหมัก คือ การสร้างกรดแลคติก ทำให้อาหารหมักมีลักษณะเฉพาะตัว เช่น มีรสเปรี้ยว มีลักษณะของ

เอกสารนี้เป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ใช้งานที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อสัมผัสเปลี่ยนจากเดิม เมื่อค่าพีเอชของอาหารมีความเป็นกรด จุลินทรีย์ที่ก่อโรคจึงไม่สามารถเจริญได้ อาหารที่ผ่านการหมักจึงเก็บรักษาได้นาน

โดยในปัจจุบันผู้คนหันมาใส่ใจดูแลสุขภาพกันมากยิ่งขึ้น สมุนไพรก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยบำรุงรักษาสุขภาพได้ ผู้วิจัยจึงได้นำสมุนไพรพื้นบ้าน 5 ชนิด ได้แก่ ใบเตย หญ้าหวาน ชาเขียว ลูกหม่อน และเปลือกมังคุดมาพัฒนาให้เป็นเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรพร้อมกับเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติก เพื่อให้ได้เครื่องดื่มน้ำสมุนไพรที่มีรสชาติที่ดีและมีประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรที่หมักด้วย *Lactobacillus acidophilus*

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรหมัก

1.2.3 เพื่อศึกษาการอยู่รอดของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 สามารถพัฒนาเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรให้มีความหลากหลายและมีคุณประโยชน์มากขึ้น

1.3.2 สามารถพัฒนาสมุนไพรพื้นบ้านให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่และเพิ่มคุณค่าให้กับวัตถุดิบ

1.3.3 สามารถพัฒนาเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรโพรไบโอติกให้เป็นเครื่องดื่มทางเลือกเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชาเขียว

ต้นชาเขียวเป็นพืชที่มีลักษณะเป็นพุ่ม ใบเขียว ต้นสูงได้ถึง 10 เมตร แต่ชาวไร่ชานิยมตัดแต่งให้เป็นพุ่มเตี้ย เพื่อความสะดวกในการเก็บยอดอ่อน ชาเป็นพืชที่อ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อมมาก โดยพื้นฐานของการเพาะปลูกชาเขียว ควรมีอากาศที่ชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งส่งผลต่อรสชาติของใบชาที่เก็บเกี่ยว แม้จะเป็นใบชาจากต้นเดียวกัน หากเก็บในช่วงเวลาที่ต่างกันหรือขนาดเล็กใหญ่ไม่เท่ากัน ก็ให้รสชาติที่แตกต่างกันได้ สารสำคัญที่พบได้ในชาเขียว ประกอบไปด้วยกรดอะมิโน วิตามินบี วิตามินซี วิตามินอี สารในกลุ่ม xanthine alkaloids คือ คาเฟอีน (caffeine) และธิโอฟิลลีน (theophylline) ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง และสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ คือ คาเทชิน (catechins) โดยสารอีพิกัลโลคาเทชินกัลเลต (epigallocatechin gallate – EGCG) พบได้มากและมีฤทธิ์มากที่สุดในชาเขียว มีความสำคัญในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีสรรพคุณช่วยในการลดความอ้วน เนื่องจากสารคาเทชินที่พบในชาเขียว ช่วยเพิ่มการเผาผลาญพลังงานและไขมัน ซึ่งส่งผลต่อการควบคุมน้ำหนัก นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการลดคอเลสเตอรอลและระดับน้ำตาลในเลือด ต้านการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ และช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง

2.2 ใบเตย

เตยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีลำต้นทรงกลม และเป็นข้อสั้น ๆ โผล่ขึ้นมาจากดินเพียงเล็กน้อย โคนลำต้นแตกรากแขนงออกเป็นรากค้ำจุน มีความสูงของใบมากกว่า 1 เมตร ใบเตย แตกออกเป็นใบเดี่ยวด้านข้างรอบลำต้น และเรียงสลับวนเป็นเกลียวขึ้นตามความสูงของลำต้น ใบมีลักษณะเรียวยาวเป็นรูปดาบ ปลายใบแหลม มีสีเขียวสด เมื่อนำใบเตยมากลั่นด้วยไอน้ำจะได้สารหอมที่ประกอบด้วย แพนดานาไมน์ (Pandanamine), ไลนาลิลอะซีเตท (linalylacetate), เบนซิลอะซีเตท (benzyl acetate), ไลนาโลออน (linalool) และเจอรานิออล (geraniol) มีสารที่ทำให้มีกลิ่นหอม คือ คูมาริน (coumarin) และเอทิลวานิลลลิน (ethyl vanillin) และมีสารในกลุ่มแอนโทไซยานิน (anthocyanin) เป็นสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีสรรพคุณช่วยบำรุงหัวใจ ช่วยลดน้ำตาลในเลือด ช่วยลดความดันโลหิต ใช้รักษาโรคหัด รักษาเลือดออกตามไรฟัน แก้หวัด รักษาอาการตับอักเสบ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หญ้าหวาน

ใบหญ้าหวานแห้ง สกัดด้วยน้ำ จะได้สารหวานซึ่งมีชื่อ เรียกว่า สตีวิโอไซด์ (Stevioside) มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 150 - 300 เท่า มีความคงตัวสูงทั้งในตัวทำละลาย กรดอ่อน เบสอ่อน และทนความร้อนได้ถึง 200 องศาเซลเซียส จึงไม่เปลี่ยนสภาพจากความร้อนในการปรุงอาหาร หากใช้ในปริมาณน้อย จะไม่มีพิษและปลอดภัยในการบริโภค สามารถนำไปใช้ผสมในอาหาร หรือเครื่องดื่มเพื่อเพิ่มความหวาน สารสกัดจากหญ้าหวาน ประกอบด้วย ไกลโคไซด์ (Glycoside) และอะไกลโคน (Aglycone) โดยสารไกลโคไซด์ จะมีน้ำตาลกลูโคส (Glucose) เป็นองค์ประกอบ ส่วนสารอะไกลโคน จะประกอบไปด้วย น้ำตาลที่มีโมเลกุลใหญ่ คือ โพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharides) ซึ่งเป็นกลุ่มน้ำตาลที่ทำให้สารสกัดของหญ้าหวานมีรสหวาน มีสรรพคุณช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ลดระดับน้ำตาลในเลือดผู้ป่วยเบาหวาน ใช้เป็นยารักษาโรคเบาหวาน ป้องกันฟันผุ ลดอาการเหงือกบวมอักเสบ ช่วยลดความดันโลหิต ป้องกันโรคไขมันในเลือดสูง โรคอ้วน และโรคหัวใจ ช่วยบำรุงร่างกาย บำรุงตับ ช่วยสมานแผลภายนอกและภายใน เป็นต้น

2.4 ลูกหม่อน

ผลหม่อนเป็นผลที่เกิดจากช่อดอก ผลเป็นผลรวมอยู่ในกระจุกเดียวกัน โดยจะออกตามซอกใบ ลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ยาวประมาณ 1-2.5 เซนติเมตร ผลเป็นสีเขียว เมื่อผลสุกแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดงเข้มหรือสีม่วงดำ เกือบดำ เนื้อนิ่ม มีรสหวานอมเปรี้ยว มีวิตามินเอ วิตามินซี วิตามินบี 6 กรดโฟลิก แทนนิน และมีสารต้านอนุมูลอิสระ คือ แอนโทไซยานิน โดยทั่วไปหม่อนจะแบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่ หม่อนที่ปลูกเพื่อรับประทานผล ผลจะโตเป็นช่อ เมื่อสุกผลจะเป็นสีดำ มีรสเปรี้ยวอมหวาน นิยมนำมารับประทานทำแยม หรือ นำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ส่วนอีกชนิด คือ หม่อนที่ใช้ปลูกเพื่อการเลี้ยงไหมเป็นหลัก มีสรรพคุณช่วยแก้ไข้ ตัวร้อน แก้ร้อนใน กระหายน้ำ แก้ไอ เจ็บคอ ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด รักษาโรคเบาหวาน แก้อาการท้องผูก แก้ข้อมือข้อเท้าเกร็ง แก้โรคปวดข้อ ไขข้อ ช่วยบำรุงเส้นผมให้ดกดำ เป็นต้น

2.5 เปลือกมังคุด

เปลือกผลมังคุดมีสารที่เป็นประโยชน์ ซึ่งพบอยู่ในเปลือกมังคุดเป็นส่วนมาก โดยเฉพาะสารในกลุ่มแซนโทน ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ มีการนำไปใช้ประโยชน์มากมาย ตั้งแต่อดีตได้นำมาใช้ในด้านการเกษตร โดยนำมาใช้เป็นยาฆ่าแมลง และในปัจจุบันในภาคการเกษตรก็ยังใช้เป็นยาฆ่าไข่และตัวอ่อนของแมลง ส่วนในด้านการแพทย์ มีการนำเปลือกมังคุดมาใช้รักษาโรคตามภูมิปัญญาชาวบ้าน เช่น การรักษาอาการท้องเสีย การติดเชื้อบริเวณผิวหนัง ใช้รักษาบาดแผล เป็นต้น และในปัจจุบันพบว่าสารประกอบแซนโทน มีคุณสมบัติในการต่อต้านหรือยับยั้งในระดับที่ดี เช่น ต้านเซลล์มะเร็ง ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านอาการภูมิแพ้ ต้านการอักเสบ ต้านการเจริญของจุลินทรีย์ ต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 โพรไบโอติก (probiotic)

เป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งใช้เติมหรือเสริมเข้าไปในระหว่างกระบวนการผลิตอาหารประเภทต่าง ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์นมหมัก จุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้ในการผลิตอาหารหมัก คือ แบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria (LAB) ผลของแบคทีเรียกรดแลคติกต่ออาหารหมัก คือ แบคทีเรียจะสร้างกรดแลคติก ทำให้อาหารหมักมีลักษณะเฉพาะตัว เช่น มีรสเปรี้ยว ลักษณะเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมและมีกลิ่นเฉพาะตัว เมื่อพีเอชของอาหารมีความเป็นกรด จุลินทรีย์ที่ก่อโรคจึงไม่สามารถเจริญได้ อาหารที่ผ่านการหมักจึงสามารถเก็บรักษาได้นาน จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่มีจำหน่ายพบได้ในรูปผลิตภัณฑ์แบบผงหรือแคปซูล นำไปใช้ในอาหาร เช่น นมเปรี้ยว โยเกิร์ต เป็นต้น ซึ่งจะเรียกอาหารกลุ่มนี้ว่าอาหารโพรไบโอติก รวมถึงเครื่องดื่มโพรไบโอติก เช่น นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม เป็นต้น

2.7 *Lactobacillus acidophilus*

เป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่พบได้ในระบบทางเดินอาหาร สามารถสร้างไบโอฟิล์ม ซึ่งจะช่วยให้สามารถอยู่รอดได้ในสภาวะที่ไม่เอื้ออำนวย เช่น สภาวะความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร มีประโยชน์ช่วยปรับสมดุลลำไส้ให้มีสุขภาพที่ดี ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นของลมหายใจ ซึ่งเกิดจากลำไส้ ช่วยรักษาอาการท้องผูก ช่วยลดระดับคอเลสเทอรอลในเลือด โดยการย่อยสลายคอเลสเทอรอล ยับยั้งการดูดซึมคอเลสเทอรอลผ่านผนังลำไส้ และทำการขับคอเลสเทอรอลออกมากับอุจจาระ รวมทั้งยังช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย เช่น สำหรับผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อราในช่องคลอด *L.acidophilus* ในรูปแบบยาเหน็บช่องคลอด สามารถรักษาภาวะช่องคลอดอักเสบจากเชื้อแบคทีเรีย และช่วยลดอาการผื่นแพ้และผิวหนังอักเสบในเด็กทารกได้ แหล่งอาหารที่พบ *L.acidophilus* เช่น โยเกิร์ต กิมจิ มิโซะ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการผลิตในรูปแบบยาเม็ดสำหรับรับประทาน ผงสำหรับชง และยาเหน็บช่องคลอด

2.8 เครื่องดื่มโพรไบโอติก

เครื่องดื่มโพรไบโอติก จัดเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ โดยกำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากโพรไบโอติกมีคุณสมบัติในการเสริมประสิทธิภาพการทำงานของระบบทางเดินอาหาร ช่วยลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในร่างกาย ช่วยรักษาอาการท้องผูก ทำให้อุจจาระอ่อนนุ่ม ขับถ่ายได้ง่าย ช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงโรคมะเร็งลำไส้ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ลดโอกาสการเกิดภูมิแพ้ในเด็ก และลดระดับคอเลสเทอรอลในเลือด เช่น *L.acidophilus* สามารถช่วยย่อยสลายคอเลสเทอรอล ยับยั้งการดูดซึมคอเลสเทอรอลผ่านผนังลำไส้ และทำการขับคอเลสเทอรอลออกมากับอุจจาระ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 เครื่องดื่มโพรไบโอติกจากพืช

เครื่องดื่มโพรไบโอติกจากพืช (plant probiotic beverages) เป็นเครื่องดื่มที่ได้จากการนำวัตถุดิบจากพืชและผลไม้ที่บริโภคได้ สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักและมีประโยชน์ต่อผู้บริโภค โดยนำส่วนต่าง ๆ เช่น ใบ ราก ผล นำมาสกัดน้ำก่อนหรือไม่สกัดก็ได้ จากนั้นนำมาหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ โดยการเติมหัวเชื้อ เพื่อควบคุมคุณภาพให้มีความคงที่ หรือหมักตามสภาพธรรมชาติ โดยไม่มีการเติมกล้าเชื้อ เช่น น้ำหมักชีวภาพ การใช้วัตถุดิบจากพืชในการผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกเป็นทางเลือกของผู้บริโภคที่ไม่ดื่มนม เนื่องจากเครื่องดื่มโพรไบโอติกส่วนใหญ่จะผลิตมาจากนมเป็นหลัก การนำพืชมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักจะทำให้ได้ประโยชน์จากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compound) เช่น Phytochemical, Carotenoids, Flavonoids และพรีไบโอติก ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีองค์ประกอบและปริมาณแตกต่างกัน ทำให้ได้คุณประโยชน์ที่หลากหลายมากขึ้น ในปัจจุบันเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากพืชกำลังได้รับความนิยม โดยเฉพาะผู้ที่มีภาวะร่างกายไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโทสได้

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 การหมักน้ำบีทรูทด้วยแบคทีเรียกรดแลคติกและการรีไซเคิลสตาร์ทเตอร์ (ปิ่นมณี ขวัญเมือง, 2559)

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสูตรน้ำบีทรูทผสมที่เหมาะต่อการหมักด้วย *Lactobacillus pentosus* ที่ผู้บริโภคยอมรับ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมักน้ำบีทรูทผสม การรีไซเคิสสตาร์ทเตอร์ และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C และศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของน้ำหมักบีทรูทผสม

วิธีการทดลอง

การเตรียมส่วนผสมในการหมัก

การเตรียมน้ำบีทรูท เนื้อบีทรูท 2 : น้ำ 1 (น้ำหนัก : ปริมาตร)

การเตรียมน้ำแครอท เนื้อแครอท 1 : น้ำ 1 (น้ำหนัก : ปริมาตร)

การเตรียมน้ำสับปะรด เนื้อสับปะรด 1 : น้ำ 1 (น้ำหนัก : ปริมาตร)

และเตรียมสูตรน้ำบีทรูทผสม โดยปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดให้เท่ากับ 10 และ 15 °Brix จากนั้นนำไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 20 นาที ทำให้เย็นและนำไปหมักกับสตาร์ทเตอร์ต่อไป

การเตรียมสตาร์ทเตอร์และการหมัก โดยใช้สารละลายเชื้อ *L.pentosus* (เชื้อ *L.pentosus* 1 ลูป : น้ำกลั่น 10 ml) นำไปเติมในน้ำบีทรูทที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 10 และ 15 °Brix ใช้ปริมาตรของสารละลายเชื้อต่อน้ำบีทรูท 1 : 10 (โดยปริมาตร) ผสมให้เข้ากัน และนำไปหมักในตู้บ่ม อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับใช้เป็นสตาร์ทเตอร์ การหมัก ทำได้โดยนำสตาร์ทเตอร์ที่ได้ไปเติมในน้ำบีทรูทผสมที่เตรียมไว้ และนำไปหมักในตู้บ่ม อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

สูตรน้ำบีทรูทผสมที่เหมาะต่อการหมัก คือ สูตรที่มีส่วนผสมของน้ำบีทรูท น้ำสับปะรด และน้ำกลั่น 50:25:25 (โดยปริมาตร) ในระหว่างการหมักครั้งที่ 1 หมักที่ 48 ชั่วโมง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลงจาก 15.00 เป็น 14.10 °Brix กรดแลคติกเพิ่มจาก 0.214 % เป็น 0.612 % ค่าพีเอชลดลงจาก 3.95 เป็น 3.17 และจำนวนเซลล์ *L.pentosus* เพิ่มจาก 9.40 x 10^6 เป็น 6.50 x 10^{10} CFU/ml การเปลี่ยนแปลงของการรีไซเคิลรอบที่ 6 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดคงที่ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้น ค่าพีเอชลดลง และจำนวนเซลล์ *L.pentosus* เพิ่มจาก 10^6 เป็น 10^{10} CFU/ml น้ำหมักบีทรูทผสมที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเหมาะสำหรับใช้เป็นเครื่องดื่มโพรไบโอติก ได้แก่ มีคาร์โบไฮเดรทรวมไฟเบอร์ โปรตีน พลังงาน โปแตสเซียม และมีจุลินทรีย์โพรโบโอติก โดยน้ำหมักบีทรูทที่ได้มีอายุการเก็บรักษา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C

2.10.2 สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระการต้านเบาหวานและการเป็นสารพรีไบโอติกของข้าวและข้าวโพดไทย (สุรีย์ นานาสมบัติ และคณะ, 2564)

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ข้าวเจ้าพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ และพันธุ์สินเหล็ก, ข้าวเหนียวพันธุ์ลืมผัว, ข้าวเจ้าแดง, ข้าวโพดข้าวเหนียว, ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม และเชื้อ *Lactobacillus acidophilus*

วิธีการทดลอง

การเตรียมกล้าเชื้อ

โดยเขี่ยเชื้อ *L.acidophilus TISTR 1034* ปริมาณ 1 ลูป ลงในอาหารเหลว MRS ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แยกตะกอนเซลล์ โดยนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เทส่วนใสทิ้ง ทำการล้างเซลล์ 2 ครั้งด้วย 0.85% NaCl นำตะกอนเซลล์ที่ได้ทำให้อยู่ในรูปสารแขวนลอยเซลล์ จะได้ความเข้มข้นของเซลล์ 10^8 CFU/ml

การเตรียมเมล็ดธัญพืช

การเตรียมเมล็ดธัญพืชที่ไม่ผ่านการงอก นำเมล็ดธัญพืชแต่ละชนิด 250 กรัม ล้างน้ำให้สะอาด แล้วแช่น้ำในอัตราส่วนวัตถุดิบต่อน้ำ 1:3 (น้ำหนัก : ปริมาตร) เป็นเวลา 16 - 18 ชั่วโมง จากนั้นแกะเปลือกออกและนำมาผึ่งไว้

การเตรียมเมล็ดธัญพืชที่ผ่านการงอก ขั้นต้นทำตามวิธีการเช่นเดียวกัน หลังจากแช่น้ำแล้วนำมาวางบนผ้าขาวบางที่เปียกตลอดเวลา ทิ้งไว้ให้งอกที่อุณหภูมิ 30 ± 2 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำเครื่องดื่มธัญพืชเสริมโพรไบโอติก

นำเมล็ดธัญพืชทั้ง 2 ชนิด มาปั่นให้ละเอียดผสมน้ำอุ่นเล็กน้อย กรองด้วยผ้าข้าวบาง นำน้ำสะอาดที่ต้มจนเดือด เทผสมกับวัตถุดิบให้เข้ากัน แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80-85 ℃ เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นเติมเกลือ 1/4 ช้อนโต๊ะ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำมาบรรจุขวดปลอดเชื้อและเติมกล้าเชื้อ *L.acidophilus* ในอัตราส่วนเชื้อต่อน้ำนมข้าว 1:30 มิลลิลิตรโดยปริมาตร นำมาเก็บที่อุณหภูมิ 4 ℃ โดยเก็บตัวอย่างที่เวลา 0, 7 และ 14 วัน เพื่อตรวจวัดจำนวนจุลินทรีย์ ทดสอบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ, วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และทดสอบกิจกรรมการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสและแอลฟา-กลูโคสิเดส

สรุปผลการทดลอง

การอยู่รอดของ *L.acidophilus* ในเครื่องดื่มข้าวกล้องลืมผัวที่งอกและเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่งอก พบว่ามีปริมาณรอดชีวิตสูงกว่าในเครื่องดื่มชนิดอื่นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ℃ เป็นเวลา 14 วัน โดยเครื่องดื่มข้าวกล้องลืมผัวที่ผ่านการงอก มีปริมาณรอดชีวิตสูงถึง 5.20×10^7 CFU/ml แม้ว่าจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตจะลดลงในระหว่างการเก็บรักษา แต่เป็นปริมาณที่เพียงพอที่จะทำให้เกิดผลดีต่อสุขภาพ และพบว่าเครื่องดื่มข้าวกล้องลืมผัวทั้งชนิดที่งอกและไม่งอกมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด สำหรับกิจกรรมต้านเบาหวาน เครื่องดื่มข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่งอกมีกิจกรรมการยับยั้งแอลฟา-อะไมเลสและแอลฟา-กลูโคซิเดสสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 จุลินทรีย์

Lactobacillus acidophilus

3.2 วัตถุดิบและสารเคมี

3.2.1 วัตถุดิบ

ชาเขียวอบแห้ง (สมุนไพรบ้านปลายนา)
ผงใบเตย (สมุนไพรบ้านปลายนา)
ผงหญ้าหวาน (สมุนไพรบ้านปลายนา)
ผงลูกหม่อน (ภูดอย)
ผงเปลือกมังคุด
น้ำตาลทราย

3.2.2 สารเคมี

เอทานอล
น้ำกลั่น
สารละลาย DPPH
กรดแอสคอร์บิค
กรดแกลลิค
Folin-Ciocalteu
Sodium carbonate
อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth
อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar

3.3 อุปกรณ์

หลอดไมโครทิวป์ (Microtube) 1.5 มิลลิลิตร
หลอดเซนติฟิวส์ (Centrifuge tube) 50 มิลลิลิตร
เครื่องชั่งสารทศนิยม 4 ตำแหน่ง
ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร
ไมโครปิเปตขนาด 1 – 10 ไมโครลิตร
ไมโครปิเปตขนาด 20 – 200 ไมโครลิตร
ไมโครปิเปตขนาด 100 – 1,000 ไมโครลิตร
กระบอกตวง 100 ml
บีกเกอร์ 1000 ml
เพลทพลาสติก
ตู้บ่ม
ตู้ปลอดเชื้อ
หม้อนึ่งฆ่าเชื้อด้วยแรงดันไอน้ำ
เครื่องปั่นเหวี่ยง
Microplate reader
96-well plate
Refractometer
pH Meter
ตะเกียงแอลกอฮอล์
แท่งแก้วคนสาร
ช้อนตักสาร
อลูมิเนียมฟลอยด์
ถ้วยอลูมิเนียม
หม้อ
ทัพพี
เตาแก๊ส
ขวดบรรจุน้ำสมุนไพร
ผ้าขาวบาง

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมน้ำสมุนไพร

เตรียมชาเขียวอบแห้ง ผงใบหญ้าหวาน ผงเปลือกมังคุด ผงใบเตย และผงลูกหม่อน นำสมุนไพรแต่ละชนิดมาต้มในน้ำสะอาด เติมน้ำตาลทรายและปรับค่า Brix ให้ได้เท่ากับ 10 °Brix เท่ากันทุกชนิด ต้มจนได้ที่ จากนั้นกรองเอากากออก และบรรจุใส่ภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การเตรียมจุลินทรีย์โพรไบโอติกและกระบวนการหมัก

นำ *L.acidophilus* มาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว MRS ทำการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที ล้างด้วย 0.85% NaCl และนำไปปั่นเหวี่ยงซ้ำรอบที่ 2 นำส่วนตะกอนเชื้อที่ได้ไปผสมกับน้ำสมุนไพรแต่ละชนิดที่ผ่านการต้มแล้ว จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 0-5 วัน ศึกษาการเจริญของ *L.acidophilus* และวัด pH

3.4.3 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำสมุนไพร

ออกแบบการทดลอง โดยการทดลองเลี้ยงจุลินทรีย์ในน้ำสมุนไพรหมักทั้ง 5 ชนิด เพื่อหาวัตถุดิบที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แล้วนำวัตถุดิบที่เหมาะสมมาพัฒนาเป็นน้ำสมุนไพรหมักสูตรผสม แล้วเลือกน้ำสมุนไพรหมัก 3 สูตรที่ดีที่สุด

3.4.4 การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของน้ำสมุนไพรหมัก

1) การทดสอบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

โดยนำส่วนใสของน้ำสมุนไพรหมักที่ผ่านการปั่นเหวี่ยง ปริมาตร 70 ไมโครลิตร และ 2,2-diphenyl-1-picrythydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 0.16 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 210 ไมโครลิตร ใส่ลงในช่อง 96-well plate ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วย microplate reader และนำค่าดูดกลืนแสงมาคำนวณหาค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก ที่ความเข้มข้น 0, 5, 10, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

2) การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu

โดยนำส่วนใสของน้ำสมุนไพรหมักที่ผ่านการปั่นเหวี่ยง ปริมาตร 250 ไมโครลิตร และสารละลาย Folin-Ciocalteau ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ใส่ลงใน 96-well plate ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติมสารละลาย 10% Sodium carbonate ปริมาตร 40 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ด้วย microplate reader และนำค่าการดูดกลืนแสงมาคำนวณหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิค ที่ความเข้มข้น 0, 5, 10, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

3.4.5 การศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์โพรไบโอติก

ตรวจวัดการเจริญของเชื้อ *L.acidophilus* โดยทำการ serial dilution และ spread plating ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตจากโคโลนีเดี่ยวที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ และรายงานผลเป็น CFU/mL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การทดสอบการอยู่รอดของโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา

โดยเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 °C สุ่มเก็บตัวอย่างและวัดปริมาณจุลินทรีย์ทุกสัปดาห์ โดยทำการ serial dilution และ spread plating ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตจากโคโลนีเดี่ยวที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ และรายงานผลเป็น CFU/mL

3.4.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยใช้วิธี 5 - Point Hedonic Scale โดยให้คะแนนความชอบ คุณลักษณะด้านสี, กลิ่น, รสชาติ และความชอบโดยรวม นำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แปลผลคะแนนเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์คะแนนตามช่วงระดับคะแนน (Class Interval) ดังนี้

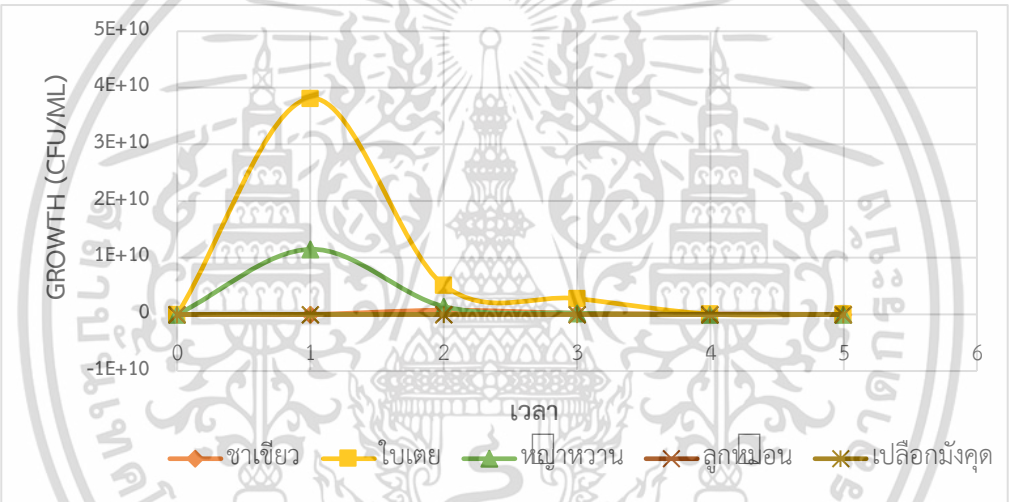
ค่าเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง คะแนนความชอบในระดับชอบมาก
ค่าเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง คะแนนความชอบในระดับชอบ
ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง คะแนนความชอบในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง คะแนนความชอบในระดับไม่ชอบ
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง คะแนนความชอบในระดับไม่ชอบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมัก 5 ชนิด

การเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* เมื่อหมักในน้ำสมุนไพร 5 ชนิด เป็นระยะเวลา 5 วัน พบว่าเชื้อ *L.acidophilus* มีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นในวันที่ 1 แล้วค่อย ๆ ลดจำนวนลง โดยใบเตยช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ได้ดีที่สุด มีปริมาณจุลินทรีย์ $3.8x10^{10}$ CFU/ml, หญ้าหวาน $1.15x10^{10}$ CFU/ml และชาเขียว $7.5x10^{8}$ CFU/ml ตามลำดับ ส่วนลูกหม่อนและเปลือกมังคุด พบว่าไม่ช่วยส่งเสริมการเจริญของเชื้อ *L.acidophilus*

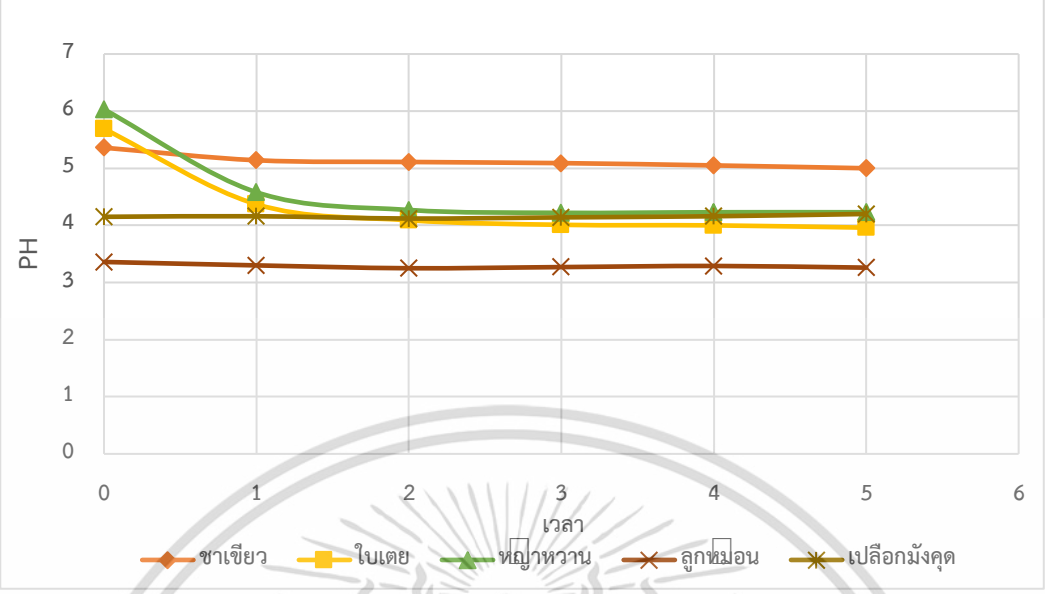


ภาพที่ 4.1 การเจริญเติบโตของเชื้อ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมัก 5 ชนิด

4.2 pH ของน้ำสมุนไพรหมัก 5 ชนิด

pH ของน้ำสมุนไพรหมักมีค่าลดลงตั้งแต่วันที่ 0-5 ของการหมัก โดยในวันที่ 0 มีค่า pH ดังนี้ ชาเขียว (5.36), ใบเตย (5.69), หญ้าหวาน (6.03), ลูกหม่อน (3.36), เปลือกมังคุด (4.15), และวันที่ 5 มีค่า pH ดังนี้ ชาเขียว (5), ใบเตย (3.96), หญ้าหวาน (4.43), ลูกหม่อน (3.26), และเปลือกมังคุด พบว่ามีค่า pH เพิ่มขึ้น คือ 4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ค่า pH ของน้ำสมุนไพรหมักทั้ง 5 ชนิด

4.2.1 น้ำสมุนไพรหมักสูตรผสม 6 สูตร

วัตถุดิบที่ช่วยส่งเสริมการเจริญของ *L.acidophilus* ได้ดีที่สุด ได้แก่ ใบเตย หญ้าหวาน และชาเขียว โดยนำวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด มาพัฒนาเป็นน้ำสมุนไพรหมักสูตรผสมได้ 6 สูตร โดยจะแบ่งได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 มีส่วนผสมของ (ลูกหม่อน : ชาเขียว : หญ้าหวาน)

สูตรที่ 1 (50:30:20)

สูตรที่ 2 (30:20:50)

สูตรที่ 3 (20:50:30)

กลุ่มที่ 2 มีส่วนผสมของ (ลูกหม่อน : ใบเตย : หญ้าหวาน)

สูตรที่ 4 (50:30:20)

สูตรที่ 5 (30:20:50)

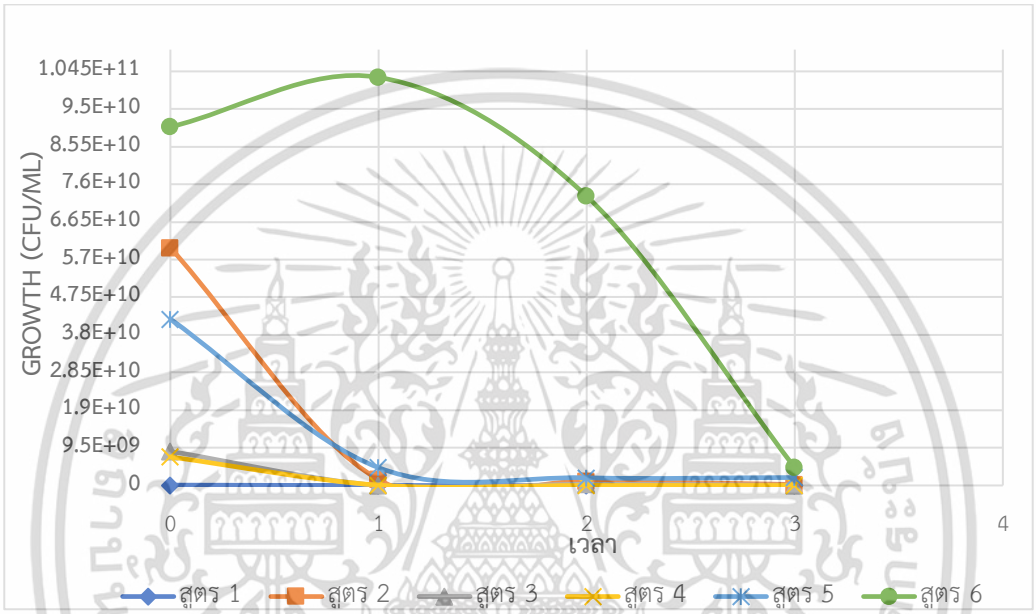
สูตรที่ 6 (20:50:30)

โดยสูตรของน้ำสมุนไพรหมักที่ได้กำหนดเป็นอัตราส่วนของสมุนไพรชนิดต่างๆ เพื่อทดลองว่าน้ำสมุนไพรหมักสูตรใดที่ช่วยส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์โพรไบโอติกได้ดีที่สุด รวมถึงช่วยเพิ่มรสชาติที่ดีให้กับผลิตภัณฑ์น้ำสมุนไพรหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมัก 6 สูตร

การเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* เมื่อหมักในน้ำสมุนไพร 6 สูตร เป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่าเชื้อ *L.acidophilus* มีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นในวันที่ 1 แล้วค่อย ๆ ลดจำนวนลง โดยน้ำสมุนไพรหมักสูตรที่ 6 ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ได้ดีที่สุด มีปริมาณจุลินทรีย์ $1.03x10^{11}$ CFU/ml, สูตรที่ 5 $4.5x10^{9}$ CFU/ml, สูตรที่ 2 $1.5x10^{9}$ CFU/ml และ สูตรที่ 4 $1x10^{8}$ CFU/ml ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 พบว่าไม่ช่วยส่งเสริมการเจริญของเชื้อ *L.acidophilus*

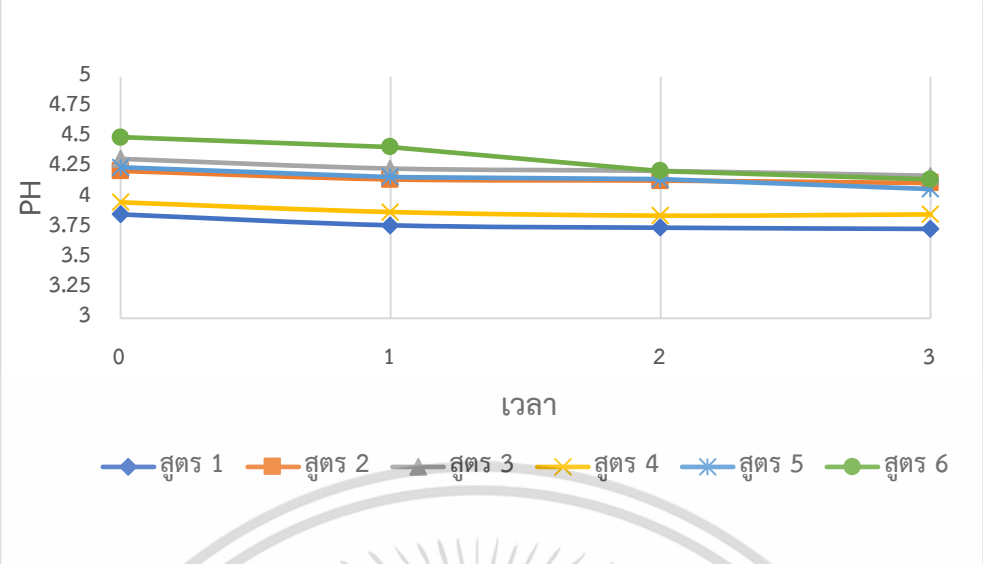


ภาพที่ 4.3 การเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมัก 6 สูตร

4.4 pH ของน้ำสมุนไพรหมัก 6 สูตร

pH ของน้ำสมุนไพรหมัก 6 สูตร มีค่าลดลงตั้งแต่วันที่ 0-3 ของการหมัก โดยวันที่ 0 มีค่า pH ดังนี้ สูตรที่ 1 (3.86), สูตรที่ 2 (4.22), สูตรที่ 3 (4.32), สูตรที่ 4 (3.96), สูตรที่ 5 (4.25), สูตรที่ 6 (4.50) และวันที่ 3 มีค่า pH ดังนี้ สูตรที่ 1 (3.74), สูตรที่ 2 (4.12), สูตรที่ 3 (4.18), สูตรที่ 4 (3.86), สูตรที่ 5 (4.07) และสูตรที่ 6 (4.15)

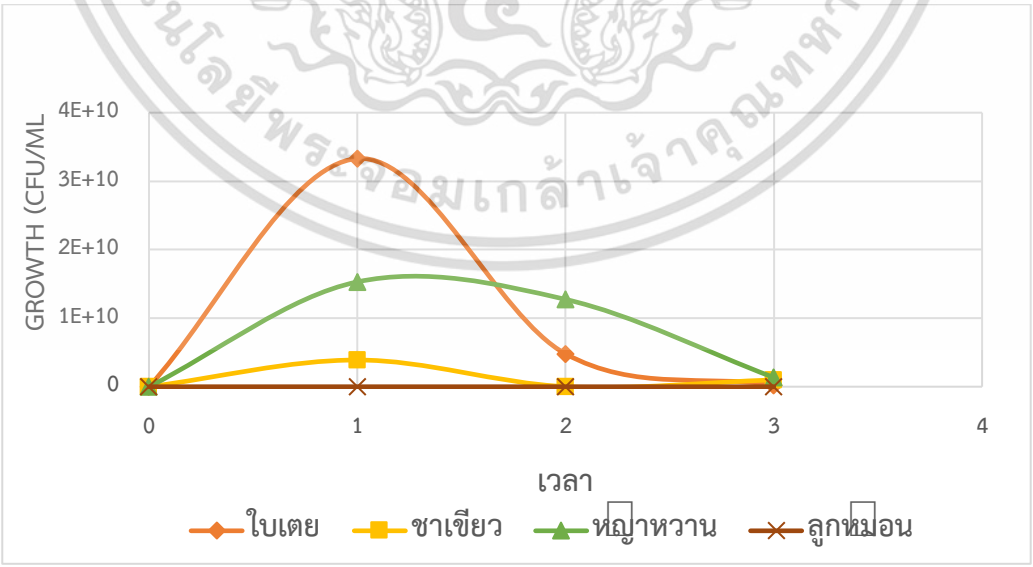
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 ค่า pH ของน้ำสมุนไพรหมัก 6 สูตร

4.5 ผลการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมักควบคุม 4 ชนิด

การเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* เมื่อหมักในน้ำสมุนไพรหมักควบคุม 4 ชนิด เป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่าเชื้อ *L.acidophilus* มีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นในวันที่ 1 แล้วค่อย ๆ ลดจำนวนลง โดยใบเตยช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ได้ดีที่สุด มีปริมาณจุลินทรีย์ 3.33×10^{10} CFU/ml, หญ้าหวาน 1.53×10^{10} CFU/ml และชาเขียว 3.9×10^{9} CFU/ml ตามลำดับ ส่วนลูกหม่อน พบว่าไม่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus*

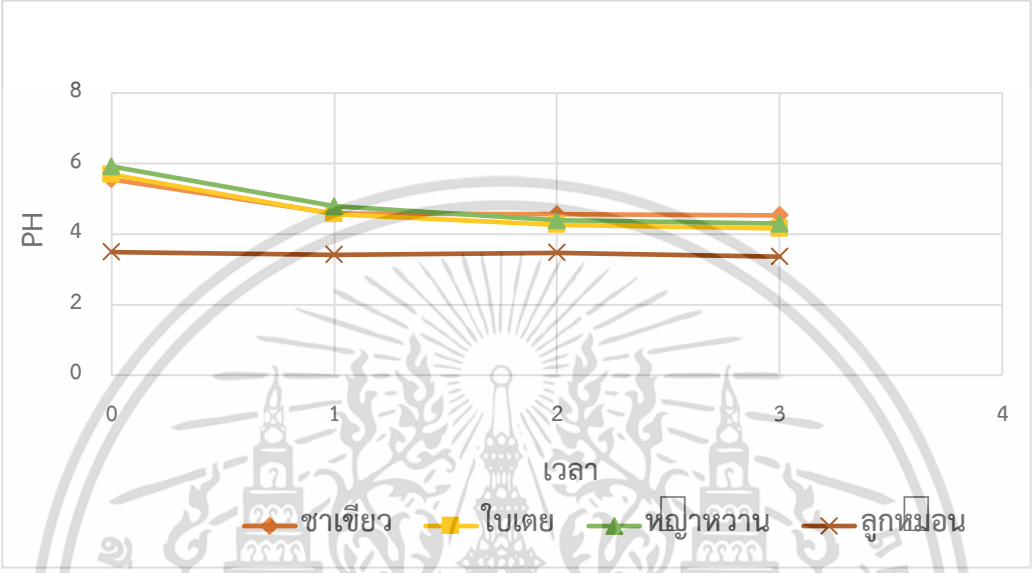


ภาพที่ 4.5 การเจริญเติบโตของเชื้อ *L.acidophilus* ในน้ำสมุนไพรหมักควบคุม 4 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 pH ของน้ำสมุนไพรหมักควบคุม 4 ชนิด

pH ของน้ำสมุนไพรหมักควบคุม 4 ชนิด มีค่าลดลงตั้งแต่วันที่ 0-3 ของการหมักโดยวันที่ 0 มีค่า pH ดังนี้ ชาเขียว (5.55), ใบเตย (5.69), หญ้าหวาน (5.92), ลูกหม่อน (3.49) และวันที่ 3 มีค่า pH ดังนี้ ชาเขียว (4.53), ใบเตย (4.16) หญ้าหวาน (4.30), และลูกหม่อน (3.36)



ภาพที่ 4.6 ค่า pH ของน้ำสมุนไพรหมักควบคุม 4 ชนิด

4.6.1 น้ำสมุนไพรหมัก 3 สูตรที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus*

จากผลการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ในน้ำหมักสมุนไพร 6 สูตร พบว่ามีน้ำสมุนไพรหมัก 3 สูตรที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของ *L.acidophilus* ได้แก่

สูตรที่ 2 มีส่วนผสมของ (ลูกหม่อน 30 : ชาเขียว 20 : หญ้าหวาน 50)

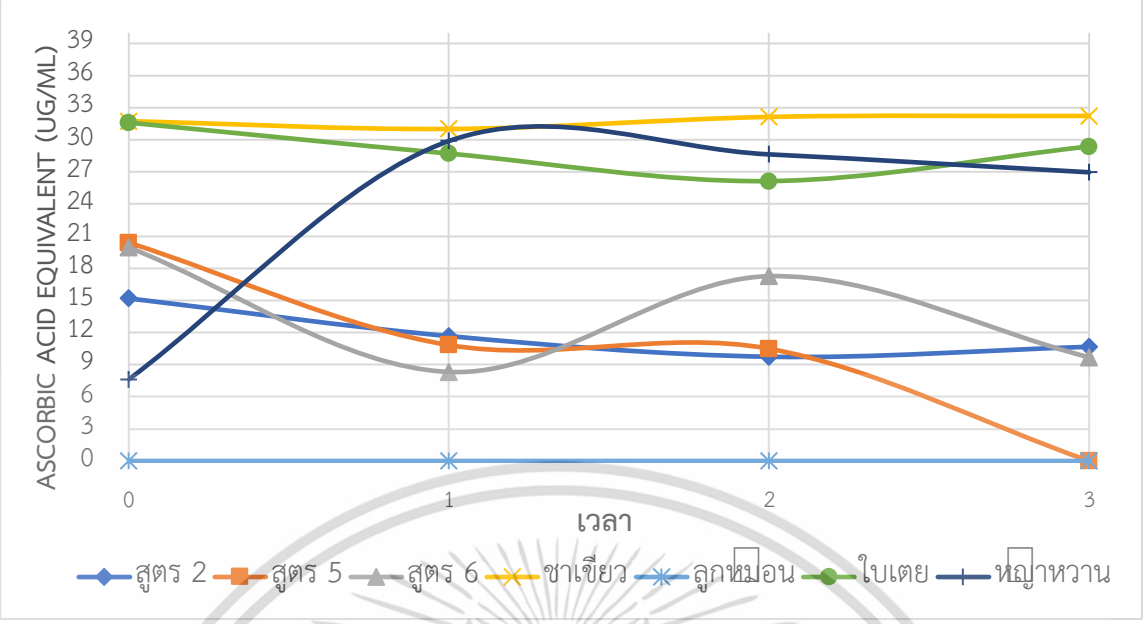
สูตรที่ 5 มีส่วนผสมของ (ลูกหม่อน 30 : ใบเตย 20 : หญ้าหวาน 50)

สูตรที่ 6 มีส่วนผสมของ (ลูกหม่อน 20 : ใบเตย 50 : หญ้าหวาน30)

4.7 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำสมุนไพรหมัก

น้ำสมุนไพรหมักมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระลดลงตั้งวันที่ 0-3 ของการหมัก โดยในวันที่ 0 น้ำสมุนไพรหมักสูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 มีสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากัน คือ 20 ug ของ Ascorbic acid equivalent/ml. ส่วนสูตรที่ 2 มีสารต้านอนุมูลอิสระ = 15 ug ของ Ascorbic acid equivalent/ml.

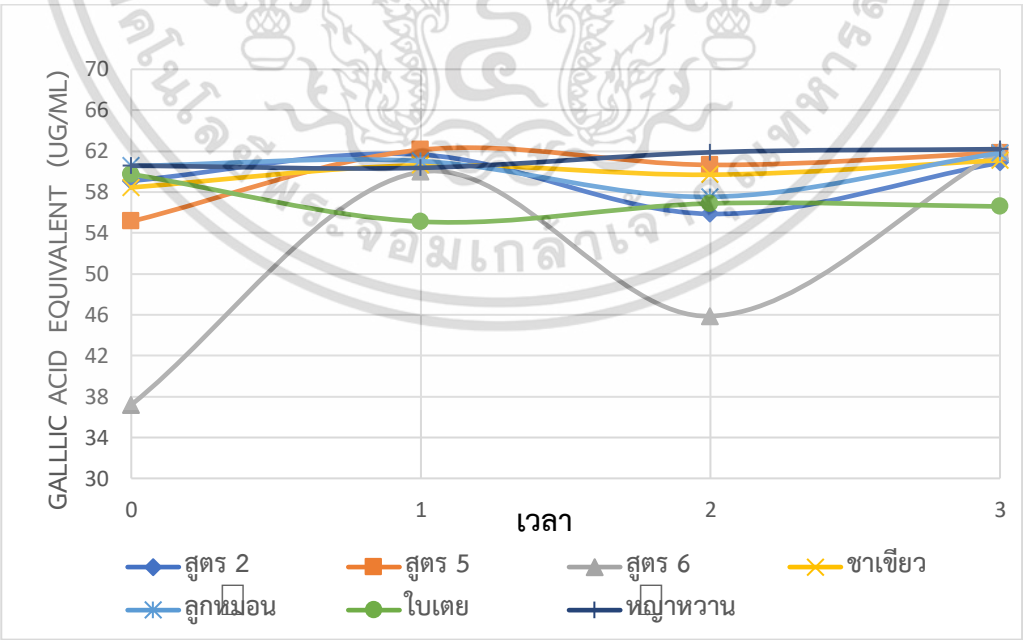
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำสมุนไพรหมัก

4.8 ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในน้ำสมุนไพรหมัก

น้ำสมุนไพรหมักสูตรที่ 2, 5 และ6 มีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดใกล้เคียงกัน คือ มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด = 62 ug ของ gallic acid equivalent/ml. โดยน้ำสมุนไพรหมักสูตรที่ 6 มีแนวโน้มของปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 0-3 ของการหมัก

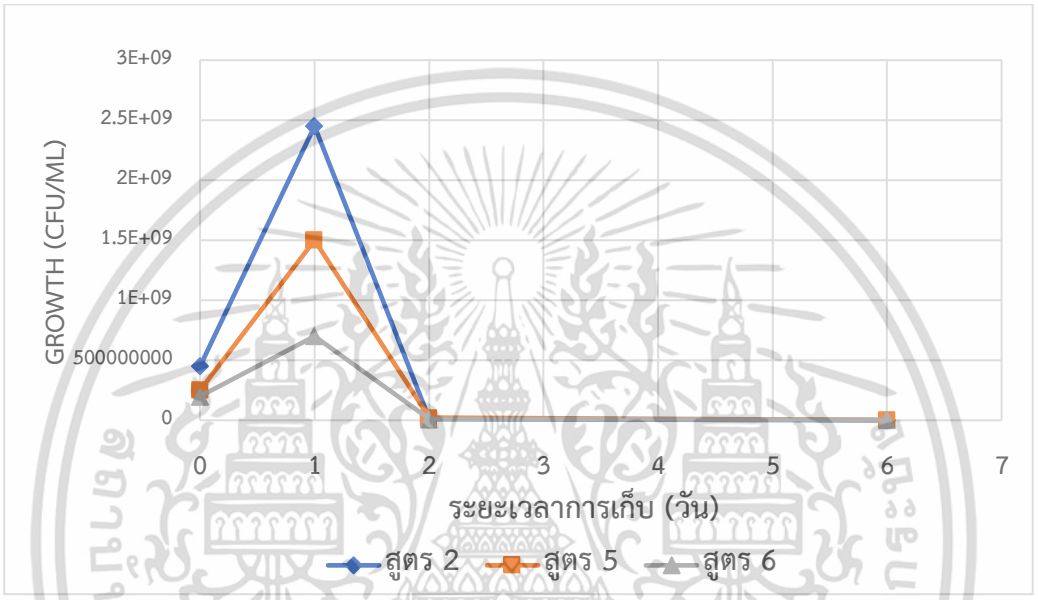


ภาพที่ 4.8 ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำสมุนไพรหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การอยู่รอดของโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C

การอยู่รอดของ *L.acidophilus* ในผลิตภัณฑ์น้ำสมุนไพหมัก 3 สูตร ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C พบว่าสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ 6 วัน โดยมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในวันที่ 1 ดังนี้ สูตรที่ 2 $2.45x10^9$ CFU/ml, สูตรที่ 5 $1.5x10^9$ CFU/ml, สูตรที่ 6 $7x10^8$ CFU/ml และมีปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลือรอดในวันที่ 6 ดังนี้ สูตรที่ 2 $1x10^5$ CFU/ml, สูตรที่ 5 $2x10^6$ CFU/ml และสูตรที่ 6 $4x10^6$ CFU/ml



ภาพที่ 4.9 การอยู่รอดของ *L.acidophilus* ในผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา 6 วันที่อุณหภูมิ 4 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสมุนไพรหมัก 3 สูตร

ตารางที่ 1 คะแนนด้านประสาทสัมผัสของน้ำสมุนไพรหมักสูตรที่ 2, 5 และ 6

ผลิตภัณฑ์	สูตรที่ 2	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
ลักษณะปรากฏ^{ns}	3.36	3.47	2.90
รสชาติ^{ns}	2.16	1.90	2
กลิ่น^{ns}	1.97	3	3.10
สี^{ns}	3.70	3.33	2.73
ความชอบรวม^{ns}	2.56	2.76	2.56

หมายเหตุ : ns คือ ตัวอักษรแสดงถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ($p < 0.05$)

จากผลการทดสอบพบว่าน้ำสมุนไพรหมักสูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ (3.63), สี (3.70) มากกว่าสูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 ความชอบโดยรวมของสูตรที่ 5 (2.76) ได้รับการยอมรับมากกว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากัน และการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของสูตร 6 (3.10) มีค่าใกล้เคียงกับสูตรที่ 5 (3.0) และมากกว่าสูตรที่ 2 การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติพบว่าน้ำสมุนไพรหมักทั้ง 3 สูตร มีค่าที่ใกล้เคียงกัน จึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

พัฒนาสูตรน้ำสมุนไพรหมักที่ดีที่สุดได้ 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 2 มีส่วนผสมของ (ลูกหม่อน:ชาเขียว:หญ้าหวาน = 30:20:50), สูตรที่ 5 (ลูกหม่อน:ใบเตย:หญ้าหวาน = 30:20:50) และสูตรที่ 6 (ลูกหม่อน:ใบเตย:หญ้าหวาน = 20:50:30) โดยน้ำสมุนไพรหมักสูตรที่ 6 ช่วยส่งเสริมการเจริญของ *L.acidophilus* ได้ดีที่สุด ซึ่งมีปริมาณจุลินทรีย์ $1.03x10^{11}$CFU/ml, สูตรที่ 5 $4.5x10^{9}$ CFU/ml และสูตรที่ 2 $1.5x10^{9}$ CFU/ml น้ำสมุนไพรหมักสูตรที่ 5 และ 6 มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าสูตรที่ 2 และพบว่าน้ำสมุนไพรหมักทั้ง 3 สูตรมีสารฟีนอลิกในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน มีอายุการเก็บรักษา 6 วัน โดยน้ำสมุนไพรหมักที่สามารถเก็บรักษาได้ดีที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 6 มีปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลือรอด $4x10^{6}$ CFU/ml, สูตรที่ 5 $2x10^{6}$ CFU/ml และสูตรที่ 2 $1x10^{5}$ CFU/ml ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของรสชาติน้ำสมุนไพรหมักทั้ง 3 สูตร พบว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกัน และน้ำสมุนไพรหมักสูตรที่ 5 มีความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยการพัฒนาน้ำสมุนไพรเสริมโพรไบโอติกสามารถเพิ่มคุณค่าให้กับวัตถุดิบ ทำให้ได้เครื่องดื่มน้ำสมุนไพรที่มีคุณประโยชน์เพิ่มขึ้นและเป็นแนวทางในการผลิตเครื่องดื่มน้ำสมุนไพรพร้อมดื่มได้จริง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรเพิ่มจุลินทรีย์โพรไบโอติกชนิดอื่น ๆ หรือพรีไบโอติก เพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกให้ได้ปริมาณมากขึ้น

5.2.2 ควรเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น เพื่อทำให้จุลินทรีย์สามารถอยู่รอดได้มากขึ้น

5.2.3 ควรเลือกใช้สมุนไพรชนิดอื่น ๆ มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำสมุนไพรหมักเพื่อเพิ่มคุณประโยชน์ที่หลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

มงคล วงษ์พูล, สวรส วรรณพราหมณ์ และมนัญญา คำวชิระพิทักษ์. (2565). การพัฒนาชาเขียวมะลิผสมมะตาด (Dillenia indica Linn.) และสารทดแทนความหวาน เพื่อเป็นแนวทางการผลิตเป็นชาพร้อมดื่ม สินค้าชุมชนชาวมอญ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี. **วารสารวิจัยและพัฒนา.วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 17,(1), 99-110.

อนงค์ ศรีโสภา และกาญจนา วงศ์กระจ่าง. (2562). **การพัฒนาสูตรชาสมุนไพรใบหม่อนผสมสมุนไพรให้กลิ่นหอมที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเอนไซม์กลูโคซิเดส.** มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

สุรีย์ นานาสมบัติ, ปาริฉัตร พุตจอน, พรนภา เนตรจุฬรัตน์ และพัชรี อ่อนน้อม. (2564). **สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระการต้านเบาหวานและการเป็นสารพรีไบโอติกของข้าวและข้าวโพดไทย.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าทหารลาดกระบัง.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. (2559). การหมักน้ำบีทรูทด้วยแบคทีเรียกรดแลคติกและการรีไซเคิลสตาร์ทเตอร์. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม,** 15,(1), 143-149.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. (2561). เครื่องดื่มโพรไบโอติกจากพืช : ทางเลือกเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม,** 17,(1), 212-221.

พัทธ์ธีรา โสดาตา. (2561). **ประโยชน์ของโพรไบโอติก**. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สิรินทร์ทิพย์ สุตตาพงค์, รชต ฤทธิ์ชัยมงคล และโอรส ดำทับ. (2562). **การพัฒนาขนมข้าวตูจากกากถั่วเหลือง. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 29 ประจำปี 2562 วิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน** (น.1019-1024). มหาวิทยาลัยทักษิณ.

Discovery Thailand. (2560). **ชาเขียว ประโยชน์ดี ๆ สรรพคุณเด่น ๆ และข้อมูลงานวิจัย.** เข้าถึงได้จาก https://www.disthai.com/16488273/%E0%B8%8A%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A7

Discovery Thailand. (2560). **ใบเตย ประโยชน์ดี ๆ สรรพคุณเด่น ๆ และข้อมูลงานวิจัย.** เข้าถึงได้จาก: https://www.disthai.com/17040525/%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%A2

Discovery Thailand. (2560). **หญ้าหวาน ประโยชน์ดี ๆ สรรพคุณเด่น ๆ และข้อมูลงานวิจัย.** เข้าถึงได้จาก: https://www.disthai.com/16895870/%E0%B8%AB%E0%B8%8D%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Discovery Thailand. (2560). **สารสกัดจากเปลือกมังคุด.** เข้าถึงได้จาก: https://www.disthai.com/17290415/%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%84%E0%B8%B8%E0%B8%94

Discovery Thailand. (2560). **หม่อน ประโยชน์ดี ๆ สรรพคุณเด่น ๆ และข้อมูลงานวิจัย.** เข้าถึงได้จาก: https://www.disthai.com/16964014/%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%99

กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ม.ป.ป.). **มัลเบอร์รี่ ผลไม้ลูกเล็กเปี่ยมประโยชน์.** เข้าถึงได้จาก: https://qsds.go.th/newqssclei/มัลเบอร์รี่-ผลไม้ลูกเล็/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
อาหารเลี้ยงเชื้อ

ก.1 วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1 อาหาร De Man Rogosa and Sharpe (MRS) agar ประกอบด้วย

Proteose peptone	10.0	กรัมต่อลิตร
Beef extract	10.0	กรัมต่อลิตร
Yeast extract	5.0	กรัมต่อลิตร
Dextrose	20.0	กรัมต่อลิตร
Polysorbate 80	1.0	กรัมต่อลิตร
Ammonium citrate	2.0	กรัมต่อลิตร
Sodium acetate	5.0	กรัมต่อลิตร
Magnesium sulfate	0.1	กรัมต่อลิตร
Manganese sulfate	0.05	กรัมต่อลิตร
Dipotassium phosphate	2.0	กรัมต่อลิตร
Agar	15.0	กรัมต่อลิตร

วิธีการเตรียม

นำส่วนประกอบทั้งหมดละลายในน้ำกลั่น และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วิธีการวิเคราะห์

ข.1 การวัดพีเอช

อุปกรณ์

เครื่องวัดพีเอช (pH Meter)

วิธีการวิเคราะห์

วัดค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำสมุนไพรหมักที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ที่มีการสอบเทียบวัดพีเอช โดยการจุ่มโพรบลงในสารละลายมาตรฐาน pH 4.01 และ pH 7.00

ข.2 การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid; °Brix)

อุปกรณ์

เครื่องวัดความหวานแบบส่อง (Hand Refractometer)

วิธีการวิเคราะห์

หยดตัวอย่างน้ำสมุนไพรหมัก 1-2 หยด ลงบนเครื่องวัดและอ่านค่าที่ได้

ข.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธีการ DPPH

อุปกรณ์

1. ไมโครปิเปตขนาด 1-20 ไมโครลิตร
2. ไมโครปิเปต 20-200 ไมโครลิตร
3. Microplate reader
4. 96-well plate
5. อลูมิเนียมฟลอยด์

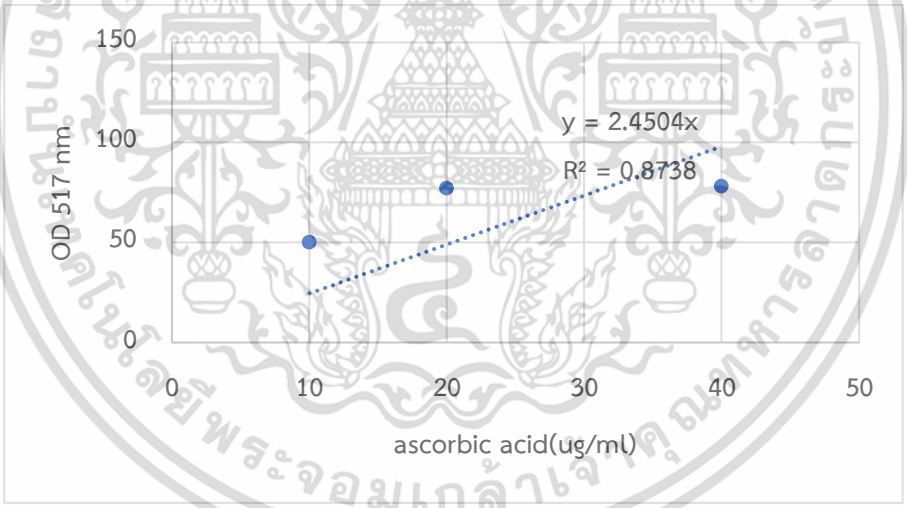
สารเคมี

1. เอทานอล 95%
2. สารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
3. กรดแอสคอร์บิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิคความเข้มข้น 0, 5, 10, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมกรัมต่อมิลลิลิตรลิตร
2. เตรียมสารละลาย DPPH ที่มีความเข้มข้น (0.16 mM)
3. เตรียมตัวอย่างโดยนำน้ำสมุนไพรหมักไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 12000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที และนำส่วนใสมาทำการวิเคราะห์ โดยปิเปตส่วนใสปริมาตร 70 ไมโครลิตร และเติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 210 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันใน 96-well plate
4. หุ้ม 96-well plates ด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์ ตั้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader โดยใช้กรดแอสคอร์บิค เป็นสารละลายมาตรฐาน และใช้น้ำกลั่นเป็น Blank
5. เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิกกับค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร
6. คำนวณค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ



ภาพที่ ข.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิค (ug/ml) กับค่าดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.4 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolics) โดยวิธีการ Folin-Ciocalteau

อุปกรณ์

1. ไมโครปิเปตขนาด 1-20 ไมโครลิตร
2. ไมโครปิเปต 20-200 ไมโครลิตร
3. Microplate reader
4. 96-well plate
5. อลูมิเนียมฟลอยด์

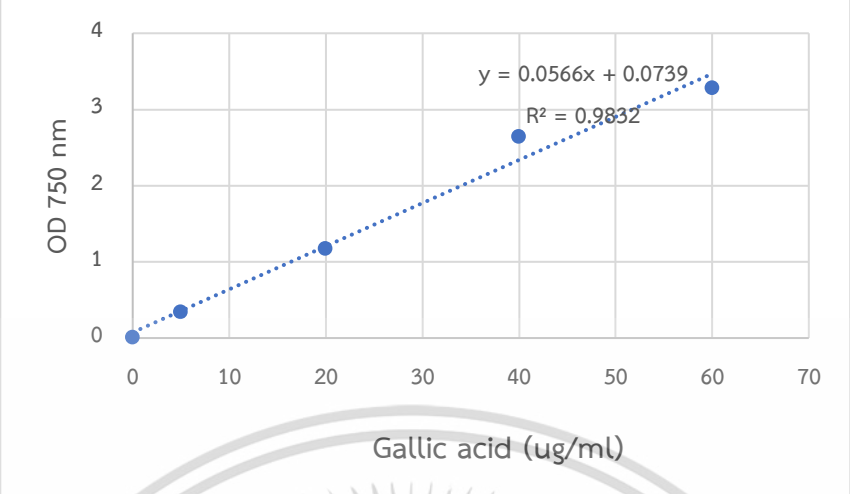
สารเคมี

1. โซเดียมคาร์บอเนต 10%
2. สารละลายกรดแกลลิค
3. Folin-Ciocalteau

วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิคความเข้มข้น 0, 5, 10, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมกรัมต่อมิลลิลิตรลิตร
2. เตรียมตัวอย่างโดยนำน้ำสมุนไพรหมักไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 12000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที และนำส่วนใสมาทำการวิเคราะห์ โดยปิเปตส่วนใสปริมาตร 250 ไมโครลิตร และเติมสารละลาย Folin-Ciocalteau ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันใน 96-well plate และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที
3. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 40 ไมโครลิตร หุ้ม 96-well plate ด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์ ตั้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 10 นาที
4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader โดยใช้กรดแกลลิคเป็นสารละลายมาตรฐาน และใช้น้ำกลั่นเป็น Blank
5. เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของกรดแกลลิคกับค่าการดูดกลืนแสงที่ 750 นาโนเมตร
6. คำนวณปริมาณ Total phenolics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดแกลลิค (ug/ml) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ 750 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล นางสาวทักษ์ศิณา ชัยพิทักษ์

วัน เดือน ปี เกิด 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

ประวัติการศึกษา **ระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น** โรงเรียนสมาคมเลขานุการสตรี 2 จ.ประจวบคีรีขันธ์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จ.ประจวบคีรีขันธ์

ปัจจุบัน พ.ศ. 2562-2566 กำลังศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมอาหาร สาขาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ นามสกุล นางสาวศุภนิดา สุนทร

วัน เดือน ปี เกิด 7 มิถุนายน พ.ศ. 2543

ประวัติการศึกษา **ระดับชั้นประถมศึกษา** โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม จ.อุบลราชธานี

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จ.อุบลราชธานี

ปัจจุบัน พ.ศ. 2562-2566 กำลังศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมอาหาร สาขาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้