



**นวัตกรรมลดความเปรี้ยวของกุ่มจ่อมจากกรดฟีนอลิกในกะหล่ำม่วง
เพื่อส่งเสริมรัฐวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดบุรีรัมย์**

**Innovation to Reduce the Sourness of Kung Jom Using Phenolic Acids from Red
Cabbage to Support Community Enterprises in Buriram Province**

พัทธธีรา บุรณชัยสิทธิ์¹ ปิยธิดา พัดดง¹

วัชรารณณ์ แสนนา¹

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยบุรีรัมย์ 299 หมู่ 2 ตำบลสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ 31150

**Email 467phattiraburanachaiyasit@pcshsbr.ac.th*

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสารลดความเปรี้ยวในผลิตภัณฑ์กุ่มจ่อมโดยใช้สารสกัดฟีนอลิกจากกะหล่ำม่วง เพื่อชะลอการเกิดกรดแลกติกและรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการวางจำหน่าย กระบวนการวิจัยเริ่มต้นจากการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากกะหล่ำม่วงด้วยตัวทำละลายเอทานอล (C_2H_5OH) ความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตร และทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องระเหยสารหมุนวนสูญญากาศร่วมกับอ่างควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content: TPC) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible) และทดสอบประสิทธิภาพการชะลอความเปรี้ยวโดยการแปรผันปริมาณสารสกัดที่เติมลงในกุ่มจ่อมที่ระดับ 0 ถึง 3.5 มิลลิลิตร ต่อกุ่มจ่อม 4 มิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 3 วัน ผลการวิเคราะห์พบว่า สารสกัดกะหล่ำม่วงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 153.03 ± 118.49 ppm จากการทดสอบประสิทธิภาพการชะลอความเปรี้ยว พบว่าการเติมสารสกัดกะหล่ำม่วงส่งผลต่อการชะลอการลดลงของค่า pH ของกุ่มจ่อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ($p < 0.001$) โดยปริมาณสารสกัดที่ระดับ 2.0 มิลลิลิตร เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด (Optimum Point) ซึ่งสามารถรักษาค่า pH ให้มีความคงตัวทางเคมีสูงสุดและรักษาสีกุ่มจ่อมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยไม่ส่งผลกระทบต่อเอกลักษณ์และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกุ่มจ่อม งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมสารสกัดฟีนอลิกจากกะหล่ำม่วงมีศักยภาพสูงในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมคุณภาพ ยืดอายุการเก็บรักษา และยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชนกุ่มจ่อม OTOP ในจังหวัดบุรีรัมย์ได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: กุ่มจ่อม, สารประกอบฟีนอลิก, กะหล่ำม่วง, การยับยั้งแบคทีเรียแลกติก, วิสาหกิจชุมชน

บทนำ

"กุ่มจ่อม" เป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นเมืองที่มีชื่อเสียงและเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ที่สำคัญของจังหวัดบุรีรัมย์ โดยเฉพาะในเขตอำเภอประโคนชัย นอกเหนือจากการเป็นมรดกทางภูมิปัญญาและวัฒนธรรมอาหารที่สืบทอดกันมาอย่างยาวนานแล้ว การผลิตกุ่มจ่อมในปัจจุบันยังเป็นที่สนใจของเกษตรกรในครัวเรือนและวิสาหกิจชุมชนขนาดเล็กที่สร้างรายได้หลักให้แก่ประชากรในพื้นที่ อย่างไรก็ตาม กระบวนการผลิตและวางจำหน่ายกุ่มจ่อมแบบดั้งเดิมมักเผชิญปัญหาด้านการควบคุมคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูร้อนซึ่งมีอุณหภูมิสูง แดดจ้า แบคทีเรียกลุ่มผลิตกรดแลกติก (Lactic Acid Bacteria: LAB) จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและผลิตกรดแลกติกออกมามากในปริมาณมาก ส่งผลให้กุ่มจ่อมมีรสเปรี้ยวจัดเกินไปจนสูญเสียลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดี ทำให้ระยะเวลาในการวางจำหน่ายสั้นลงและส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นของผู้บริโภค

จากการสำรวจพฤติกรรมการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์กุ่มจ่อมของร้านขายของฝาก OTOP ในอำเภอประโคนชัย พบว่าผู้ประกอบการมักเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในตู้เย็นเฉพาะช่วงเวลากลางคืน (ประมาณ 12 ชั่วโมง) และนำออกมาวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้องในเวลากลางวัน สภาวะอุณหภูมิที่ไม่คงที่นี้เร่งให้เกิดปฏิกิริยาการหมักของจุลินทรีย์อย่างรวดเร็ว นำไปสู่ความผันผวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอาจก่อให้เกิดการเน่าเสียทางกายภาพและจุลชีววิทยา ซึ่งผู้บริโภคไม่สามารถรับรู้ได้ล่วงหน้าและอาจก่อให้เกิดอาการสุขอนามัยทางเดินอาหาร เช่น อาการท้องเสีย

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนานวัตกรรมในการควบคุมความเปรี้ยวของกุ่มจ่อมโดยใช้ประโยชน์จากสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compounds) ที่สกัดจากกะหล่ำมวง สารประกอบฟีน

อลิกมีโครงสร้างทางเคมีเป็นวงอะโรมาติกที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ โดยสามารถเข้าทำลายผนังเซลล์และรบกวนระบบเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียกลุ่มผลิตกรดแลกติกได้ ส่งผลให้กระบวนการเมแทบอลิซึมและการผลิตกรดแลกติกลดลง ช่วยชะลอการลดลงของค่า pH ของผลิตภัณฑ์ให้คงที่ได้ยาวนานขึ้น การศึกษานี้นอกจากจะเป็นการประยุกต์ใช้วัตถุดิบธรรมชาติเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในอาหารแล้ว ยังเป็นการพัฒนานวัตกรรมที่เอื้อประโยชน์โดยตรงต่อกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในการควบคุมคุณภาพและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางการค้าอย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 เตรียมการสารสกัดจากกะหล่ำมวง เตรียมวัตถุดิบกะหล่ำมวงสด นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด หั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก แล้วนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำผักอบแห้งที่ได้มาบดละเอียดแล้วนำไปสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตร (Food Grade Ethanol) เป็นเวลา 7 วัน กรองแยกส่วนกากออกด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 จากนั้นนำส่วนใสไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสารหมุนวนสูญญากาศ (Rotary Evaporator) และนำไปอุ่นบนอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) เพื่อไล่ตัวทำละลายที่ตกค้างและทำให้สารสกัดมีความเข้มข้นสูงสุด

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content: TPC)

วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu Assay ดำเนินการดังนี้:

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก: เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic Acid) เข้มข้นเริ่มต้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นทำการเจือจาง

ให้ได้ความเข้มข้นมาตรฐานที่ระดับ 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. การสร้างกราฟมาตรฐาน: ปิเปตสารละลายมาตรฐานความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 9.5 มิลลิลิตร เติม Folin-Ciocalteu Reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 10 w/v ปริมาตร 2.0 mL เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

3. การวิเคราะห์สารตัวอย่าง: ชั่งสารสกัดกะหล่ำมวง 0.01 กรัม ละลายในเอทานอลบริสุทธิ์ 10 mL ปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 0.5 mL ดำเนินการทำปฏิกิริยาทางเคมีเช่นเดียวกับการเตรียมสารละลายมาตรฐาน นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้มาคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในหน่วย mg สมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัด 1 กรัม (mg GAE/g extract) โดยใช้สมการจากเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ในการคำนวณ:

$$\text{Abs} = K1 \times C + K0$$

เมื่อ C คือความเข้มข้นของกรดแกลลิกที่คำนวณได้จากกราฟมาตรฐาน (mg/L), Abs (Absorbance) คือค่าดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างซึ่งมีค่าเท่ากับ 730.0 nm, K1 (Standard Curve) คือค่าความชันของเส้นมาตรฐานและ K0 (Intercept) คือค่าจุดตัดแกน Y

ตอนที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดฟีนอลิกในการชะลอความเปรี้ยวของกุ่มจ่อม การทดลองแบ่งออกเป็น 8 ชุดการทดลอง ดำเนินการในบีกเกอร์ขนาด 100 mL โดยบรรจุน้ำกุ่มจ่อมปริมาตรใบละ 4 mL จากนั้นทำการเติมสารสกัดฟีนอลิกจากกะหล่ำมวงในปริมาณที่ต่างกัน ได้แก่ 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 mL ตามลำดับ

ผสมสารละลายให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนสารละลายด้วยแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer) จนสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ติดตามตรวจสอบประสิทธิภาพการยับยั้งความเปรี้ยวโดยการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH Meter โดยทำวัดค่าเริ่มต้น (Day 0) และติดตามการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องทุกวันเป็นเวลา 3 วัน (Day 1, Day 2, และ Day 3)

ตอนที่ 4 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์นวัตกรรมสารสกัดแห้งเพื่อความสะดวกในการใช้งานและการขนส่ง นำสารสกัดกะหล่ำมวงในลักษณะของเหลวชนิดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเพื่อไล่ความชื้นจนสารเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งแห้ง จากนั้นนำมาบดละเอียดและบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทเพื่อป้องกันความชื้นและคงสภาพการใช้งานของสารออกฤทธิ์

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติ ข้อมูลผลการทดลองทั้งหมดทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และรายงานค่าเฉลี่ยร่วมกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{x} \pm \text{SD}$) ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย pH ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่เติมสารสกัดในระดับต่าง ๆ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี Tukey's HSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดกะหล่ำมวง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดกะหล่ำมวงเข้มข้นด้วยเทคนิคสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก พบว่าสารสกัดที่เตรียมได้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 153.04 ppm GAE ค่าความเข้มข้นที่สูงนี้แสดงถึงประสิทธิภาพของสภาวะ

การสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 70 ซึ่งเป็นตัวทำละลาย ที่มีขั้วเหมาะสมต่อการละลายของสารประกอบฟีนอลิก กลุ่มแอนโทไซยานินและกรดฟีนอลิกในพืชสีม่วง

Sample	Phenolic conc.(ppm)
Phenolic	153.03 ± 118.49

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกจากสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพในการยับยั้งและชะลอความเปรี้ยวของกุ้งจ่อม

ผลการติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกุ้งจ่อมเมื่อเติมสารสกัดฟีนอลิกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (0.0 ถึง 3.5 มิลลิกรัม) เป็นเวลา 3 วัน แสดงดังตารางที่ 1

ปริมาณฟีนอลิก (g)	ค่า pH วันที่ 1	ค่า pH วันที่ 2	ค่า pH วันที่ 3
Control	3.244	3.146	3.058
0.5	4.060	4.460	4.493
1.0	4.178	4.498	4.787
1.5	4.244	4.557	4.731
2.0	4.276	4.570	4.790
2.5	4.318	4.631	4.793
3.0	4.507	4.665	4.904
3.5	4.514	4.741	5.080

ตารางที่ 1 ตารางแสดงข้อมูลค่า pH ระยะเวลาต่อเนื่อง 3 วันด้วยการเติมสารฟีนอลิกจากกะหล่ำม่วง ปริมาณ 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 mL ต่อกุ้งจ่อมปริมาณ 4 mL

ปริมาณแกลลิก (กรัม)	ค่า pH วันที่ 1
0.0	3.24
0.5	3.35
1.0	3.48
1.5	3.67
2.0	4.02
2.5	4.24
3.0	4.45
3.5	4.64

ตารางที่ 2 ตารางแสดงข้อมูลค่า pH ระยะเวลา 1 วัน ด้วยการเติมสารแกลลิกปริมาณ 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 มิลลิกรัมต่อกุ้งจ่อมสินค้า OTOP จังหวัดบุรีรัมย์ปริมาณ 4 มิลลิกรัม

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 พบว่าชุดควบคุม (ปริมาณสารสกัด 0.0 มิลลิกรัม) ค่า pH มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจาก 3.244 ในวันที่ 1 ลงมาอยู่ที่ 3.058 ในวันที่ 3 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเกิดกระบวนการหมักกรดแลคติกอย่างรวดเร็วตามธรรมชาติของแบคทีเรียแลคติกที่มีในผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อม ในทางตรงกันข้าม ชุดทดลองที่ได้รับการเติมสารสกัดจากกะหล่ำม่วง ตั้งแต่ระดับ 0.5 ถึง 3.5 มิลลิกรัม สามารถชะลอการลดลงของค่า pH ได้อย่างเด่นชัด โดยค่า pH ของกลุ่มที่เติมสารสกัดรักษาระดับคงที่และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอยู่ในช่วง 4.0 ถึง 5.0 ตลอดระยะเวลา 3 วัน ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงสถิติโดยใช้ One-way ANOVA พบว่าปริมาณสารสกัดกะหล่ำม่วงส่งผลต่อค่า pH ของกุ้งจ่อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.001$

แหล่งความแปรปรวน	Sum of Square	df	Mean Square	f	Sig. (p-value)
ระหว่างกลุ่ม	5.2	7	0.74	14.01	.000
ภายในกลุ่ม	0.8	16	0.05		
รวม	6.0	22			

ตารางที่ 3: ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ของค่า pH กุ้งจ่อมในแต่ละระดับความเข้มข้นของสารสกัด

ผลจากการเปรียบเทียบพหุคูณรายคู่ด้วยวิธี Tukey's HSD บ่งชี้ว่า กลุ่มควบคุม (0.0 มิลลิลิตร) มีค่าเฉลี่ย pH แตกต่างจากทุกกลุ่มการทดลองที่เติมสารสกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ในขณะที่กลุ่มการทดลองที่เติมสารสกัดตั้งแต่ปริมาณ 0.5 ถึง 3.5 มิลลิลิตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของค่า pH อย่างมีนัยสำคัญร่วมกัน ($p > 0.05$)

ผลจากการเปรียบเทียบพหุคูณรายคู่ด้วยวิธี Tukey's HSD บ่งชี้ว่า กลุ่มควบคุม (0.0 มิลลิลิตร) มีค่าเฉลี่ย pH แตกต่างจากทุกกลุ่มการทดลองที่เติมสารสกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ในขณะที่กลุ่มการทดลองที่เติมสารสกัดตั้งแต่ปริมาณ 0.5 ถึง 3.5 มิลลิลิตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของค่า pH อย่างมีนัยสำคัญร่วมกัน ($p > 0.05$)

สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์อย่างรอบด้านร่วมกับคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส การเติมสารสกัดฟีนอลิกจากกะหล่ำม่วงในปริมาณ 2.0 mL (ต่อน้ำกุ้งจ่อม 4 mL) จัดเป็น จุดที่เหมาะสมที่สุด (Optimum Point) ในการประยุกต์ใช้งาน เนื่องจากปริมาณดังกล่าวมีความสามารถในการชะลอการเติบโตและการสร้างกรดของจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง อีกทั้งยังช่วยคงสภาพสี สีสันสีชมพูแดงธรรมชาติอันเป็นเอกลักษณ์ของกุ้งจ่อมไว้ได้ดีที่สุด หากเติมสารสกัดในปริมาณที่สูงเกินไป (เช่น 3.0-3.5 มิลลิลิตร) แม้ว่าจะมี

ประสิทธิภาพในการควบคุมกรดได้ดี แต่จะส่งผลให้รสชาติและกลิ่นธรรมชาติของกุ้งจ่อมเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากกลืนรสเฉพาะตัวของสารสกัดกะหล่ำม่วงที่เข้มข้นเกินไป

โครงการนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนานวัตกรรมสารลดความเปรี้ยวจากธรรมชาติเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อม สารสกัดเข้มข้นจากกะหล่ำม่วงที่เตรียมขึ้นมีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 153.03 ± 118.49 ppm ผลการวิจัยพิสูจน์ให้เห็นว่าสารประกอบฟีนอลิกจากกะหล่ำม่วงมีฤทธิ์ในการยับยั้งการลดลงของค่า pH ในกุ้งจ่อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยปริมาณสารสกัดที่ 2.0 mL ต่อกุ้งจ่อม 4 mL เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดที่ช่วยชะลอการหมักกรดแลคติกของแบคทีเรียแลคติก รักษาเสถียรภาพของค่าความเป็นกรด-ด่าง และสีส้มของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน OTOP โดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ สารสกัดธรรมชาตินี้จึงเหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยให้กลุ่มรัฐวิสาหกิจชุมชนและผู้ผลิตกุ้งจ่อมในจังหวัดบุรีรัมย์ใช้ในการควบคุมคุณภาพสินค้าทั้งในระหว่างการผลิตและการจำหน่ายอุณหภูมิห้อง

ข้อเสนอแนะ

- 1.ควรศึกษาผลของสารสกัดต่อผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เพื่อประเมินความยอมรับของผู้บริโภค
- 2.ติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-เบส และปริมาณจุลินทรีย์ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน เพื่อประเมินประสิทธิภาพในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์จากหลายฝ่ายที่ได้ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และกำลังใจ ตลอดระยะเวลาการดำเนินงานคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณครูวัชรภรณ์ แสนนา ครูที่ปรึกษาโครงการเป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการดำเนินงาน ตลอดจนให้ความรู้และคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยดีขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา ผู้เป็นกำลังใจสำคัญของคณะผู้จัดทำ ที่ให้การสนับสนุนทั้งด้านทุนทรัพย์ การศึกษา และกำลังใจมาโดยตลอด ซึ่งเป็นแรงผลักดันสำคัญให้สามารถดำเนินโครงการจนสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ได้ร่วมแรงร่วมใจ ให้ความช่วยเหลือ ให้ข้อเสนอแนะ และคอยให้กำลังใจซึ่งกันและกันตลอดระยะเวลาการจัดทำโครงการ จนทำให้การดำเนินงานเป็นไปด้วยความราบรื่นคุณค่าและความสำเร็จของโครงการฉบับนี้เกิดขึ้นจากความเมตตา ความร่วมมือ และการสนับสนุนจากทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการฉบับนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจและนำไปใช้ศึกษาในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- เนตรนภา เมยกลาง (2558). การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำผลไม้. วารสารวิจัย มช. (บัณฑิตศึกษา), 14(4).
- จตุพร แพงจักร.(2566). การหาปริมาณสารฟีนอลิกของว่านตะขอทอง.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอร์ทเทิร์น, 2(1), 109–116.
- สุภาวดี ศรีแย้ม.(2560). การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและการต้านอนุมูลอิสระในสาหร่ายน้ำจืดของจังหวัดน่าน(วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, สาขาเคมีศึกษา). คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุชา จุลสำลี และคณะ.(2568). ผลวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกรวมและสารประกอบฟลาโวนอยด์ของสมุนไพรจีน: ชั่งจู๋ ไปจู๋ และหวงเหลียน. วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพและสุขภาพ, 29(1), 116–125.
- สุธรรมชาติ ชูชัย . (2568). การศึกษาคุณค่าทางสารอาหารและสารฟีนอลิกในผักพื้นบ้านชนิดต่างๆ. วารสารโคซสาร, 19(1), 57–67.