



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง
ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซำ อำเภอห่มเกล้า
จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อพัฒนา
ศักยภาพและขีดความสามารถของเศรษฐกิจฐานราก

**The value added of waste oil after the process of producing ginger
products of New Theory Housewives Community Enterprise.**

Nasam sub-district, Lomkao district, Phetchabun, province.

**Under the concept of circular economy to develop the
potential and capacity of Local Economy Development.**

สุภาพร วิสูงเร

สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2567

รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพืช
ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาข่า อำเภอห่มเกล้า
จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อพัฒนา
ศักยภาพและขีดความสามารถของเศรษฐกิจฐานราก

The value added of waste oil after the process of producing ginger
products of New Theory Housewives Community Enterprise.

Nasam sub-district, Lomkao district, Phetchabun, province.

Under the concept of circular economy to develop the
potential and capacity of Local Economy Development.

สุภาพร	วิสูตร	สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย
เสาวภา	ชุมณี	สาขาวิชาเคมี
กัญญารัตน์	เดือนหงาย	สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย
ศุมาลีน	ดิจันทร์	สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย
ผกามาศ	ประทีป	สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย
นวรรณ์	มีชัย	สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย
		คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชื่องานวิจัย	การสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกิ่งของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซำ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของเศรษฐกิจฐานราก
ผู้วิจัย	สุภาพร วิสูงเร เสาวภา ชุมณี กัญญารัตน์ เดือนหงาย ศุมาลิณ ดิจันทร์ ศกามาศ ประระทั้ง นารัตน์ มีชัย
สาขาวิชา	การแพทย์แผนไทย เคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2568

บทคัดย่อ

การสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกิ่งของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซำ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของเศรษฐกิจฐานราก มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ การทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบ การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำมันที่ใช้แล้ว โดยการนำน้ำมันที่ใช้แล้วซึ่งเป็นน้ำมันรำข้าวมาบำบัดเพื่อทำความสะอาดผ่านขั้นตอนการกรอง การแช่ด้วยถ่านกัมมันต์ร้อยละ 10 แช่ด้วยถ่านไม้ไผ่ร้อยละ 10 แช่ด้วยถ่านแมคคาเดเมียร้อยละ 10 และแช่ด้วยถ่านกัมมันต์แมคคาเดเมียร้อยละ 10 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้ว พบว่าการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีพบสาร γ -tocopherol และ α -tocopherol และน้ำมันที่ใช้แล้วแช่ด้วยถ่านกัมมันต์มีผลทำให้ γ -tocopherol ลดลงจากเดิมเมื่อเทียบกับน้ำมันรำข้าว การวิเคราะห์สารกลุ่มจินเจอร์อลและโชกาออล พบสาร 6-Gingerol, 8-Gingerol, 6-Shogaol และ 10-Gingerol ซึ่งพบ 6-Gingerol มากที่สุด การวิเคราะห์ห่อหุ้มประกอบกรดไขมัน พบกรดไขมันอิ่มตัว 4 ชนิด กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว 2 ชนิด และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน 2 ชนิด การวิเคราะห์ค่าของกรดและค่ากรดไขมันอิสระ พบว่า น้ำมันที่ใช้แล้วมีค่าของกรดและค่ากรดไขมันอิสระลดลงเมื่อเทียบกับ

น้ำมันรำข้าว การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ พบว่า น้ำมันที่ใช้แล้วมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นแต่ไม่เกินมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้ว พบว่า การวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นและค่าความหนืด ไม่มีความแตกต่างจากน้ำมันรำข้าว ผลการวัดค่าสี พบว่า น้ำมันที่ใช้แล้วจะมีค่า L^* ลดลง ค่า a^* และ b^* เพิ่มขึ้น สีของน้ำมันที่ผ่านการทอดแล้วจะมีสีเหลืองเข้มขึ้นออกสีแดง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันรำข้าว การทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบในหลอดทดลอง พบว่า น้ำมันที่ใช้แล้วมีความเข้มข้นสามารถยับยั้งการสลายตัวของอัลบูมินได้ 50% (IC_{50} : mg/ml) เท่ากับ 17.77 ± 0.87 และมีฤทธิ์ด้านการอักเสบ 0.02 เท่าของยาต้านการอักเสบ (diclofenac diethylammonium) จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำมันที่ใช้แล้ว จึงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันจิงและครีมจิง เพื่อลดการอักเสบ อาการปวดกล้ามเนื้อ และถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีการผลิตน้ำมันจิงและครีมจิง ให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ เพื่อเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าน้ำมันที่ใช้แล้ว

คำสำคัญ : การสร้างมูลค่าเพิ่ม น้ำมันที่ใช้แล้ว น้ำมันจิง ครีมจิง

Title	The value added of waste oil after the process of producing ginger products of New Theory Housewives Community Enterprise. Nasam sub-district, Lomkao district, Phetchabun, province. Under the concept of circular economy to develop the potential and capacity of Local Economy Development.	
Author	Supaporn	Wisungre
	Saowapa	Chumanee
	Kunyarat	Duenngai
	Sumalin	Deechan
	Phakamas	Paratang
	Nawarat	Meechai
Faculty	Thai Traditional Medicine Chemistry Phetchabun Rajabhat University. Years of Research completed 2025	

Abstract

The value added of waste oil after processing ginger products by the New Theory Housewives Community Enterprise. Nasam sub-district, Lomkao district, Phetchabun, province. Under the concept of a circular economy to develop the potential and capabilities of the Local Economy Development. The objectives are analyze the chemical and physical quality, anti-inflammatory, products develop and knowledge and technology transfer from waste oil. The research approach is experimental, waste oil (rice bran oil) to clean it through filtration, soaking with 10% activated carbon, 10% bamboo charcoal, 10% macadamia charcoal, and 10% activated macadamia charcoal. The results of the chemical quality analysis of the waste oil samples revealed that the vitamin E content included γ -tocopherol and α -tocopherol and waste oil soaked with activated carbon showed a decrease in γ -tocopherol compared to rice bran oil. The analysis of gingerol and shogaol compounds found 6-Gingerol, 8-Gingerol, 6-Shogaol, and 10-Gingerol, with 6-Gingerol being the most abundant. The fatty acid composition analysis revealed four types of saturated fatty acids, two types of monounsaturated fatty acids, and two types of polyunsaturated

fatty acids. The analysis of acid values and free fatty acid values showed that the waste oil had lower acid and free fatty acid values compared to rice bran oil. The peroxide value analysis showed that the waste oil had a higher peroxide value, but still within the standard limits. The results of the physical quality analysis of the waste oil samples revealed that the density and viscosity values were not significantly different from rice bran oil. The color measurement showed that the waste oil L* identified lowest value, the a* and b* are highest value. The color of the waste oil was darker yellow with a reddish tint compared to rice bran oil. The waste oil showed in vitro anti-inflammatory activity at IC₅₀ values of inhibit albumin (17.77±0.87 mg/ml) and exhibited 0.02 times the anti-inflammatory activity of diclofenac diethylammonium. The results of analysis the chemical and physical quality of the waste oil, prototype products of ginger oil and ginger cream were developed to reduce inflammation and muscle pain. The knowledge and technology for producing ginger oil and ginger cream were then transferred to the New Theory Housewives Community Enterprise, providing a guideline add value to waste oil.

Key words : The value added, Waste oil, Ginger oil, Ginger cream

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากอาจารย์ประจำสาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่สนับสนุนน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการทอดผลิตภัณฑ์จากขิง สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันขิงและครีมขิงที่มีสรรพคุณลดอาการปวดกล้ามเนื้อ ตลอดจนผู้ที่เข้ารับการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

สุภาพร วิสูงเร

14 มีนาคม 2568

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญภาพ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ระยะเวลาในการวิจัย.....	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
1.6 ประโยชน์ของการวิจัย.....	4
1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 จิง.....	7
2.2 การหุงน้ำมันหรือการทอดด้วยน้ำมัน.....	7
2.3 การใช้ประโยชน์น้ำมันที่ใช้แล้ว.....	8
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	11
3.1 เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่าง.....	11
3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำมันที่ใช้แล้ว.....	16
3.3 การวิเคราะห์ทางกายภาพของน้ำมันที่ใช้แล้ว.....	24
3.4 การทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบของน้ำมันที่ใช้แล้ว.....	25
3.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากจิง.....	25
3.6 การถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี.....	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	27
4.1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูป ผลิตภัณฑ์จากจิง.....	27
4.2 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูป ผลิตภัณฑ์จากจิง.....	45
4.3 การทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบในหลอดทดลอง.....	47
4.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากจิง.....	48
4.5 การถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี.....	49
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	51
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	51
5.2 อภิปรายผล.....	52
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	54
บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก.....	58
ประวัตินักวิจัย.....	59

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิด.....	4
3.1 น้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากจิง.....	15
4.1 ผลการบำบัดน้ำมันที่ใช้แล้ว.....	28
4.2 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานวิตามินอีผสม 3 ชนิด.....	29
4.3 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 0.....	29
4.4 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 1.....	29
4.5 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 2.....	30
4.6 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 3.....	30
4.7 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 4.....	30
4.8 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 5.....	30
4.9 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานจินเจอร์รอลและ โซกาออล.....	33
4.10 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 0.....	34
4.11 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 1.....	34
4.12 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 2.....	34
4.13 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 3.....	34
4.14 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 4.....	35
4.15 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 5.....	35
4.16 โครมาโทแกรมสารมาตรฐานองค์ประกอบของกรดไขมันทั้งหมด 37 ชนิด.....	38
4.17 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 0.....	41
4.18 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 1.....	41
4.19 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 2.....	41
4.20 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 3.....	42
4.21 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 4.....	42
4.22 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 5.....	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.23 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสลายตัวของอัลบูมินและความเข้มข้นของน้ำมันที่ใช้แล้ว (Ex. 1).....	47
4.24 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสลายตัวของอัลบูมินและความเข้มข้นของ diclofenac diethylammonium.....	47
4.25 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันจิง.....	48
4.26 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบครีมจิง.....	48
4.27 การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันจิงและครีมจิง.....	49

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงสัญลักษณ์และรายละเอียดของตัวอย่าง.....	16
3.2 แสดงระดับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานวิตามินอีแต่ละชนิด	17
3.3 แสดงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานจินเจอร์รอลและโชกาออลที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	18
3.4 สภาวะของเครื่อง GC-FID ที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน.....	20
3.5 แสดงน้ำหนักตัวอย่างตามช่วงค่ากรด.....	22
3.6 ส่วนประกอบ น้ำที่ และปริมาณของน้ำมันจิง.....	25
3.7 ส่วนประกอบ น้ำที่ และปริมาณของครีมจิง.....	27
4.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายวิตามินอี เดลตา-โทโคฟีรอล (δ - tocopherol)...	31
4.2 กราฟมาตรฐานของสารละลายวิตามินอี แกมมา-โทโคฟีรอล (γ - tocopherol)..	31
4.3 กราฟมาตรฐานของสารละลายวิตามินอี แอลฟา-โทโคฟีรอล (α - tocopherol)	32
4.4 ค่า Regression equation, LOD และ LOQ ของสารมาตรฐานวิตามินอี.....	32
4.5 ปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างน้ำมัน.....	32
4.6 กราฟของสารละลายมาตรฐาน 6-Gingerol.....	35
4.7 กราฟของสารละลายมาตรฐาน 8-Gingerol.....	36
4.8 กราฟของสารละลายมาตรฐาน 6-Shogaol.....	36
4.9 กราฟของสารละลายมาตรฐาน 10-Gingerol.....	37
4.10 ค่า Regression equation, LOD และ LOQ ของสารกลุ่มจินเจอร์รอล.....	37
4.11 ปริมาณสารกลุ่มจินเจอร์รอลและโชกาออลในตัวอย่างน้ำมัน.....	38
4.12 องค์ประกอบกรดไขมัน.....	39
4.13 องค์ประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมัน.....	43
4.14 ค่า Saponification number และค่า Iodine Value ในตัวอย่างน้ำมัน.....	44
4.15 ค่าของกรดและค่ากรดไขมันอิสระในตัวอย่างน้ำมัน.....	44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.16 ค่าเปอร์ออกไซด์ในตัวอย่างน้ำมัน.....	45
4.17 ค่าความหนาแน่นและค่าความหนืดในตัวอย่างน้ำมัน.....	46
4.18 เปรียบเทียบค่าสีของน้ำมันรำข้าวใหม่และน้ำมันรำข้าวที่ใช้แล้วผ่านวิธีการ ต่าง ๆ.....	46

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โมเดลเศรษฐกิจใหม่ BCG หรือ Bio-Circular-Green Economy (เศรษฐกิจชีวภาพ-เศรษฐกิจหมุนเวียน-เศรษฐกิจสีเขียว) เป็นโมเดลเศรษฐกิจในการขับเคลื่อนการเติบโตของเศรษฐกิจและการพัฒนาสังคมของประเทศที่นำหลักการและลำดับความสำคัญจากยุทธศาสตร์ชาติและวิสัยทัศน์ “Thailand 4.0” เป็นตัวตั้งพลสมผสานกับ “หลักคิดของเศรษฐกิจพอเพียง” และ “เป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน” พัฒนา 3 เศรษฐกิจ คือ เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ไปพร้อม ๆ กัน เพื่อขับเคลื่อนประเทศไทยอย่างเป็นรูปธรรม เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) เป็นระบบเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นการนำทรัพยากรกลับมาใช้ประโยชน์อย่างสูงสุด เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการขาดแคลนและสร้างมูลค่าเพิ่มจากการนำทรัพยากรกลับมาใช้ประโยชน์ ตลอดจนกระบวนการที่ทำให้ลดขยะหรือของเสียเหลือศูนย์ (Zero waste) โดยใช้หลักการที่สำคัญ ได้แก่ การใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วยการหมุนเวียนวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ โดยการออกแบบและแปรรูปทรัพยากร ภายหลังการใช้งาน การซ่อมแซม และนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เพื่อเกิดการหมุนเวียนของวัตถุดิบภายในระบบเศรษฐกิจ (กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2562)

จิง เป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber officinale* Rosc. จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae รสเผ็ดร้อนหวาน มีสรรพคุณขับลม แก้ท้องอืด จุกเสียดแน่นเฟ้อ คลื่นไส้อาเจียน แก้อบไอบ ขับเสมหะ แก้บิด เจริญอากาศธาตุ (คณะอนุกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย ในคณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย, 2552, 36-38) องค์ประกอบทางเคมีของจิงมีหลายชนิด กลิ่นของจิงเกิดจากน้ำมันหอมระเหยซึ่งมีประมาณ 1-3% สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยของจิงมีมากกว่า 50 ชนิดส่วนใหญ่เป็นกลุ่ม monoterpenoids และ sesquiterpenes น้ำมันหอมระเหยของจิงมีฤทธิ์ด้านการอักเสบและแก้ปวด จึงได้มีการพัฒนาครีมจากน้ำมันจิงสำหรับบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อในผู้ป่วยที่ทำงานออฟฟิศ โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจิง 2% (w/w) และการพัฒนาครีมนวดเท้าจากน้ำมันจิงเพื่อบรรเทาอาการชาและปวดที่เท้าในผู้ป่วยโรคเส้นประสาทจากเบาหวาน โดยพัฒนาครีมน้ำมันจิง 1 % (w/w) น้ำมันจิงที่ใช้ด้วยวิธีการกลั่น (Distillation) นอกจากการกลั่นแล้ว ยังมีวิธีการปรุงยาสมุนไพรที่มีมาแต่โบราณเรียกว่า การหุง

น้ำมันหรือการทอดด้วยน้ำมัน ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาวิจัยการหุงน้ำมันหรือทอดน้ำมันจึงมีเพียงการหุงน้ำมันหรือทอดน้ำมันไฟและพัฒนาเป็นตำรับยาขี้ผึ้งไฟ ในบัญชียาจากสมุนไพร (บัญชียาหลักแห่งชาติ, 2556) ความแตกต่างระหว่างการกลั่นและการทอดด้วยน้ำมันไฟ คือ น้ำมันไฟที่ได้จากการกลั่นจะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่ประกอบด้วยสาร โมเลกุลเล็กและระเหยได้ ส่วนน้ำมันที่ได้จากการทอดจะประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยและสารที่มีโมเลกุลใหญ่และไม่ระเหย น้ำมันหอมระเหยและสารที่มีโมเลกุลใหญ่ (สารกลุ่ม arylbutanoids, curcuminoids, และ cyclohexene derivatives) เป็นกลุ่มสารที่มีผลการวิจัยพบว่า มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและแก้ปวดในสัตว์ทดลอง โดยมีกลไกการออกฤทธิ์เช่นเดียวกับยาในกลุ่ม NSAIDs (นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, 2555)

จังหวัดเพชรบูรณ์ มีพื้นที่ปลูกขิง จำนวน 1,221 ไร่ เกษตรกรผู้ปลูกขิง จำนวน 167 ครัวเรือน ในช่วงปีที่ผ่านมาเกษตรกรประสบปัญหาการขาดตลาดและขายไม่ได้ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ จึงได้ริเริ่มนำขิงในพื้นที่อำเภอหล่มเก่ามาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นและนวัตกรรม สามารถสร้างรายได้เสริมให้กับชุมชน และยังเป็นทางเลือกขิงตากแห้งแก่เกษตรกรผู้ปลูกขิงได้อีกช่องทางหนึ่ง ปัจจุบันวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ มีจำนวนผลิตภัณฑ์แปรรูปจากขิงจำนวน 11 ผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น ขิงหยอง รสดั้งเดิม ขิงดอง ขิงคลุกบ๊วย เป็นต้น ความต้องการผลิตภัณฑ์แปรรูปจากขิงมีเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับช่วงที่ผ่านมาการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้มีการศึกษาสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพในการต้านไวรัสและรักษาโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ในระดับหลอดทดลอง ซึ่งพบว่า สารสำคัญในขิงมีแนวโน้มสามารถต้านเชื้อไวรัสได้ โดยเฉพาะกับเชื้อ SARS CoV-2 และอาจจะพัฒนาเป็นยาในการต้านไวรัสโควิด 19 ได้ในอนาคต จึงทำให้มีการบริโภคผลิตภัณฑ์จากขิงมากขึ้น

การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ผลิตภัณฑ์ขิงหยอง รสดั้งเดิม ขิงหยอง รสสอหร่าย และขิงแผ่นอบกรอบ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มียอดขายสูงกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ กระบวนการแปรรูปขิงใช้วิธีการทอดขิงด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ โดยใช้ไขมันรำข้าวประมาณ 1,500 ลิตรต่อเดือน ทำให้เกิดของเสียจากน้ำมันที่ใช้แล้วประมาณ 1,300 ลิตรต่อเดือน หรือประมาณ 15,600 ลิตรต่อปี น้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิงทางกลุ่มได้จำหน่ายให้พ่อค้าคนกลางเพื่อนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซล จึงทำให้วิสาหกิจชุมชนมีความต้องการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง ให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ สร้างมูลค่าเพิ่ม และลดของเสียที่เกิดขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการนำน้ำมัน

ที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปจึงมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี การทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบ การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันที่ใช้แล้ว และถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ให้กับ วิสาหกิจชุมชน เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับวิสาหกิจชุมชน การกระจายรายได้ ลงสู่ชุมชน ลดความเหลื่อมล้ำ ชุมชนเข้มแข็ง มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ภายใต้นโยบาย เศรษฐกิจหมุนเวียนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง

1.2.2 เพื่อทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบของน้ำมันที่ใช้แล้ว

1.2.3 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง

1.2.4 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูป ผลิตภัณฑ์จากขิง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การบำบัดน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง

1.3.2 การทดสอบคุณภาพทางเคมีของน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง

1.3.3 การทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบของน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จาก ขิง

1.3.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันขิงที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง

1.3.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูป ผลิตภัณฑ์จากขิง

1.4 ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาในการวิจัยใช้เวลา 8 เดือน โดยเริ่มจากมกราคม 2567 ถึง มีนาคม 2568

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

น้ำมันที่ใช้แล้ว หมายถึง น้ำมันรำข้าวที่เหลือจากกระบวนการทอดขิงด้วยเครื่องทอด สูญญากาศ

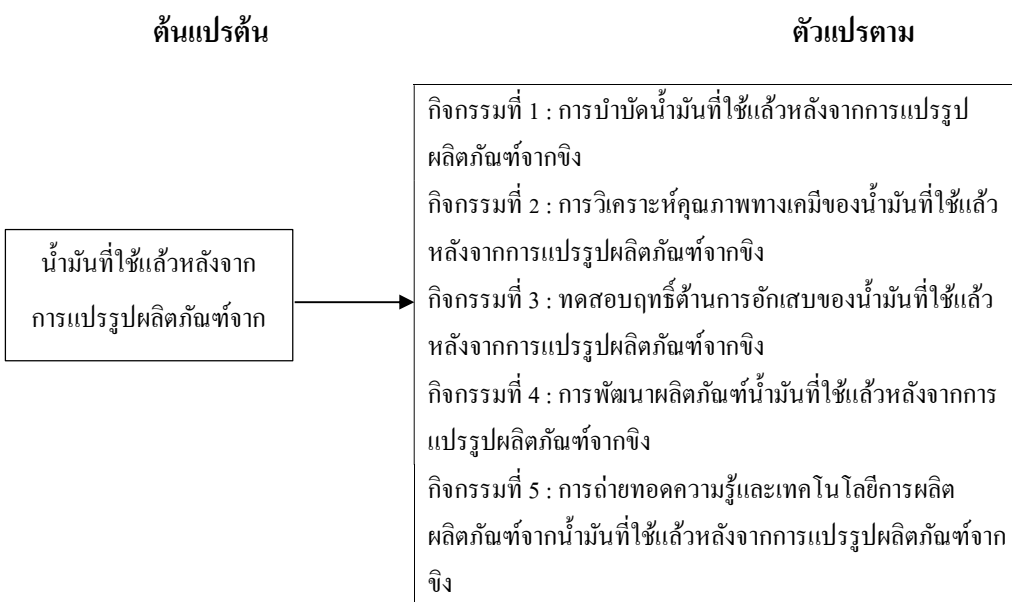
น้ำมันขิง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันขิง สรรพคุณ ลดอาการอักเสบและลด อาการปวด โดยเฉพาะอาการปวดกล้ามเนื้อ

ครีมขิง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ต้นแบบครีมขิง สรรพคุณ ลดอาการอักเสบและลดอาการ ปวด โดยเฉพาะอาการปวดกล้ามเนื้อ

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

- 1.6.1 เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน
- 1.6.2 ชุมชนเกิดรายได้และยกระดับเศรษฐกิจของชุมชนและท้องถิ่น
- 1.6.3 เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- 1.6.4 สามารถนำความรู้จากการวิจัยไปต่อยอดพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพืชของวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซำ อำเภอห่มเกล้า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจ หมุนเวียน เพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของเศรษฐกิจฐานราก ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 จิง

2.2 การหุงน้ำมันหรือการทอดด้วยน้ำมัน

2.3 การใช้ประโยชน์น้ำมันที่ใช้แล้ว

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 จิง

จิง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber officinale* Rosc. ในวงศ์ Zingiberaceae เป็นไม้ล้มลุกอายุ หลายปี เหง้าอวบหนา ผิวนอกสีน้ำตาลอ่อน เนื้อในสีเหลืองอ่อน กาบใบเรียงสลับโอบกันแน่น ชูเหนือดินเป็นลำต้นเทียม สูง 0.5-1 เมตร แตกกอ ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปแถบ กว้าง 1.5-2.5 เซนติเมตร ยาว 15-23 เซนติเมตร ปลายเป็นติ่งยาว โคนสอบ ผิวใบด้านล่างมีขน ก้านใบยาว ประมาณ 3 มิลลิเมตร เส้นใบเป็น 2 แฉกสั้น ยาว 3-5 มิลลิเมตร ผิวเกลี้ยง ปลายตัด ช่อดอก และช่อ เจริญผล ออกจากเหง้า ก้านช่อดอกตั้งขึ้นเหนือดินยาว 15-20(-30) เซนติเมตร รูปรีหรือรูป ทรงกระบอก กว้าง 1.5-2 เซนติเมตร ยาว 4-5 เซนติเมตร ใบประดับเรียงซ้อนกันแน่นสีเขียวอ่อน รูป ไข่กลับ กว้าง 1.5-2 เซนติเมตร ยาว 2-3 เซนติเมตร ผิวเกลี้ยง ปลายมีติ่งหนาม ขอบโค้งเข้า ใบประดับย่อยรูปรี กว้างประมาณ 1.3 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงโคนติดกัน เป็นหลอดสีขาว ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ปลายแยกเป็น 2 แฉก และแยกกลีบลงด้านเดียว กลีบดอก สีเหลืองอ่อน โคนติดกันเป็นหลอด ยาว 2-2.5 เซนติเมตร ปลายแยกเป็น 3 แฉก แฉกบนรูปใบหอก กว้างประมาณ 8 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 1.8 เซนติเมตร แฉกข้าง 2 แฉกเหมือนกัน รูปแถบ ยาว เท่ากับแฉกบน แต่แคบกว่าประมาณครึ่งหนึ่ง เกสรเพศผู้เป็นหมันที่เปลี่ยนไปเป็นกลีบปากรูปไข่ กลีบ สีม่วงและมีแต้มสีเหลืองตรงกลาง เกสรเพศผู้เป็นหมันที่เหลือนำไปใช้ เดียวกับกลีบปาก ขนาด 2 ข้างของโคนกลีบปากและเชื่อมเป็นแผ่นเดียวกัน เกสรเพศผู้สมบูรณ์มี 1 อัน ก้านชูอับเรณูสั้นมาก อับเรณูสีนวล ยาวประมาณ 8 มิลลิเมตร ปลายมีหงอนยาวและโค้งหุ้มก้านเกสรเพศเมียที่ยาวขึ้นไป

เหนืออับเรณู ฝังไข่ได้วงกลีบ ยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร มี 3 ช่อง แต่ละช่องมีอวุลจำนวนมาก ผลแบบผลแห้งแตก รูปค่อนข้างกลม สุกสีแดง เมล็ด รูปรี สีน้ำตาลเข้ม โคนมีครีบเป็นถุงบางใส (คณะกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย ในคณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย, 2552)

องค์ประกอบทางเคมี จิงมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นน้ำมันระเหยง่าย (volatile oil) ร้อยละ 2.5-3 โดยองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันระเหยง่าย อาจแตกต่างกันไปตามแหล่งที่มาของจิง แต่โดยทั่วไปมักมีสารกลุ่มเซสควิเทอร์พีน (sesquiterpenes) เป็นหลัก เช่น (-)-ซิงจีเบอร์ิน [(-)-zingiberene], เออาร์-เคอร์คิวมิน (*ar*-curcumene), บีตา-บิซาโบลีน (β -bisabolene), (อี)-แอลฟาฟาร์นีซีน [(*E*)- α -farnesene], ซิงเจอโรน (zingerone) นอกจากนั้น จิงยังมีสารสตีเคอรอยด์ที่ไม่ระเหยในกลุ่มฟีนิลแอลคานอน (phenylalkanones) หรือกลุ่มฟีนิลแอลคานอนอล (phenylalkanonols) ที่เรียกรวม ๆ กันว่า สารกลุ่มจิงเจอร์อล (gingerols) และกลุ่มโชกาออล (shogaols) (คณะกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย ในคณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย, 2552)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (บังอร ศรีพานิชกุลชัย, 2551)

1. ฤทธิ์ต่อระบบทางเดินอาหาร จิงมีฤทธิ์แก้คลื่นไส้ อาเจียนได้ดี ทั้งในภาวะที่มีกรด การได้รับยาเคมีบำบัด และหลังการผ่าตัด

2. ฤทธิ์ด้านการอักเสบและแก้ปวด พบสารสกัดจากจิงหลายชนิด ได้แก่ gingerdiones และ shogaols มีฤทธิ์ด้านการอักเสบคล้ายยาที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ และยังพบว่า gingerols ยับยั้งการสังเคราะห์ leukotrienes มากกว่าการสังเคราะห์พรอสตาแกลนดิน ยับยั้งการสังเคราะห์ไซโตไคน์และการอักเสบเรื้อรัง และสาร 6-Gingerol มีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบและลดอาการปวด โดยเฉพาะลดอาการปวดกล้ามเนื้อ (Shaopeng Wang et al. 2013: 1027-1030) และได้มีการเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบของ [6]-gingerol, [8]-gingerol, [10]-gingerol and [6]-shogaol พบว่า [6]-โชกาออลได้แสดงคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบที่มีความแรงที่สุด ซึ่งสามารถอธิบายได้จากการมีส่วนประกอบของกลุ่มคีโตนที่มีพันธะคู่ α, β -unsaturated นอกจากนี้ ความยาวของสายคาร์บอนก็มีบทบาทสำคัญในการทำให้ [10]-จิงเจอร์อลเป็นสารที่มีความแรงที่สุดในบรรดาจิงเจอร์อลทั้งหมด การศึกษานี้สนับสนุนการใช้จิงแห้งในระบบการแพทย์แบบดั้งเดิม (Dugasani et al., 2009, 515-520)

3. ฤทธิ์ลดระดับของน้ำตาลและไขมันในเลือด สารสกัดจากจิงด้วยเมทานอล มี 6-gingerol สูง สามารถลดไขมันที่สูงขึ้นในเลือดของสัตว์ทดลองที่ชักนำด้วยฟรุกโตส และสาร

สกัดด้วยน้ำหรือผงขิงขนาด 500 มก./กก. สามารถลดระดับน้ำตาล ไบโอมันในเลือดของสัตว์ทดลองที่ชักนำให้เกิดเบาหวานโดย streptozotocin ได้

4. ผลของขิงต่อความดันโลหิต สารสกัดหยาบจากขิงลดความดันโลหิตหลอดเลือดแดง ในลักษณะแปรผันตามขนาดที่ให้ สารสกัดหยาบจากขิงมีผลกดหัวใจ ลดการเต้นและความแรงของการบีบตัวของหัวใจในหนูตะเภา

5.ฤทธิ์ต้านจุลชีพ สารสกัดขิง มีฤทธิ์ต้าน *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* และ *Candida albicans*

6. ฤทธิ์ต้านพิษต่อรังสีและสารเคมี

7. ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน สารสกัดจากขิงมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่แรงทั้งจากผลการศึกษาในระบบ in vitro และ in vivo ซึ่งทำให้ขิงสามารถต้านพิษรังสี สารเคมี และยา ตลอดจนต้านการอักเสบและต้านแผลในกระเพาะอาหาร

8. ฤทธิ์ต่อการแข็งตัวของเลือด สารสกัดด้วยน้ำจากขิงผลิต thromboxane-B2 (TBX2) และพรอสตาแกลนดินอี เมื่อให้ในขนาดที่สูง จึงมีการแนะนำให้ใช้ขิง เป็นยาต้านการแข็งตัวของเลือด

นอกจากนี้ ปัจจุบันมีการนำขิงมาใช้ในการผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น แชมพู โลชั่นทาผิว เจลโกนหนวด เจลล้างหน้า ยาสีฟัน โดยมีการศึกษาพบว่า ขิงช่วยให้ผมงอกเร็ว กระตุ้นเลือดมาเลี้ยงหนังศีรษะ ช่วยให้อารมณ์แข็งแรง และฆ่าจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรังแค

2.2 การหุงน้ำมันหรือการทอดด้วยน้ำมัน

การหุงน้ำมันหรือการทอดด้วยน้ำมัน เป็นการปรุงยาตามหลักเภสัชกรรมแผนไทย ซึ่งได้กล่าวถึง “ยาหุงด้วยน้ำมัน แล้วเอาน้ำมันใส่กลัองเป่าบาดแผล” (สมศักดิ์ นวลแก้ว, 2563, 363) เป็นการสกัดสมุนไพรที่มีมาแต่โบราณ การหุงด้วยน้ำมัน เป็นการนำยาสมุนไพรมาหุงด้วยน้ำมัน เช่น น้ำมันเหลือง, น้ำมันไพรที่ทำโดยวิธีหุงด้วยน้ำมัน เป็นต้น โดยนำยาสมุนไพรใส่ลงไปในภาชนะเติมน้ำมันลงไปให้ท่วมยา ยกขึ้นตั้งไฟ หุงด้วยไฟอ่อนๆ จนตัวยาสมุนไพรกรอบดีแล้ว จึงกรองเอาแต่น้ำมันมาใช้ทำยา สมุนไพรที่ใช้นิยมใช้สมุนไพรสด (วุฒิ วุฒิธรรมเวช, 2545) น้ำมันที่ใช้ ควรเป็นน้ำมันปาล์ม หรือน้ำมันมะพร้าว สกัดส่วนสมุนไพรที่ใช้ สมุนไพรสดหรือแห้ง 1-2 เท่าของน้ำหนักน้ำมันพืช (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2544) ปัจจุบันมีการใช้วิธีการหุงน้ำมันหรือการทอดด้วยน้ำมันในบัญชียาจากสมุนไพร ได้กล่าวถึงยาใช้ภายนอก ตำรับยาขี้ผึ้งไพล ซึ่งในสูตรตำรับในยา 100 กรัม ประกอบด้วยตัวยาคำคัญ น้ำมันไพล 30 กรัม ที่ได้จากการทอดไพลกับน้ำมันพืชในสัดส่วนน้ำหนัก 2 ต่อ 1 น้ำมันระกำ 10 กรัม ซึ่งมีสรรพคุณ บรรเทาอาการปวดเมื่อย

(บัญชียาหลักแห่งชาติ, 2556) สอดคล้องกับ นพมาศสุนทรเจริญนทร์ (2555) ได้กล่าวถึงความแตกต่างการกลั่นด้วยไอน้ำและการทอด คือ น้ำมันไฟที่ได้จากการกลั่นจะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่ประกอบด้วยสาร โมเลกุลเล็กและระเหยได้ส่วน น้ำมันที่ได้จากการทอดจะประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยและสารที่มีโมเลกุลใหญ่และไม่ระเหย

วิธีการหุงด้วยน้ำมัน น้ำมันที่ใช้ ควรเป็นน้ำมันปาล์ม หรือน้ำมันมะพร้าว สัดส่วนสมุนไพรสดหรือแห้ง 1-2 เท่า ของน้ำหนักน้ำมันพืช ทอดด้วยอุณหภูมิประมาณ 100-150 องศาเซลเซียส โดยใส่สมุนไพรลงไปที่ละน้อย ทอดจนกรอบ ตักจากสมุนไพรทิ้ง จากนั้นเติมน้ำมันลงไปทีละน้อย ทำซ้ำ จนสมุนไพรหมด กรองน้ำมันพืชด้วยผ้าขาวบาง 3 ชั้น จากนั้นนำน้ำมันไปใช้ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2544, 59)

2.3 การใช้ประโยชน์น้ำมันที่ใช้แล้ว

น้ำมันใช้แล้ว หรือ Waste Cooking Oil เป็นน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนจากกระบวนการทำอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารจานทอดทั้งหลาย (Deep fry) แหล่งที่มาของน้ำมันใช้แล้วนอกจากน้ำมันที่ใช้ทอดแล้ว ยังสามารถมาจากน้ำมันจากการล้างภาชนะ ซึ่งสามารถแยกออกจากน้ำได้โดยบ่อหรือถังดักไขมัน สำหรับประเทศไทยแล้วน้ำมันใช้แล้วส่วนใหญ่จะเป็นน้ำมันปาล์ม (90%) เนื่องจากคุณสมบัติที่เหมาะสมในการทอดอาหาร และราคาถูก โดยประเทศไทยมีผลผลิตน้ำมันเป็นอันดับ 3 ของโลกมีผลผลิตส่งออก 15.4 ล้านตันต่อปี คิดเป็น 3.9% ของผลผลิตน้ำมันทั่วโลก จากข้อมูลสถิติการบริโภคและใช้น้ำมันพืชของประเทศไทย พบว่าคนไทยบริโภคน้ำมันพืช 800,000 ตันต่อปี คุณสมบัติของน้ำมันใช้แล้วของประเทศไทย จะมีคุณลักษณะคล้ายกับน้ำมันปาล์ม ซึ่งประกอบไปด้วยไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) แต่มีคุณภาพต่ำเนื่องจากผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่สูงและปนเปื้อนน้ำและเศษอาหาร โดยเฉพาะค่าความเป็นกรดที่สูง (Acid value) จากการสลายตัวของไตรกลีเซอไรด์เป็นกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) จากกระบวนการสลายตัวด้วยน้ำ (Hydrolysis) ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืชใช้แล้วก่อนนำไปแปรรูปสำหรับบางกระบวนการ เช่น การผลิตไบโอดีเซล เป็นต้น (ปิโยรส ทิพย์มงคล และณัฐพงศ์ ดันติวิวัฒนพันธ์, 2563)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จารุวรรณ เหลาสนิท และคณะ (2014) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาครีมจากน้ำมันจิงสำหรับบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อในผู้ป่วยที่ทำงานออฟฟิศ โดยพัฒนาครีมน้ำมันจิง ใช้น้ำมันหอมระเหยจิง 2% (w/w) แต่งกลิ่นสังเคราะห์มะลิ ส้มและกุหลาบและครีมพื้นมาศึกษาประสิทธิภาพบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อในผู้ทำงานออฟฟิศโดยใช้เครื่องมือ Numerical rating scale พบว่า

จำนวนผู้ป่วยที่ใช้ครีมน้ำ มันจึงแล้วมีอาการดีขึ้น (61.11%) มากกว่าการใช้ครีมพื้น (44.44%) สรุป
 คำรับครีมน้ำมันจึงสามารถบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อในผู้ป่วยที่ทำงานออฟฟิศได้ โดยมี
 ประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากครีมพื้นแต่จำนวนผู้ป่วยที่ตอบสนองต่อครีมน้ำมันจึงมีมากกว่าครีม
 พื้น

กมลชนก อบอุ่น และปิลันธนา เลิศสถิตธนกร (2554) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาครีมนวดเท้า
 จากน้ำมันจิงเพื่อบรรเทาอาการขาและปวดที่เท้าในผู้ป่วยโรคเส้นประสาทจากเบาหวาน โดยพัฒนา
 ครีมน้ำมันจิง 1 % w/w จำนวน 4 สูตรตำรับโดยใช้ Cremophor RH 40® เป็นสารก่ออิมัลชัน และ
 คัดเลือกครีมน้ำมันจิงเพียงตำรับเดียวที่มีความคงตัวทางกายภาพสูงสุดและไม่ทำให้เกิดอาการ
 ระคายเคืองผิวหนังในอาสาสมัคร ผลการศึกษา: ภายหลังการใช้ครีมนวดเท้า 1 เดือน พบว่า
 อาการขาเท้าในกลุ่มใช้ครีมพื้นและกลุ่มใช้ครีมน้ำมันจิงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
 เมื่อพิจารณาอาการปวดเท้าซึ่งประเมิน โดยใช้ Visual analog scales ในกลุ่มผู้ป่วยที่ใช้ครีมน้ำมันจิง
 มีอาการดีขึ้นคิดเป็น 34.48 % ในขณะที่กลุ่มผู้ป่วยที่ใช้ครีมพื้นมีอาการดีขึ้นคิดเป็น 20.69 % เมื่อ
 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบรรเทาอาการขาและปวดที่เท้าระหว่างกลุ่มใช้ครีมพื้นและกลุ่มใช้
 ครีมน้ำมันจิง พบว่าครีมน้ำมันจิงมีประสิทธิภาพดีกว่าครีมพื้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สุธีรา สุนทรารักษ์, ปฎิมา จันทรันวล และเทพอัปสร แสนสุข. (2558) ได้ศึกษา การใช้
 ประโยชน์จากน้ำมันที่ใช้แล้วเพื่อผลิตสบู่แพนซี มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสบู่แพนซีจากน้ำมันที่ใช้
 แล้ว ผลจากการศึกษา พบว่า ลักษณะทางกายภาพของสบู่ฯ มีลักษณะอันพึงประสงค์ กล่าวคือ มีสี
 และกลิ่นในเกณฑ์ดี ไม่มีกลิ่นหืน มีเปอร์เซ็นต์การกักกรองของก้อนสบู่ค่อนข้างต่ำ มีค่าความเป็น
 กรดเป็นด่างเท่ากับ 8.46 รวมทั้ง ยังมีปริมาณฟองมากและเนื้อฟองค่อนข้างคงตัว โดยใช้วิธีการ
 ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.29-2545 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช.
 94-2546 นอกจากนี้สบู่ฯ ยังมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวกได้ ส่วนการประเมินค่า
 ความพึงพอใจของการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า อาสาสมัครมีค่าความพึงพอใจในภาพรวมต่อสบู่
 สตรอเบอรี่สีสีกัดสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ สบู่กั๊กเล็ก ตามมาด้วยมาการองและคูกี้ ตามลำดับ

สุธีรา สุนทรารักษ์ (2558) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้ประโยชน์จากน้ำมันที่ใช้แล้วเพื่อผลิตสบู่
 สมุนไพรระงับกลิ่นเท้า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสบู่ระงับกลิ่นเท้าจากน้ำมันที่ใช้แล้ว
 ร่วมกับสารสกัดจากใบมะกรูดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Micrococcus*
sedentarius ผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดในการยับยั้งเชื้อโดยวิธี agar diffusion พบว่า สารสกัด
 หยาดของใบมะกรูดด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล สารสกัดส่วนที่ละลายในเฮกเซน
 คลอโรฟอร์ม เอทิลอะซิเตทและน้ำสามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้ โดยมีขนาดเส้น

ผ่านศูนย์กลางของโชนิสเท่ากับ 18.50, 8.20, 14.00, 21.30 และ 14.15 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่เชื้อ *Micrococcus sedentarius* ขนาดของโชนิสมีค่า 12.60, 8.15, 9.40, 18.20 และ 9.60 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังนั้น จึงนำสารสกัดส่วนที่ละลายในเอทิลอะซิเตทซึ่งมีฤทธิ์สูงสุดในการยับยั้งเชื้อ พบว่า อัตราส่วนต่ำสุดที่ผ่านเกณฑ์การยอมรับของ มอก. 29-2545 คือ อัตราส่วนผสมระหว่าง น้ำมันผลิตสบู่: สารสกัดใบมะกรูดอัตราส่วนเท่ากับ 1,000 : 75 มิลลิเมตร

วิไลพร ปองเพียร (2554) ได้พัฒนาสูตรสบู่แฟนซีจากน้ำมันที่ใช้แล้ว พบว่า การศึกษาการพัฒนาสูตรสบู่แฟนซีจากน้ำมันที่ใช้แล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการบำบัดน้ำมันที่ใช้แล้ว พัฒนาสูตรสบู่แฟนซีจากน้ำมันที่ใช้แล้ว โดยวิธีการบำบัดน้ำมันที่ใช้แล้วจะใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่น คือ การกรอง จะใช้ผ้าขาวบางพับหลาย ๆ ชั้น เพื่อกรองเอาสิ่งเจือปนจากอนุของอินทรีย์วัตถุออกจากน้ำมัน จากนั้นใช้น้ำส้มสายชูในอัตราส่วน 1 : 1 หมักทิ้งไว้เพื่อช่วยในการดับกลิ่นเหม็นหืนของน้ำมัน และใช้ถ่านคูดซึบกลิ่นและความชื้นของน้ำมันส่วนเกินออก ขั้นตอนสุดท้ายจะใช้น้ำสะอาดลงไปปริมาณเท่ากันกับน้ำมันเพื่อล้างทำความสะอาด การทำสบู่แฟนซีมีรูปแบบต่าง ๆ ได้ สบู่แฟนซีปลาโลมา สบู่แฟนซีรูปหัวใจ สบู่แฟนซีวันมะพร้าว สบู่แฟนซีรูปวงกลมหลายสีซ้อนกัน และสบู่แฟนซีรูปส้ม จากการประเมินความชอบของผู้ประเมินที่มีต่อสบู่แฟนซีที่ได้จากการวิจัย พบว่าคะแนนความชอบที่ระดับ 4 และ 5 รวมกัน ซึ่งหมายถึง ชอบและชอบมาก ตามลำดับ ทั้งนี้ คะแนนความชอบโดยรวมของสบู่แฟนซีจากน้ำมันที่ใช้แล้ว เท่ากับ 75.5 % และทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนใส โดยใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.29-2545 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.94-2546 ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ได้นั้นสามารถนำมาใช้ชำระล้างขจัดคราบสกปรกในร่างกายได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพืชของวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซำ อำเภอห่มเกล้า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจ หมุนเวียน เพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของเศรษฐกิจฐานรากมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่าง

3.1.1 เครื่องมือ

3.1.1.1 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High performance liquid chromatography; HPLC) รุ่น Agilent series 1260 พร้อมด้วย Diode array detector และ Fluorescence Detector เครื่องประกอบไปด้วย degasser (G1311C, ประเทศเยอรมนี), binary pump (G1311C, ประเทศเยอรมนี), autosample (G1329B, ประเทศเยอรมนี), oven column (G1316A, ประเทศเยอรมนี), diode array detector (G1315D, ประเทศเยอรมนี) และ fluorescence detector (G1321C, ประเทศเยอรมนี) ระบบการควบคุมและการประมวลผล ใช้ซอฟต์แวร์ OpenLAB CDS ChemStation เวอร์ชัน C.01.07 บริษัท Agilent Technologies ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.1.2 คอลัมน์ชนิด C18 ความยาว 150 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.6 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาค 2.7 ไมโครเมตร (150 x 4.6 mm, 2.7 μ m) รุ่น InfinityLab Poroshell 120 EC-C18 บริษัท Agilent Technologies ประเทศสหรัฐอเมริกา พร้อมการ์ดคอลัมน์ (Guard Column)

3.1.1.3 คอลัมน์ชนิด C18 ความยาว 250 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.6 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาค 5 ไมโครเมตร (250 x 4.6 mm, 5 μ m) รุ่น YMC-Triart บริษัท YMC ประเทศญี่ปุ่น พร้อมการ์ดคอลัมน์ ประกอบด้วย คอลัมน์โฮลเดอร์ (Column holder) และการ์ดคาร์ทริดจ์ (Guard cartridge)

3.1.1.4 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี Agilent series 8890 พร้อมด้วย Flame Photometer Detector เครื่องประกอบไปด้วย auto sample (G4513A), column oven (G3540A), injector tower (G4513A) และระบบการควบคุม และการประมวลผล ใช้ซอฟต์แวร์ OpenLab CDS ChemStation Edition Rev.C.01.10 (287) ผลิตภัณฑ์จากบริษัท Agilent Technologies ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.1.5 Capillary column ชนิด SP-Sill 88 for FAME (100 x 0.25 mm 0.2 μ m) ผลิตจากบริษัท Agilent Technologies ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.1.6 เครื่องวัดความหนืด ของบริษัท CANNON พร้อมแก้ววัดความหนืดแบบไหลผ่านช่องแคบ (Capillary Viscometer) ขนาด 100 ประมาณคงที่ $0.01553 \text{ mm}^2/\text{s}^2$ (cSt/s) และ Kinematic Viscosity ช่วง $3 - 15 \text{ mm}^2/\text{s}^2$ (cSt/s)

3.1.1.7 ตัวกรองสารละลายขนาดเล็กสำหรับหลอดฉีดยาเนื้อ Nylon (Syringe filter) ขนาดรูพรุน 0.22 ไมโครเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 13 มิลลิเมตร

3.1.1.8 ตัวกรองสารละลายขนาดเล็กสำหรับหลอดฉีดยาเนื้อ PTFE (Hydrophobic) ขนาดรูพรุน 0.22 ไมโครเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 13 มิลลิเมตร

3.1.1.9 เครื่องดูดสารไมโครปิเปต (Micro pipette) ขนาด 10 - 100 ไมโครลิตร และ 100 - 1000 ไมโครลิตร รุ่น Pipet-Lite PL+ ของบริษัท METTLER TOLEDO และปิเปตทิป (Pipette tip)

3.1.1.10 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด 4 ตำแหน่ง โมเดล MS204TS ผลิตจากบริษัท Mettler Toledo ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

3.1.1.11 เครื่องทำน้ำปราศจากไอออน ($18.2 \text{ M}\Omega\text{cm}$) ยี่ห้อ arium pro ultrapure จากบริษัท Sartorius ประเทศเยอรมนี

3.1.1.12 เครื่อง Ultrasonic Cleaner Set รุ่น WUC-D03H บริษัท DAIHAN Scientific ประเทศเกาหลี

3.1.1.13 เครื่องวัดสีแบบตั้งโต๊ะ รุ่น Colorflex EZ ของบริษัท HuterLab ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.1.14 ตู้เย็นสำหรับเก็บสารละลายมาตรฐาน Mitsubishi Electric รุ่น MR-FC31EP

3.1.1.15 ชุดกรองสารละลาย (Filtering Apparatus) สำหรับงานวิเคราะห์ HPLC

3.1.1.16 Hot plate (บริษัท JENWAY) แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic stirring bars)

3.1.1.17 เครื่องปั่นผสมแบบหัวปั่นผสมชนิดโฮโมจิไนเซอร์ ของบริษัท IKA

3.1.1.18 เครื่องเขย่าสาร (Shaker)

3.1.2 วัสดุ และอุปกรณ์

3.1.2.1 กระบอกฉีดยา (Disposable Syringe) ขนาด 3 มิลลิลิตร

3.1.2.2 ชุดอุปกรณ์การกลั่นสำหรับเทคนิคการรีฟลักซ์ (Reflux)

3.1.2.3 ขวดวัดปริมาตร 1, 5, 25, 50 และ 1000 มิลลิลิตร

3.1.2.4 บีกเกอร์ขนาด 50, 100, 500 และ 1000 มิลลิลิตร

3.1.2.5 ขวดบรรจุสารขนาดเล็ก (Vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร

3.1.2.6 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.1.2.7 กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร

3.1.2.8 ขวดกั่นกลม ขนาด 25 มิลลิลิตร

3.1.2.9 ขวดสีขาขนาด 1000 มิลลิลิตร

3.1.2.10 กรวยสกัดขนาด 50 มิลลิลิตร

3.1.2.11 หลอดหยดพร้อมลูกยาง

3.1.2.12 ซ้อนตักสาร

3.1.2.14 กรวยกรอง

3.1.2.15 กระดาษกรอง เบอร์ 1

3.1.3 สารเคมี

3.1.3.1 สารมาตรฐานวิตามินอี เดลต้า-โทโคฟีรอล (δ -Tocopherol; $C_{27}H_{46}O_2$) เกรด HPLC ความบริสุทธิ์ 90% มวลโมเลกุล 402.66 กรัมต่อโมล บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.3.2 สารมาตรฐานวิตามินอี แกมมา-โทโคฟีรอล (γ -Tocopherol; $C_{28}H_{48}O_2$) เกรด HPLC ความบริสุทธิ์ 96% มวลโมเลกุล 416.69 กรัมต่อโมล บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.3.3 สารมาตรฐานวิตามินอี แอลฟา-โทโคฟีรอล (α -Tocopherol; $C_{29}H_{50}O_2$) เกรด HPLC ความบริสุทธิ์ 96% มวลโมเลกุล 430.71 กรัมต่อโมล บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.3.4 สารมาตรฐานจินเจอรอล 6-Gingerol ($C_{17}H_{26}O_4$) เกรด HPLC ความบริสุทธิ์ 98% มวลโมเลกุล 294.4 กรัมต่อโมล บริษัท ChemFaces ประเทศจีน

3.1.3.5 สารมาตรฐานจินเจอรอล 6-Shogaol ($C_{17}H_{24}O_3$) เกรด HPLC ความบริสุทธิ์ 98% มวลโมเลกุล 276.37 กรัมต่อโมล บริษัท ChemFaces ประเทศจีน

3.1.3.6 สารมาตรฐานจินเจอรอล 8-Gingerol ($C_{19}H_{30}O_4$) เกรด HPLC ความบริสุทธิ์ 98% มวลโมเลกุล 322.44 กรัมต่อโมล บริษัท ChemFaces ประเทศจีน

3.1.3.7 สารมาตรฐานจินเจอรอล 10-Gingerol ($C_{21}H_{34}O_4$) เกรด HPLC ความบริสุทธิ์ 98% มวลโมเลกุล 350.49 กรัมต่อโมล บริษัท ChemFaces ประเทศจีน

3.1.3.8 เมทานอล (Methanol; CH_3OH) เกรด HPLC ความบริสุทธิ์ 99.9% มวลโมเลกุล 32.0 กรัมต่อโมล บริษัท CARLO ERBA ประเทศอิตาลี

3.1.3.9 อะซิโตนไทรล์ (Acetonitrile; CH_3CN) เกรด HPLC ความบริสุทธิ์ 99.9% มวลโมเลกุล 41.05 กรัมต่อโมล บริษัท RCI Labscan ประเทศไอร์แลนด์

3.1.3.10 เอทานอล (Ethanol ; C_2H_5OH) เกรดวิเคราะห์ ความบริสุทธิ์ 99.9% มวล
โมเลกุล 46.0 กรัมต่อโมล บริษัท CARLO ERBA ประเทศอิตาลี

3.1.3.11 2-โพรพานอล (2-Propanol) เกรด ACS reagent ความบริสุทธิ์ 85% มวล
โมเลกุล 60.1 กรัมต่อโมล บริษัท supelco ประเทศเยอรมนี

3.1.3.12 ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (Dimethyl sulfoxide ; DMSO) เกรดวิเคราะห์ ความ
บริสุทธิ์ 99% มวลโมเลกุล 78.13 กรัมต่อโมล บริษัท Loba ประเทศอินเดีย

3.1.3.13 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide ; KOH) เกรดวิเคราะห์
ความบริสุทธิ์ 85% มวลโมเลกุล 56.10 กรัมต่อโมล บริษัท Loba, india ประเทศเยอรมนี

3.1.3.14 ไฮโดรคลอริก (Hydrochloric ; HCl) เกรดวิเคราะห์ ความบริสุทธิ์ 37% มวล
โมเลกุล 36.46 กรัมต่อโมล บริษัท RCI Labscan ประเทศไทย

3.1.3.15 เฮกเซน (Hexane; C_6H_{14}) เกรด HPLC ความบริสุทธิ์ 99.9 % มวลโมเลกุล
41.05 กรัมต่อโมล บริษัท J.T Baker ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.3.16 โซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulphate anhydrous ; Na_2SO_4) เกรดวิเคราะห์
ความบริสุทธิ์ 99% มวลโมเลกุล 142.04 กรัมต่อโมล บริษัท KemAus ประเทศออสเตรเลีย

3.1.3.17 แก๊สฮีเลียม (Helium gas; He) เกรด UHP ความบริสุทธิ์ 99.999% มวล
โมเลกุล 4 กรัมต่อโมล บริษัท เอส.ไอ. เทคโนโลยี ประเทศไทย

3.1.3.18 แก๊สไนโตรเจน (Nitrogen gas; N_2) เกรด UHP ความบริสุทธิ์ 99.999% มวล
โมเลกุล 7 กรัมต่อโมล บริษัท เอส.ไอ. เทคโนโลยี ประเทศไทย

3.1.3.19 แก๊สไฮโดรเจน (Hydrogen gas; H_2) เกรด UHP ความบริสุทธิ์ 99.999% มวล
โมเลกุล 1 กรัมต่อโมล บริษัท เอส.ไอ. เทคโนโลยี ประเทศไทย

3.1.3.20 แก๊สอากาศ (Air zero) เกรด UHP ความบริสุทธิ์ 99.999 % บริษัท พิชญ์ โลก
แก๊ส ประเทศไทย

3.1.3.21 น้ำปราศจากไอออน ($18.2 M\Omega cm$) ที่ผลิตจากบริษัท Sartorius ประเทศ
เยอรมนี

3.1.3.22 ฟิมเสน จากบริษัท ศรีสำออง จำกัด

3.1.3.23 การบูร จากบริษัท ศรีสำออง จำกัด

3.1.3.24 เมนทอล จากบริษัท ศรีสำออง จำกัด

3.1.3.25 น้ำมันยูคาลิปตัส จากบริษัท ศรีสำออง จำกัด

3.1.3.26 น้ำมันระกำ จากบริษัท ศรีสำออง จำกัด

3.1.3.27 Propylene glycol จากบริษัท จันทร์เจ้า ลองจิวตี้ จำกัด

3.1.3.28 Niacinamide จากบริษัท จันทร์เจ้า ลองจีวิต จำกัด

3.1.3.29 Paraffinum Liquidum จากบริษัท จันทร์เจ้า ลองจีวิต จำกัด

3.1.3.30 Mannitol จากบริษัท จันทร์เจ้า ลองจีวิต จำกัด

3.1.3.23 Sodium Polyacrylate (and) Dicaprylyl Carbonate (and) Polyglyceryl-3 Caprate จากบริษัท เคมีคอสมेटิกส์ จำกัด

3.1.3.24 Ginger oil บริษัท อาร์อาร์ คอสเมติกส์ แอนด์ ฟู้ด อินกรีเดียนส์ จำกัด

3.1.3.25 Activated Charcoal จากบริษัท จันทร์เจ้า ลองจีวิต จำกัด

3.1.3.26 Charcoal Powder (Bamboo) จากบริษัท กรุงเทพเคมี จำกัด

3.1.3.27 ถ่านแมคคาเดเมีย จากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมียเขาค้อ

3.1.3.28 ถ่านกัมมันต์แมคคาเดเมีย จากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมียเขาค้อ

3.1.4 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ได้นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ คือ น้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งการแปรรูปขิงจะใช้น้ำมันรำข้าว เป็นน้ำมันทอดขิงด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ การทอดแต่ละครั้งจะมีการเติมน้ำมันรำข้าวใหม่ทุกครั้ง โดยแสดงสัญลักษณ์และรายละเอียดของตัวอย่าง ดังนี้



ภาพที่ 3.1 น้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง

ตารางที่ 3.1 แสดงสัญลักษณ์และรายละเอียดของตัวอย่าง

สัญลักษณ์	รายละเอียดตัวอย่างน้ำมัน
Ex.0	น้ำมันรำข้าว
Ex.1	น้ำมันที่ใช้แล้ว
Ex.2	น้ำมันที่ใช้แล้ว แซ่ด้วยถ่านกัมมันต์ 10%
Ex.3	น้ำมันที่ใช้แล้ว แซ่ด้วยถ่านไม้ไผ่ 10%
Ex.4	น้ำมันที่ใช้แล้ว แซ่ด้วยถ่านแมกคาเดเมีย 10%
Ex.5	น้ำมันที่ใช้แล้ว แซ่ด้วยถ่านกัมมันต์แมกคาเดเมีย 10%

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำมันที่ใช้แล้ว

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำมันที่ใช้แล้ว ประกอบด้วย การบำบัดน้ำมันที่ใช้แล้ว การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างน้ำมัน การวิเคราะห์สารจินเจอร์รอลและโซกาออลในตัวอย่างน้ำมัน การวิเคราะห์หองค์ประกอบกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมัน การวิเคราะห์ค่าของกรดในตัวอย่างน้ำมัน และการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ในตัวอย่างน้ำมัน โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

3.2.1 การบำบัดน้ำมันที่ใช้แล้ว เป็นการเตรียมน้ำมันที่ได้รับมาจากของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซา อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งมีลักษณะเป็นสีน้ำตาล มีเศษของแข็งผสมมาเล็กน้อย โดยมีวิธีการเตรียม ดังนี้

3.2.1.1 กรองน้ำมันที่ใช้แล้ว ผ่านกระดาษกรองน้ำมัน ซึ่งเป็นกระดาษกรอง Food grade สำหรับกรองเศษอาหารออกจากน้ำมัน เพื่อกรองเศษฝุ่นและเศษวัตถุติดที่เกิดจากการแปรรูป

3.2.1.2 นำน้ำมันที่ใช้แล้ว ที่ผ่านการกรองจากข้อ 1 มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ด้วยเครื่องปั๊มสุญญากาศ จำนวน 10 ครั้ง (Ex.1)

3.2.1.3 เติมผงถ่านกัมมันต์ 10% (Ex.2) ถ่านไม้ไผ่ 10% (Ex.3) ถ่านแมกคาเดเมีย 10% (Ex.4) และถ่านกัมมันต์แมกคาเดเมีย 10%(Ex.5) ในน้ำมันที่ใช้แล้ว (จากข้อ 3.2.1.1) จากนั้นเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร (Shaker) จำนวน 90 นาที และหมักทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

3.2.1.4 กรองน้ำมันที่ใช้แล้วที่แซ่ด้วยผงถ่านชนิดต่าง ๆ (จากข้อ 3.2.1.3) ด้วยกระดาษกรองน้ำมัน (สำหรับกรองเศษอาหาร) เพื่อกรองผงถ่านแต่ละชนิด จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ด้วยเครื่องปั๊มสุญญากาศ จำนวน 10 ครั้ง

3.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้ว การเตรียมสารละลายมาตรฐานวิตามินอีทั้งหมด 3 ไอโซเมอร์ ประกอบด้วย แอลต้า-โทโคฟีรอล (α -Tocopherol), แกมมา-

โทโคฟีรอล (γ -Tocopherol) และ แอลฟา-โทโคฟีรอล (α -Tocopherol) เตรียมสารละลายความเข้มข้นแต่ละชนิดทั้งหมด 6 ระดับความเข้มข้น โดยใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย แสดงดังตารางที่

3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงระดับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานวิตามินอีแต่ละชนิด

ระดับความเข้มข้น	δ -Tocopherol ($\mu\text{g/mL}$)	γ -Tocopherol ($\mu\text{g/mL}$)	α -Tocopherol ($\mu\text{g/mL}$)
1	0.77	0.78	1.33
2	1.54	1.56	2.66
3	3.07	3.12	5.32
4	4.61	4.68	7.98
5	7.68	7.80	13.30
6	10.76	10.92	18.62

การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างน้ำมัน คัดแปลงจากงานวิจัยของ Panpraneecharoen & Chumanee, (2022) โดยชั่งตัวอย่างน้ำหนักที่แน่นอนน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง จำนวน 0.1xxx กรัม นำตัวอย่างใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตรด้วย 2-โพรพานอล นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Ultrasonic Cleaner เป็นเวลา 5 นาที ทั้งตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ นำมากรองผ่านตัวกรอง (Syringe filter) ชนิด PTFE ขนาดรูพรุน 0.22 ไมโครเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 13 มิลลิเมตร

สารละลายมาตรฐานแต่ละชนิดและตัวอย่างที่เตรียมเรียบร้อยแล้ว นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC วัดค่าการดูดกลืนแสงแบบฟลูออเรสเซนซ์ (fluorescent detector) ตั้งค่าความยาวคลื่นสำหรับการกระตุ้น (Excitation wavelength) ที่ 296 นาโนเมตร ตั้งค่าความยาวคลื่นสำหรับการเปล่งแสง (Emission wavelength) ที่ 330 นาโนเมตร สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ภาคคงที่ (stationary phase) โดยใช้คอลัมน์ C18 รุ่น InfinityLab Poroshell 120 EC-C18 (4.6×150 mm, 2.7 μm) พร้อมการ์ดคอลัมน์ (Guard Column) อุณหภูมิของคอลัมน์ตั้งไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส วัฏภาคเคลื่อนที่ (mobile phase) ใช้ระบบ Isocratic โดยใช้อัตราส่วนของตัวทำละลายอะซิโตไนโตรล์ : 2-โพรพานอล (75:25 v/v), อัตราการไหลเท่ากับ 0.7 มิลลิลิตรต่อนาที ปริมาตรในการฉีดตัวอย่าง 5 ไมโครลิตร ใช้เวลาในการแยก 12 นาที

สร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ของสารละลายมาตรฐานวิตามินอีทั้งหมด 3 ไอโซเมอร์ โดยแกน x คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน แกน y คือ พื้นที่ใต้กราฟ คำนวณ

ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of determination, R^2) โดยเกณฑ์การยอมรับได้มีค่าอยู่ในช่วง 0.995 – 1.000 ค่าวนหาขีดจำกัดในการตรวจวัด (Limit of detection, LOD) จากค่าอัตราส่วนระหว่างสัญญาณกับค่าสัญญาณรบกวน (signal to noise, S/N) เท่ากับ 3 สำหรับขีดจำกัดในการตรวจวัดปริมาณ (Limit of quantitation) ค่า S/N เท่ากับ 10 วิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีในตัวอย่าง สัญญาณที่อ่านได้นำไปเทียบหาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน การคำนวณความเข้มข้นของวิตามินอีในตัวอย่าง คำนวณในหน่วยไมโครกรัมต่อกรัม ($\mu\text{g/g}$) ดังสูตรที่ 1

$$C_s (\mu\text{g/g}) = \frac{C_0 \times V}{W} \quad (1)$$

โดยที่ C_s = ความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่าง ($\mu\text{g/g}$)
 C_0 = ความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ที่คำนวณได้จากกราฟมาตรฐาน ($\mu\text{g/mL}$)
 V = ปริมาตรที่เตรียมสารละลาย (mL)
 W = น้ำหนักตัวอย่าง (g)

3.2.3 การวิเคราะห์สารจินเจอร์อลและโชกาออลในตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้ว เตรียมสารมาตรฐานจินเจอร์อล (gingerol) 3 ชนิด ประกอบด้วย 6-Gingerol, 8-Gingerol และ 10-Gingerol และสารมาตรฐานโชกาออล (Shogaols) คือ 6-Shogaols ระดับความเข้มข้นทั้งหมด 7 ระดับความเข้มข้น โดยใช้เมธานอลเป็นตัวทำละลาย แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานจินเจอร์อลและโชกาออลที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ระดับความเข้มข้น	6-Gingerol ($\mu\text{g/mL}$)	8-Gingerol ($\mu\text{g/mL}$)	6-Shogaols ($\mu\text{g/mL}$)	10-Gingerol ($\mu\text{g/mL}$)
1	4.47	1.04	1.00	0.98
2	22.34	5.19	5.02	4.90
3	44.69	10.39	10.05	9.80
4	111.72	25.97	25.11	24.50
5	223.44	51.94	50.23	49.00
6	312.82	72.72	70.32	68.60
7	446.88	103.88	100.45	98.00

การวิเคราะห์ปริมาณสารอินเจอร์อลและโซกาออลในตัวอย่างน้ำมัน คัดแปลงจากงานวิจัยของ Zick et al., (2010) โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งหนัก 0.5xxx กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน นำตัวอย่างใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตรด้วย 2-โพรพานอล นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Ultrasonic Cleaner เป็นเวลา 5 นาที ทั้งตัวอย่างและสารมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ จากนั้นนำมากรองผ่านตัวกรอง (Syringe filter) ชนิด PTFE ขนาดรูพรุน 0.22 ไมโครเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 13 มิลลิเมตร

นำสารละลายมาตรฐานและตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้ตัวตรวจวัด DAD (Diode array detector) วัดค่าการดูดกลืนสารที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 280 นาโนเมตร สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยก วัฏภาคคงที่ (stationary phase) โดยใช้คอลัมน์ C18 รุ่น YMC-Triart (250 x 4.6 mm, 5 µm) พร้อม คอลัมน์โฮลเดอร์ (Column holder) และการ์ดคาร์ทริดจ์ (Guard cartridge) อุณหภูมิของคอลัมน์เท่ากับ 30 องศาเซลเซียส วัฏภาคเคลื่อนที่ (mobile phase) ใช้ระบบ Isocratic โดยใช้อัตราส่วนของตัวทำละลายอะซิโตนไตรล์ : สารละลายกรดฟอสฟอริกความเข้มข้น 0.05% (70:30 v/v), อัตราการไหลเท่ากับ 1 มิลลิลิตรต่อนาที ปริมาตรในการฉีดตัวอย่าง 5 ไมโครลิตร ใช้เวลาในการแยก 15 นาที

การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) หาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง เมอร์ โดยแกน x คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน แกน y คือ พื้นที่ใต้กราฟของสารมาตรฐานนั้น ๆ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of determination, R²) คำนวณหาขีดจำกัดในการตรวจวัด (Limit of detection, LOD) S/N เท่ากับ 3 และขีดจำกัดในการตรวจวัดปริมาณ (Limit of quantitation) S/N เท่ากับ 10 กราฟมาตรฐานที่ได้นำไปหาความเข้มข้นของสารวิเคราะห์ในตัวอย่าง การคำนวณสารวิเคราะห์ในตัวอย่าง โดยใช้สูตรที่ 2 ดังนี้

$$C_s \text{ (mg/100g)} = \frac{C_0 \times V \times 100}{W} \quad (2)$$

โดยที่ C_s = ความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่าง (mg/100g)
 C_0 = ความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ที่คำนวณได้จากกราฟมาตรฐาน (mg/L)
 V = ปริมาตรที่เตรียมสารละลาย (L)
 W = น้ำหนักตัวอย่าง (g)

3.2.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้ว การวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันน้ำมันจะต้องทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) ก่อนเพื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ คัดแปลงจากงานวิจัยของ Danish & Nizami,

(2019) และ วราภรณ์ รัชมีพะกาย (2020) โดยปีเปิดตัวอย่างน้ำมัน 200 ไมโครลิตร (ประมาณ 0.17 กรัม) ใส่ขวดก้นกลมขนาด 25 มิลลิตร เติม 0.5 โมลาร์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเมทานอล 4 มิลลิตร ตามด้วยแท่งกวนแม่เหล็กขนาดเล็ก จากนั้นนำตัวอย่างไปรีฟลักซ์ เป็นเวลา 30 นาที และ เติม 4:1 ไฮโดรคลอริก : เมทานอล 1.6 มิลลิตร นำไปรีฟลักซ์ต่อ 30 นาที จากนั้นทิ้งตัวอย่างให้เย็น นำตัวอย่างใส่ในกรวยสกัดขนาด 50 มิลลิตร และทำการสกัดโดยการเติมน้ำกลั่น 8 มิลลิตร ตาม ด้วยเฮกเซน 6 มิลลิตร สังเกตสารละลายจะเกิดการแยกเป็น 2 ชั้น โดยชั้นบนเป็นเฮกเซน ชั้นล่าง เป็นน้ำ ไขชั้นล่างออกมาทำการสกัดอีก 2 รอบ โดยใช้เฮกเซนอีก 5 และ 4 มิลลิตร นำส่วนที่เป็น ชั้นเฮกเซน เติมโซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส เพื่อกำจัดชั้นน้ำซึ่งอาจจะปนเปื้อนมาจากขั้นตอนการ สกัด นำสารละลายที่ได้กรองผ่านกระดาษกรองเมมเบรน ชนิด PTFE ขนาด 0.22 ไมโครเมตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID โดยมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 สภาวะของเครื่อง GC-FID ที่ใช้ในการวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบกรดไขมัน

Column	Capillary Column SP-Sill 88 for FAME (100 x 0.25 mm x .02 μ m) ยี่ห้อ Agilent J&W		
Carrier gas	Helium, 1 mL/min Constant Flow		
Injection Volume	1 μ L		
Inlet	SS/SSL at 220°C		
Spilt mode	Spilt Flow 21.55 : 1 mL/min		
Oven Temperature	Rate (°C/min)	Temperature (°C)	Hold time (min)
		80	0
	4	220	5
	4	240	15
Run Time	60 min		
Detector	FID temperature at 240°C Hydrogen 40 mL/min Air zero 400 mL/min Make up gas (Nitrogen) 25 mL/min		

การวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมัน โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดไขมัน 37 ชนิด (Supelco 37-Component FAME MixSupelco, USA) การวิเคราะห์หาชนิดของกรดไขมันในตัวอย่าง ใช้การเปรียบเทียบเวลาที่พีคของสารตัวอย่างถูกชะออกจากคอลัมน์ เทียบกับเวลาของสารมาตรฐานซึ่งทราบแล้วว่าแต่ละพีคเป็นสารมาตรฐานชนิดใด ส่วนการหาปริมาณของกรดไขมัน คำนวณปริมาณกรดไขมันแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับปริมาณกรดไขมันทั้งหมดโดยใช้การเปรียบเทียบพื้นที่ใต้พีคของตัวอย่างกับพื้นที่ทั้งหมด

สารมาตรฐาน Supelco 37-Component FAME MixSupelco, USA

- | | |
|--|---|
| 1. Butyric acid (C4:0) | 2. Caproic acid (C6:0) |
| 3. Caprylic acid (C8:0) | 4. Capric acid (C10:0) |
| 5. Undecanoic acid (C11:0) | 6. Lauric acid (C12:0) |
| 7. Tridecanoic acid (C13:0) | 8. Myristic acid (C14:0) |
| 9. Myristoleic acid (C14:1) | 10. Pentadecanoic acid (C15:0) |
| 11. cis-10-Pentadecenoic acid (C15:1) | 12. Palmitic acid (C16:0) |
| 13. Palmitoleic acid (C16:1) | 14. Heptadecanoic acid (C17:0) |
| 15. cis-10-Heptadecenoic acid (C17:1) | 16. Stearic acid (C18:0) |
| 17. Oleic acid (C18:1n9c) | 18. Elaidic acid (C18:1n9t) |
| 19. Linoleic acid (C18:2n6c) | 20. Linolelaidic acid (C18:2n6t) |
| 21. γ -Linolenic acid (C18:3n6) | 22. α -Linolenic acid (C18:3n3) |
| 23. Arachidic acid (C20:0) | 24. cis-11-Eicosenoic acid (C20:1n9) |
| 25. cis-11, 14-Eicosadienoic acid (C20:2) | 26. cis-8, 11, 14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6) |
| 27. cis-11, 1, 17-Eicosatrienoic acid (C20:3n3) | 28. Arachidonic acid (20:4n6) |
| 29. cis-5, 8, 11, 14, 17-Eicosapentaenoic acid (C20:5n3) | 30. Heneicosanoic acid (C21:0) |
| 31. Behenic acid (C22:0) | 32. Erucic acid (C22:1n9) |
| 33. cis-13, 16-Docosadienoic acid (C22:2) | 34. cis-4, 7, 10, 13, 16, 19-Docosahexaenoic acid (C22:6n3) |
| 35. Tricoanoic acid (C23:0) | 36. Lignoceric acid (C24:0) |
| 37. Nervonic acid (C24:1n9) | |

การคำนวณ % กรดไขมัน

$$\% \text{กรดไขมัน} = 100 \times \frac{\text{พื้นที่ใต้พีคของกรดไขมันชนิดนั้น}}{A} \quad (3)$$

ซึ่ง A = พื้นที่ใต้พีคกรดไขมันทั้งหมด

ค่า Iodine Value (IV) และ Saponification number (SN) สามารถวิเคราะห์ได้ตามสมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (Panpraneecharoen & Chumanee, (2020)) ซึ่งการคำนวณพิจารณาจากโคมาโทรแกรมขององค์ประกอบกรดไขมัน (Fatty acid)

$$IV = \sum \left(\frac{254 \times D \times A_i}{MW_i} \right) \quad (4)$$

$$SN = \sum \left(\frac{560 \times A_i}{MW_i} \right) \quad (5)$$

เมื่อ

A_i คือ เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของกรดของกรดไขมันแต่ละชนิด

D คือ จำนวนพันธะคู่ขององค์ประกอบกรดไขมันแต่ละชนิด

MW_i คือ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักโมเลกุลขององค์ประกอบกรดไขมันแต่ละชนิด

3.2.5 การวิเคราะห์ค่าของกรดในตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้ว การวิเคราะห์ค่าของกรดในน้ำมัน หมายถึง จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ทำปฏิกิริยาเป็นกลางพอดีกับกรดอิสระ ในตัวอย่างน้ำหนัก 1 กรัม การวิเคราะห์ซึ่งน้ำหนักตัวอย่างให้เหมาะสมโดยพิจารณาจากตาราง โดยเริ่มต้นซึ่งน้ำหนักที่ 20 กรัม ลงในขวดรูปชมพูนาค 250 มิลลิลิตร เนื่องจากน้ำมันและไขมันของกรดมีค่าน้อย คือ มีค่าอยู่ในช่วง 0 – 1.0 ถ้าหากมีค่าเกิน ให้เลือกซึ่งน้ำหนักตัวอย่างตามช่วงค่าของกรดนั้น ๆ

ตารางที่ 3.5 แสดงน้ำหนักตัวอย่างตามช่วงค่ากรด

ค่าของกรด	น้ำหนักตัวอย่าง ($\pm 10\%$), g	ความแม่นยำของน้ำหนัก, $\pm$ g
0 – 1.0	20	0.05
1.1 – 4.0	10	0.02
4.1 – 15.0	2.5	0.01
15.0 – 75.0	0.5	0.001
>75	0.1	0.0002

- 1) การเตรียมสารละลายผสม toluene : isopropyl alcohol ในอัตราส่วน 1:1 (v/v) เทลงในขวดรูปชมพู่ปริมาตร 125 มิลลิลิตร เติม phenolphthalein ปริมาตร 2 มิลลิลิตร
- 2) ชั่งน้ำมัน บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน 4 ตำแหน่ง ในที่นี้ชั่ง 20 กรัม (พิจารณาจากค่าความเป็นกรด) จากนั้นเทสารข้อ 1 ลงไป แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลาย 0.1 โมลาร์ alcoholic KOH จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน ≥ 30 s บันทึกปริมาตรของตัวไทเทรต
- 3) ทำ blank การวิเคราะห์ทำนองเดียวกัน เพียงไม่เติมน้ำมันตัวอย่าง
- 4) คำนวณผลจากสูตรที่ 6 ดังนี้

$$\text{ค่าของกรด (มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม)} = \frac{(A - B) \times M \times 56.1}{W} \quad (6)$$

เมื่อ M = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 0.1 โมลาร์ alcoholic KOH

A = ปริมาตรของ 0.1 โมลาร์ alcoholic KOH ที่ใช้ในการไทเทรตสารละลายตัวอย่าง (mL)

B = ปริมาตรของ 0.1 โมลาร์ alcoholic KOH ที่ใช้ในการไทเทรต blank (mL)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (g)

56.1 = กรัมต่อโมลของ KOH

การรายงานค่าในรูปกรดไขมันอิสระ (free fatty acids) ในรูปของ %lauric, %oleic หรือ %palmitic acid ให้คำนวณโดยการหาค่าของกรดที่ได้ด้วยแฟกเตอร์ 2.81, 1.99 หรือ 2.19 ตามลำดับ

3.2.6 การวิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์ในตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้ว การวิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์ในน้ำมัน โดยทำการชั่งตัวอย่างน้ำมันมา 5.xxxx กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร หลังจากนั้นทำเบลนค์ไปพร้อมกันโดยไม่ต้องเติมน้ำมันลงไป เติมน้ำทำละลายผสมกรดอะซิติก:กลอโรฟอร์ม อัตราส่วน 3:2 จำนวน 30 มิลลิลิตร เขย่าให้ตัวอย่างละลาย เติมน้ำทำละลายอิ่มตัวโพแทสเซียมไอโอไดด์ 1 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที (ปิดฝาให้สนิท) เติมน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร เขย่าแล้วไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.01 นอร์มอล เขย่าแรง ๆ จนได้สารละลายสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแข็ง 1 มิลลิลิตร แล้วไทเทรตต่อจนสีน้ำเงินหายไป คำนวณค่าเปอร์ออกไซด์ได้จากสูตรที่ 7

$$\frac{(S - B) \times N \times 1000}{W} \quad (7)$$

เมื่อ S = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
 B = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตกับแบล็ก (มิลลิลิตร)
 N = ความเข้มข้นของโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.01 นอร์มอล
 W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3.3 การวิเคราะห์ทางกายภาพของน้ำมันที่ใช้แล้ว

การวิเคราะห์ทางกายภาพของน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากจึงประกอบด้วย การวิเคราะห์ความหนาแน่นและความหนืดในตัวอย่างน้ำมัน การวัดค่าสีในตัวอย่างน้ำมัน โดยมีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

3.3.1 การวิเคราะห์ความหนาแน่นและความหนืดในตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้ว การคำนวณค่าความหนาแน่นและค่าความหนืด คำนวณได้ตาม ASTM D1298 และ ASTM 445 ตามลำดับ ความหนาแน่นของน้ำมันทำได้โดยชั่ง pycnometer ขนาด 25 มิลลิลิตร ชั่งและบันทึกน้ำหนักขวดเปล่า เติมตัวอย่างน้ำมันลงใน pycnometer ขนาด 25 มิลลิลิตร นำไปแช่ตู้เย็นจนถึงอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก และบันทึกผล ความหนืดของน้ำมันวิเคราะห์โดยให้ความร้อนแก่ตัวอย่างน้ำมันประมาณ 40 ± 5 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างน้ำมันเทใส่ Glass Viscometer 10 มิลลิลิตร แล้วดูดน้ำมันให้ถึงขีดบนของ Glass Viscometer จากนั้นเริ่มจับเวลาตั้งแต่น้ำมันลงขีดบนของ Glass Viscometer จนถึงขีดล่างของ Glass Viscometer จดบันทึกเวลาเป็นวินาที คำนวณค่าความหนาแน่นและความหนืดได้จากสูตรที่ 8 และ 9 ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่น (D)} = \frac{M}{V} \quad (8)$$

$$\text{ความหนืด} = C \times t \quad (9)$$

เมื่อ m = มวลของน้ำมัน (น้ำหนัก pycnometer ที่มีตัวอย่างน้ำมัน – น้ำหนักเปล่าของ pycnometer)
 V = ปริมาตรน้ำมัน
 t = วินาที
 C = ค่าคงที่ของ Glass Viscometer ขนาด 150 ($0.03674 \text{ mm}^2/\text{s}^2$)

3.3.2 การวัดค่าสีในตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้ว การวัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสีด้วยระบบอินเตอร์ (Hunter Lab) โดยวัดค่า L^* เป็นค่าความสว่าง (lightness) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness) จะมีค่าเป็นบวกเมื่อเป็นสีแดง มีค่าเป็นลบเมื่อเป็นสีเขียว b* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness) ซึ่งมีค่าเป็นบวกเมื่อเป็นสีเหลือง มีค่าเป็นลบเมื่อเป็นสีน้ำเงิน และมีค่าเป็นศูนย์เมื่อเป็นสีเทา ก่อนทำการวิเคราะห์จะต้องทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของสีโดยใช้ Standard Calibration Plate ทุกครั้งก่อนทำการวัดค่าสี และตั้งค่า illumination เท่ากับ C หลังจากนั้นทำการวัดสีในตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากชิงทั้งหมด 6 ตัวอย่าง โดยนำน้ำมันมาเทใส่ลงภาชนะให้มีความสูงประมาณ 1 เซนติเมตร ใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างน้ำมันในแนวตั้งฉาก ทำการอ่านค่าแสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L^* , a^* , b^*) ทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วบันทึกผล หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.4 การทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบของน้ำมันที่ใช้แล้ว

การเตรียมตัวอย่างคยใช้น้ำมันที่ใช้แล้ว Ex.1 ละลายด้วย 20% Tween 20 (v/v) และเตรียมยาด้านการอักเสบ diclofenac diethylammonium ละลายด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเจือจางสารละลายให้ได้ความเข้มข้น เท่ากับ 0.625, 1.25, 2.5, 5 และ 10 mg/ml แล้วนำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้บ่มกับอัลบูมินที่อุณหภูมิสูง (70 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 5 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อคำนวณปริมาณอัลบูมินที่สลายตัวเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน และคำนวณค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการสลายตัวของอัลบูมินได้ 50% (ค่า IC_{50})

3.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากชิง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากชิง ประกอบด้วย น้ำมันจิง และครีมจิง ซึ่งมีสรรพคุณลดอาการอักเสบและลดอาการปวด โดยเฉพาะอาการปวดกล้ามเนื้อ เนื่องจากพบสาร 6-gingerol ในปริมาณที่มาก รายละเอียด มีดังนี้

3.5.1 น้ำมันจิง ประกอบด้วย น้ำมันจิงที่ใช้แล้ว การบูร พิมเสน เกล็ดสะระแหน่ น้ำมันหอมระเหยเปปเปอร์มินต์ น้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันระกำ และวิตามินอี โดยมีชื่อทางการค้า หน้าที และปริมาณ ดังนี้

ตารางที่ 3.6 ส่วนประกอบ หน้าที่ และปริมาณของน้ำมันจิง

ลำดับ	ชื่อทางการค้า	หน้าที่	ปริมาณ (%w/w)
1	น้ำมันจิงที่ใช้แล้ว	ช่วยลดอาการอักเสบและลดอาการปวด	32.5
2	การบูร	แก้ปวดตามเส้น แก้เคล็ดขัดยอก บวม แก้ปวดข้อ แก้ปวดเส้นประสาท (ตำราอ้างอิงเล่ม 1)	6
3	พิมเสน	บรรเทาอาการปวดเมื่อยและแมลงกัดต่อย	6
4	เกร็ดสระแหน่	เป็นยาชาเฉพาะที่ ช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยและอาการแมลงสัตว์กัดต่อย ทำให้รู้สึกเย็น ช่วยบรรเทาอาการคัน แก้ระคาย แก้ปวดอย่างอ่อน	13
5	น้ำมันหอมระเหยเปปเปอร์มินต์	ช่วยกระตุ้นทำให้สดชื่น มีกำลังและช่วยเพิ่มสมาธิ ช่วยบรรเทาอาการปวดข้อและกล้ามเนื้อ	12
6	น้ำมันยูคาลิปตัส	ช่วยบรรเทาอาการไอ ภูมิแพ้ หวัด ไข้หวัดใหญ่ บรรเทาอาการคัดจมูก เป็นยาธาตุ แก้อาการ ปวดศีรษะจากหวัด ไซนัส ทำให้หายใจโล่ง ช่วยให้อารมณ์สดชื่น ช่วยแก้อาการเจ็บคอ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน บรรเทา แผลสด แผลไฟไหม้ และแผลติดเชื้อ หรือนำมาใช้ทาถูนิ้ว แก้ปวดกล้ามเนื้อ	12
7	น้ำมันระกำ	ใช้ภายนอก แก้ปวด บรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและปวดข้อ	18
8	วิตามินอี	สามารถช่วยปกป้องส่วนผสม จากการเสื่อมสภาพเนื่องจากกระบวนการ oxidation (อนุมูลอิสระ)	0.5

วิธีทำ นำพิมเสน การบูร เมนทอล มาผสมกันและคนให้ละลาย จากนั้นเติมน้ำมันจิงที่ใช้แล้ว น้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันเปปเปอร์มินต์ น้ำมันระกำ และวิตามินอี คนให้เข้ากัน จากนั้นบรรจุขวด

3.5.2 ครีมจิง การพัฒนาสูตรครีมจิง ซึ่งมีสรรพคุณลดอาการอักเสบและลดอาการปวด โดยใช้ น้ำมันจิงเป็นส่วนประกอบหลัก และใช้สารก่อเนื้อครีมแบบไม่ใช้ความร้อน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 3.7 ส่วนประกอบ หน้าที่ และปริมาณของครีมจิง

Part	ลำดับ	Ingredients		หน้าที่	ปริมาณ (%w/w)
		Trade name	INCI name		
ส่วน A	1	Water	Aqua	ตัวทำละลาย	56.1
	2	Disodium EDTA	Disodium EDTA	สารจับโลหะหนัก	0.1
	3	Cosmedia ACE	Sodium Polyacrylate (and) Dicaprylyl Carbonate (and) Polyglyceryl-3 Caprate	สารก่อเนื้อครีม	0.8
ส่วน B	4	Water	Aqua	ตัวทำละลาย	15
	5	Propylene glycol	Propylene Glycol	สารเพิ่มความชุ่มชื้น	10
	6	Glycerin	Glycerin	สารเพิ่มความชุ่มชื้น	1
	7	Portulaca	Portulaca oleracea extract, Butylene Glycol, Water	ลดการระคายเคือง ผิว	1
ส่วน C	3	น้ำมันจิง	-	ลดอาการอักเสบและ ลดอาการปวด	15
ส่วน D	6	Phenoxyethanol	Phenoxyethanol	สารกันเสีย	1

วิธีทำ

1. เตรียมส่วน A โดยละลาย Disodium EDTA ใน water คนให้ละลาย จากนั้นเติม Cosmedia ACE กวนจนเป็นเนื้อครีม
2. เตรียมส่วน B โดยนำ Water, Propylene glycol, Glycerin และ Portulaca มาผสมและคนให้เข้ากัน
3. นำส่วน B มาเทใส่ในส่วน A คนให้เกิดเนื้อครีม จากนั้นเติมส่วน C และ D คนให้เข้ากัน บรรจุขวด

3.6 การถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี

การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำมันหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากจิงโดยถ่ายทอดความรู้การทำผลิตภัณฑ์น้ำมันจิงและครีมจิงให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์

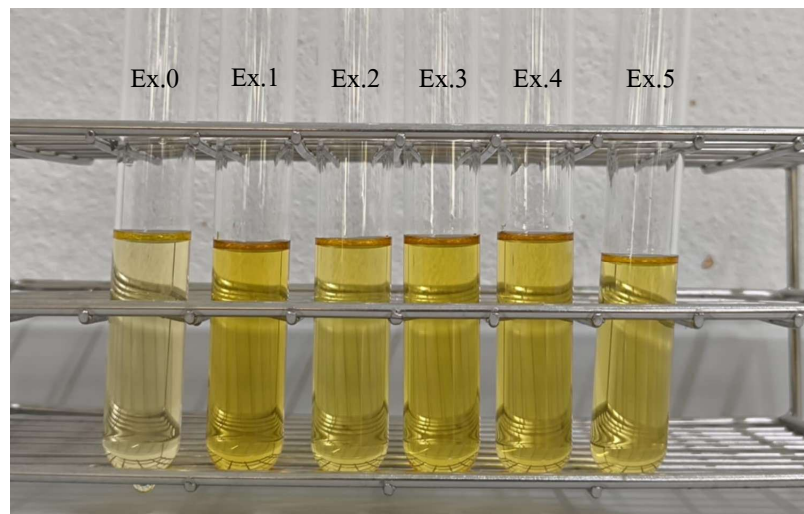
บทที่ 4

ผลการวิจัย

การสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพืชของวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจ หมุนเวียน เพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของเศรษฐกิจฐานราก ผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพืช

4.1.1 ผลการบำบัดน้ำมันที่ใช้แล้ว พบว่า น้ำมันที่ใช้แล้ว แซ่ด้วยถ่านกัมมันต์ ถ่านไม้ไผ่ ถ่าน แมคคาเดเมีย และถ่านกัมมันต์แมคคาเดเมีย มีสีเหลืองอ่อนกว่าน้ำมันที่ใช้แล้วเล็กน้อย ดังแสดงภาพ ที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลการบำบัดน้ำมันที่ใช้แล้ว

Ex.0 คือ น้ำมันรำข้าว

Ex.1 คือ น้ำมันที่ใช้แล้ว

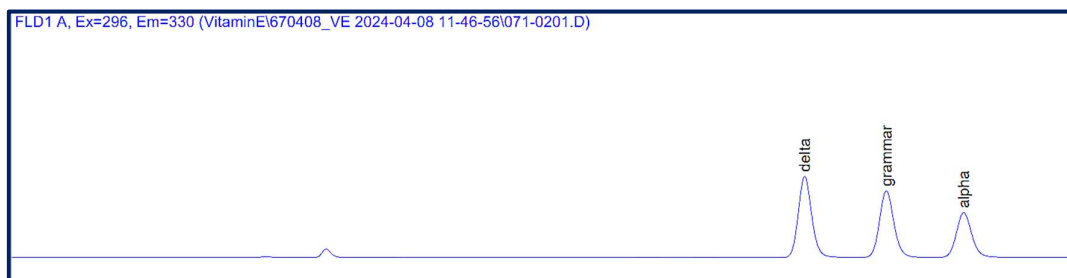
Ex.2 คือ น้ำมันที่ใช้แล้ว แซ่ด้วยถ่านกัมมันต์ 10%

Ex.3 คือ น้ำมันที่ใช้แล้ว แซ่ด้วยถ่านไม้ไผ่ 10%

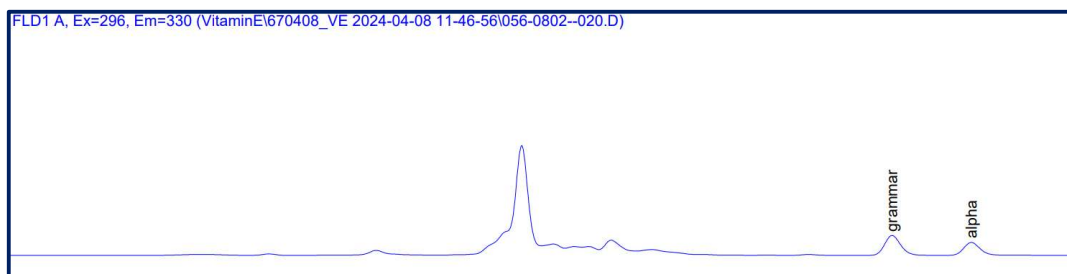
Ex.4 คือ น้ำมันที่ใช้แล้ว แซ่ด้วยถ่านแมคคาเดเมีย 10%

Ex.5 คือ น้ำมันที่ใช้แล้ว แซ่ด้วยถ่านกัมมันต์แมคคาเดเมีย 10%

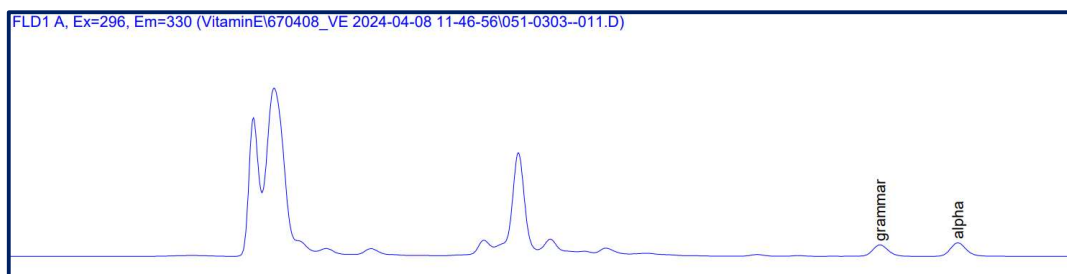
4.1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างน้ำมัน ในงานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอี ทั้งหมด 3 ไอโซเมอร์ คือ เดลตา-โทโคฟีรอล แกมมา-โทโคฟีรอล และ แอลฟา-โทโคฟีรอล ด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้ Fluorescence เป็นดีเทคเตอร์ การวิเคราะห์ใช้ reverse phase คอลัมน์ C18 ผลการทดลองพบว่า δ -tocopherol มีค่ารีเทนชันไทม์เท่ากับ 7.416 นาที γ -tocopherol มีค่ารีเทนชันไทม์เท่ากับ 8.179 นาที และ α -tocopherol มีค่ารีเทนชันไทม์เท่ากับ 8.902 นาที แสดงรายละเอียดดังภาพต่อไปนี้



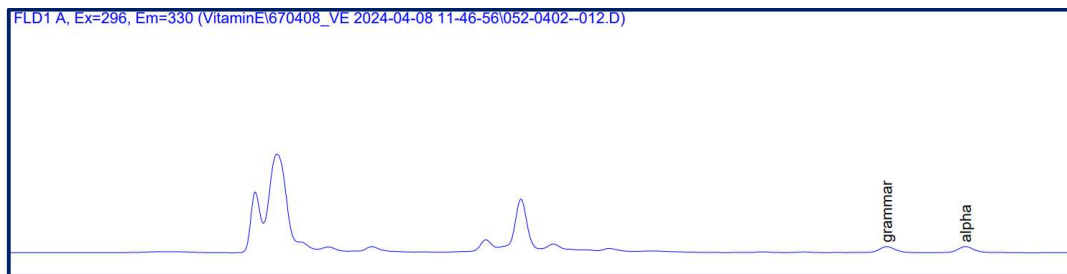
ภาพที่ 4.2 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานวิตามินอีผสม 3 ชนิด



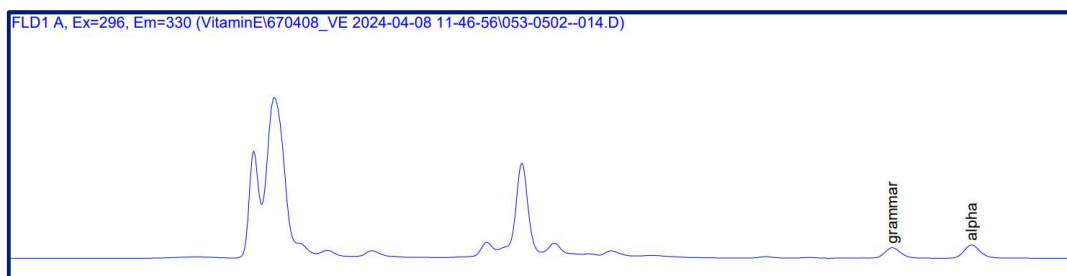
ภาพที่ 4.3 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 0



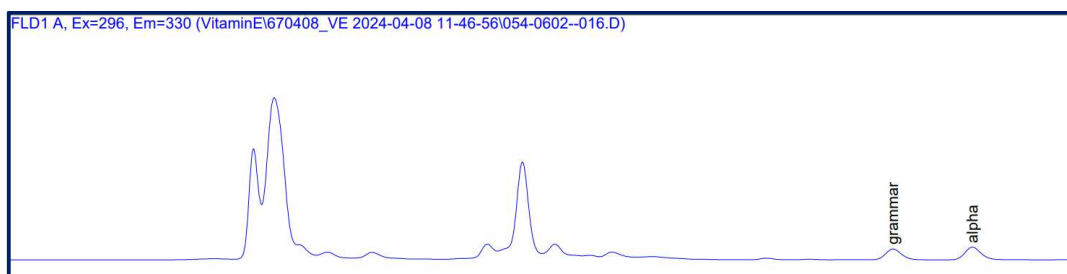
ภาพที่ 4.4 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 1



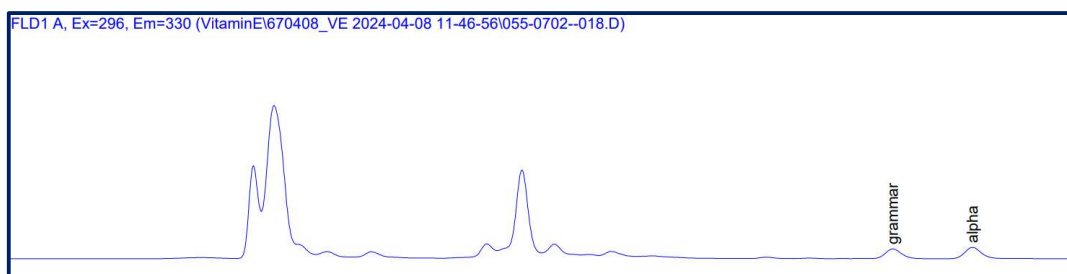
ภาพที่ 4.5 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 2



ภาพที่ 4.6 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 3



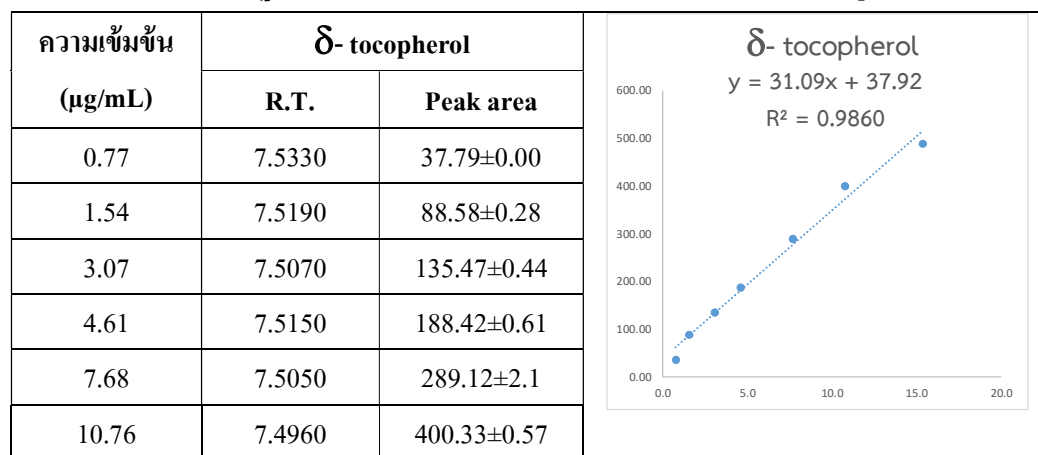
ภาพที่ 4.7 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 4



ภาพที่ 4.8 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 5

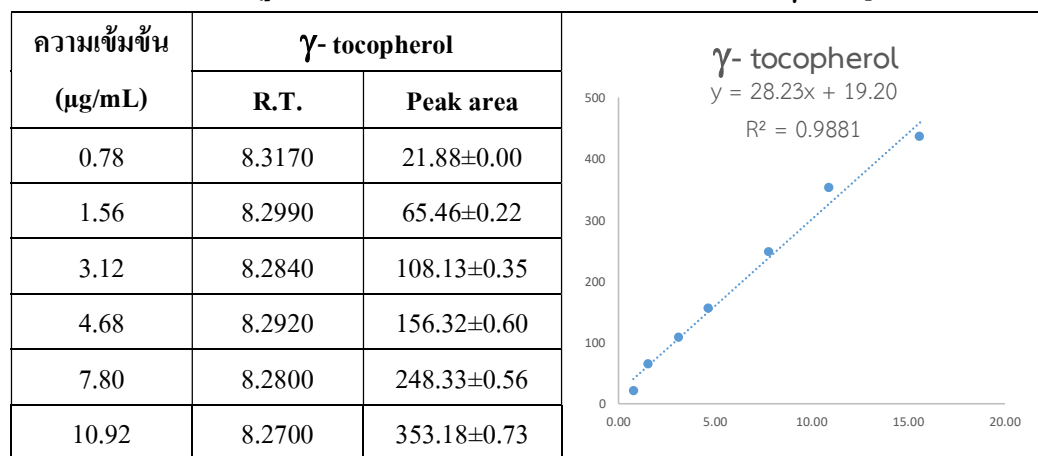
กราฟมาตรฐานของสารละลายวิตามินอี เดลตา-โทโคฟีรอล (δ -tocopherol) แกมมา-โทโคฟีรอล (γ -tocopherol) และ แอลฟา-โทโคฟีรอล (α -tocopherol) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.3 แสดงค่ารีเทนชันไทม์ (R.T.) และ Peak area ของแต่ละความเข้มข้น ดังนี้

ตารางที่ 4.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายวิตามินอี เดลตา-โทโคฟีรอล (δ -tocopherol)



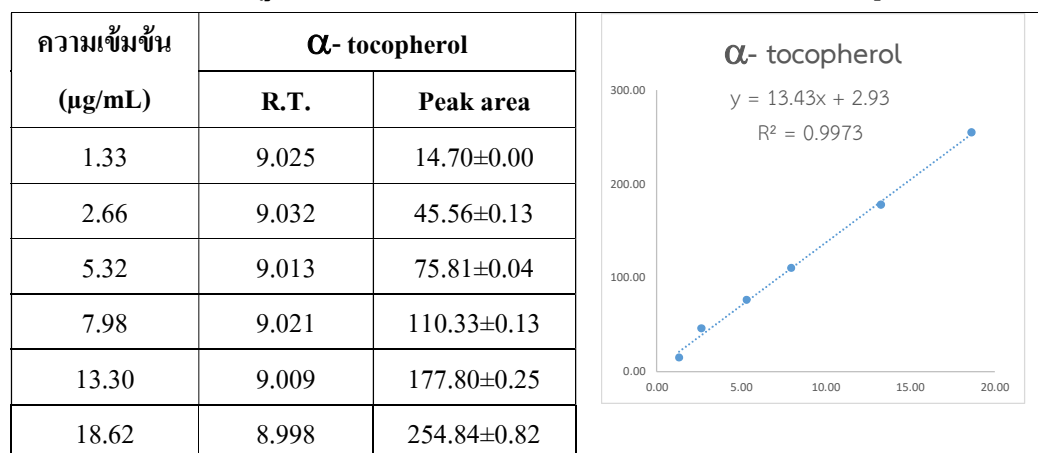
หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

ตารางที่ 4.2 กราฟมาตรฐานของสารละลายวิตามินอี แกมมา-โทโคฟีรอล (γ -tocopherol)



หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

ตารางที่ 4.3 กราฟมาตรฐานของสารละลายวิตามินอี แอลฟา-โทโคฟีรอล (α -tocopherol)



หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

จากการศึกษาความเป็นเส้นตรงของสารละลายมาตรฐานแต่ละชนิด พบว่ามีความเป็นเส้นตรง มีค่า $R^2 > 0.995$ ค่า LOD และค่า LOQ ของสารแต่ละชนิด แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่า Regression equation, LOD และ LOQ ของสารมาตรฐานวิตามินอี

วิตามินอี	Regression equation	R^2	LOD ($\mu\text{g/mL}$)	LOQ ($\mu\text{g/mL}$)
δ -tocopherol	$y = 31.09x + 37.92$	0.9860	2.09	6.95
γ -tocopherol	$y = 28.23x + 19.20$	0.9881	1.95	6.50
α -tocopherol	$y = 13.43x + 2.93$	0.9973	1.16	3.86

ผลการทดสอบวิตามินอี แสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่า ตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้วพบสาร γ -tocopherol และ α -tocopherol น้ำมันที่ใช้แล้วบำบัดด้วยถ่านกัมมันต์ที่เติมในตัวอย่างน้ำมัน มีผลทำให้ γ -tocopherol ลดลงจากเดิมเมื่อเทียบกับน้ำมันรำข้าวใหม่

ตารางที่ 4.5 ปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างน้ำมัน

น้ำมันตัวอย่าง	วิตามินอี		
	δ -tocopherol	γ -tocopherol	α -tocopherol
Ex. 0	nd	70.54 $\pm$ 0.40 ^a	117.14 $\pm$ 0.70 ^a
Ex. 1	nd	36.81 $\pm$ 0.56 ^b	117.23 $\pm$ 1.24 ^a

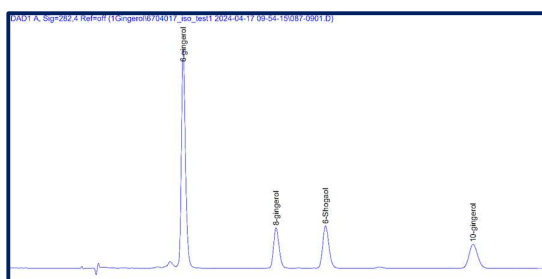
ตารางที่ 4.5 ปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างน้ำมัน (ต่อ)

น้ำมันตัวอย่าง	วิตามินอี		
	δ - tocopherol	γ -tocopherol	α - tocopherol
Ex. 2	nd	17.52 $\pm$ 0.19 ^c	52.92 $\pm$ 3.55 ^d
Ex. 3	nd	33.30 $\pm$ 0.09 ^d	111.48 $\pm$ 1.40 ^b
Ex. 4	nd	34.50 $\pm$ 1.04 ^c	111.44 $\pm$ 1.86 ^b
Ex. 5	nd	32.48 $\pm$ 0.17 ^d	100.49 $\pm$ 1.65 ^c

หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรที่เหมือนกันกำกับในแนวคอลัมน์บ่งชี้ว่า ค่าเฉลี่ยที่แสดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) และค่า nd (not detected) คือ ตรวจไม่พบ

4.1.3 ผลการวิเคราะห์สารจินเจอร์อลและโชกาออลในตัวอย่างน้ำมัน

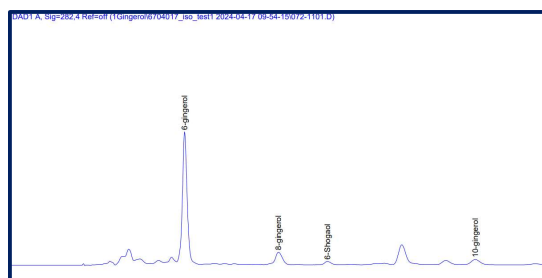
จากการฉีดสารละลายมาตรฐานผสม (mixed standard solution) ที่มีสาร 6-Gingerol, 8-Gingerol 6-Shogaol และ 10-Gingerol ด้วย HPLC-DAD พบว่าสารทั้ง 4 สามารถแยกออกจากกันโดยไม่มีสารตัวอื่นรบกวน โดยที่ค่ารีเทนชันไทม์มีค่าเท่ากับ 4.84, 7.41, 8.78 และ 12.85 นาที ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 4.9 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความจำเพาะเจาะจง ส่วนภาพที่ 4.9 – 4.14 เป็นโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex.0 – Ex.5 จากโครมาโทแกรมจะเห็นได้ว่า น้ำมันที่ผ่านการทอดจึงจะมีสารกลุ่มจินเจอร์อลและโชกาออล



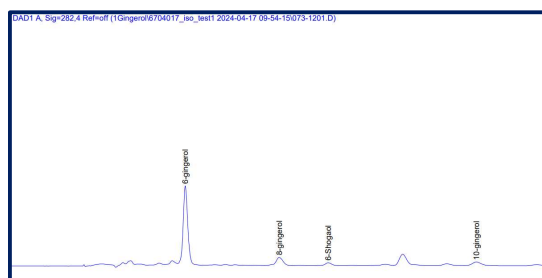
ภาพที่ 4.9 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานจินเจอร์อลและโชกาออล



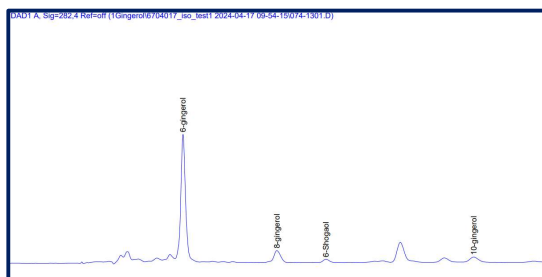
ภาพที่ 4.10 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 0



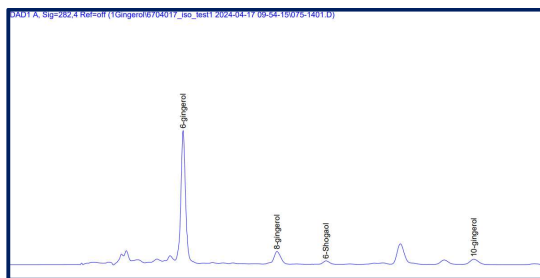
ภาพที่ 4.11 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 1



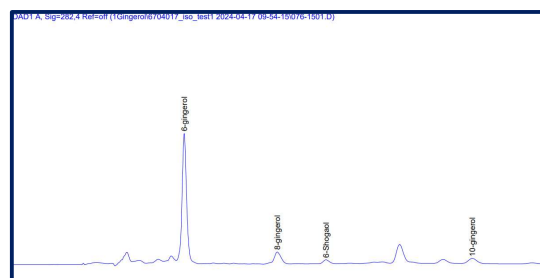
ภาพที่ 4.12 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 2



ภาพที่ 4.13 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 3



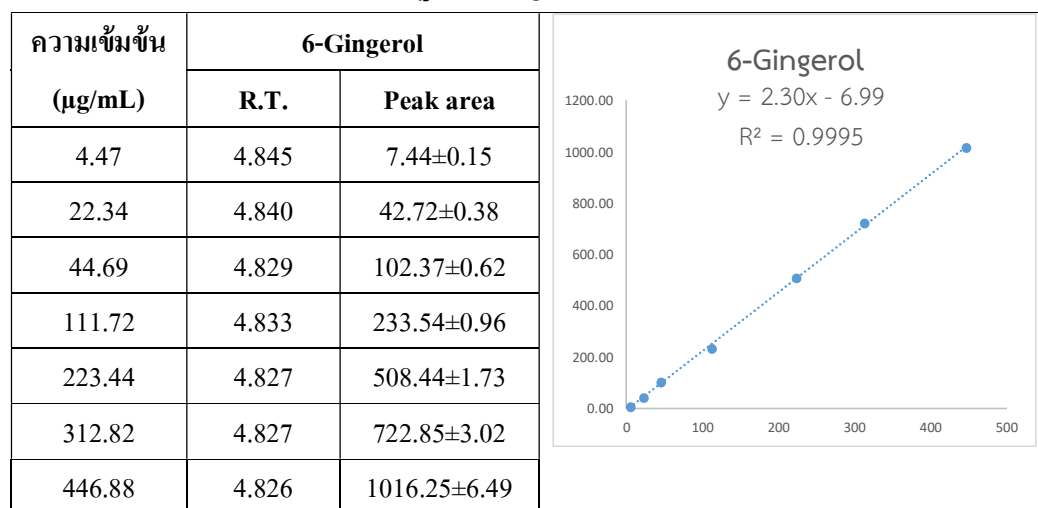
ภาพที่ 4.14 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 4



ภาพที่ 4.15 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 5

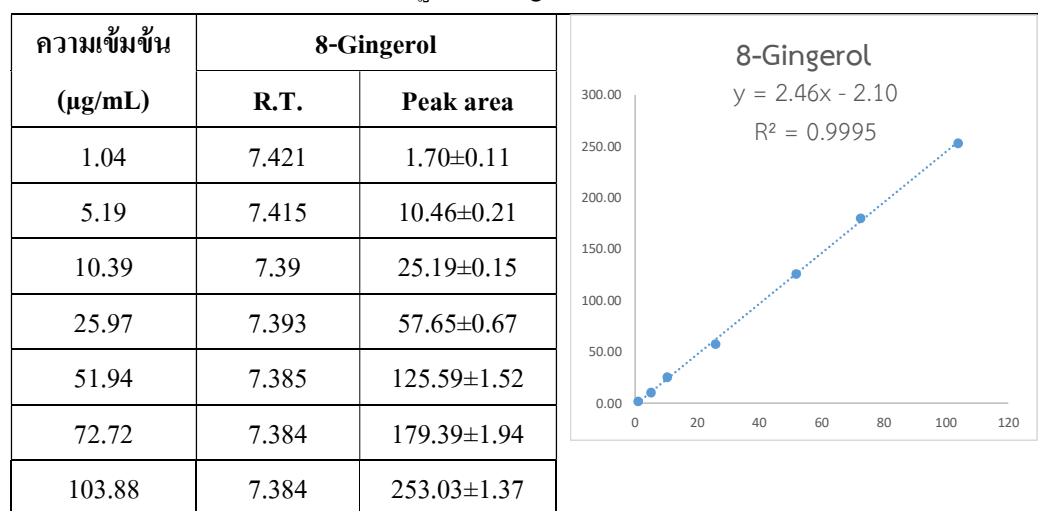
กราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแต่ละชนิด และพื้นที่ใต้พีค และกราฟมาตรฐานแสดงดังตารางที่ 4.6 ถึงตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.6 กราฟของสารละลายมาตรฐาน 6-Gingerol



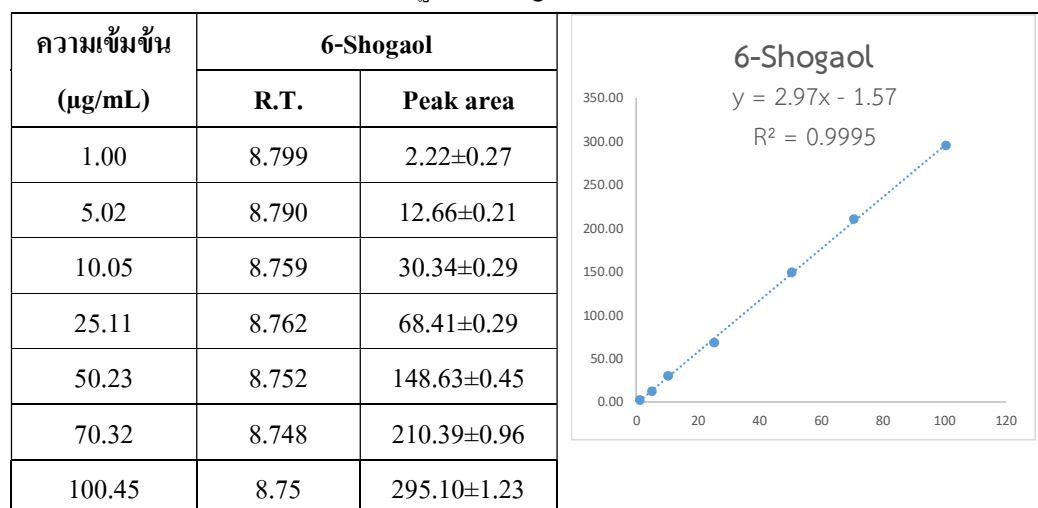
หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

ตารางที่ 4.7 กราฟของสารละลายมาตรฐาน 8-Gingerol



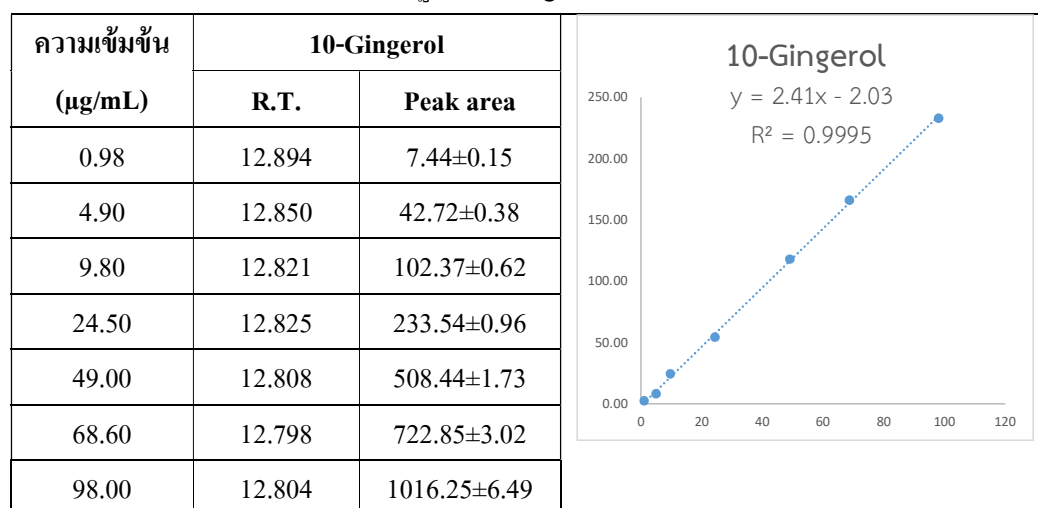
หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

ตารางที่ 4.8 กราฟของสารละลายมาตรฐาน 6-Shogaol



หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

ตารางที่ 4.9 กราฟของสารละลายมาตรฐาน 10-Gingerol



หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

จากการศึกษาความเป็นเส้นตรงของสารละลายมาตรฐานแต่ละชนิด พบว่า มีความเป็นเส้นตรง มีค่า $R^2 > 0.995$ ค่า LOD และค่า LOQ ของสารแต่ละชนิด แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่า Regression equation, LOD และ LOQ ของสารกลุ่มจินเจอร์อล

วิตามินอี	Regression equation	R^2	LOD ($\mu\text{g/mL}$)	LOQ ($\mu\text{g/mL}$)
6-Gingerol	$y = 2.30x - 6.99$	0.9995	12.56	41.87
8-Gingerol	$y = 2.46x - 2.10$	0.9995	2.91	9.70
6-Shogaol	$y = 2.97x - 1.57$	0.9995	2.86	9.55
10-Gingerol	$y = 2.41x - 2.03$	0.9995	3.15	10.49

จากการศึกษาผลวิเคราะห์ปริมาณสารจินเจอร์อลและโชกาออล พบว่า สารละลายตัวอย่างน้ำมันที่ผ่านการทอดจึงจะมีปริมาณ 6-Gingerol มากที่สุดแต่ถ้าน้ำมันไปบำบัดด้วยถ่านและถ่านกัมมันต์ พบว่าปริมาณสารจินเจอร์อลจะหายไป ส่วนโชกาออลจะหายไปเล็กน้อย ผลแสดงดังตารางที่ 4.11

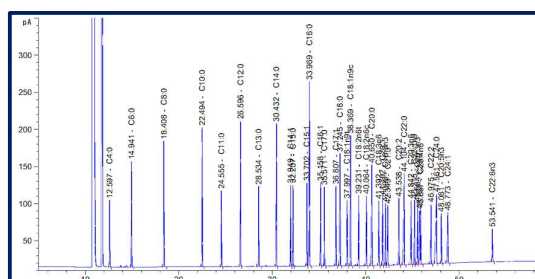
ตารางที่ 4.11 ปริมาณสารกลุ่มจินเจอร์อลและโชกาออลในตัวอย่างน้ำมัน

น้ำมัน	6-Gingerol (mg/100g)	8-Gingerol (mg/100g)	6-Shogaol (mg/100g)	10-Gingerol (mg/100g)
Ex.0	nd	nd	nd	nd
Ex.1	618.96±9.27 ^a	83.29±0.50 ^a	16.97±0.10 ^b	44.28±0.55 ^a
Ex.2	362.62±3.32 ^d	54.63±0.33 ^d	15.08±0.33 ^c	32.12±0.55 ^b
Ex.3	582.73±1.70 ^c	79.04±1.35 ^c	17.09±0.10 ^b	42.81±1.20 ^a
Ex.4	597.22±1.74 ^b	81.17±1.19 ^b	17.04±0.16 ^b	43.51±0.68 ^a
Ex.5	590.04±5.28 ^{bc}	79.00±0.42 ^c	19.56±0.13 ^a	44.12±0.80 ^a

หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรที่เหมือนกันกำกับในแนวนอนบ่งชี้ว่า ค่าเฉลี่ยที่แสดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และค่า nd (not detected) คือ ตรวจไม่พบ

4.1.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมัน

จากการศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันรำข้าวใหม่ (Ex.0) และน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอดและการบำบัด (Ex.1 – Ex.5) ซึ่งวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID ผลการวิเคราะห์นำไปเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดไขมัน Supelco 37-Component FAME แสดงโครมาโทแกรมดังภาพที่ 4.16 และผลการทดสอบสารมาตรฐานกรดไขมันแสดงดังตารางที่ 4.12



ภาพที่ 4.16 โครมาโทแกรมสารมาตรฐานองค์ประกอบของกรดไขมันทั้งหมด 37 ชนิด

ตารางที่ 4.12 องค์ประกอบกรดไขมัน

SN	ชนิดกรดไขมัน	กลุ่มกรดไขมัน	R.T.	รหัส	พื้นที่ใต้พีค
1	C4:0-Butyric acid	SAFA	6.519	C4:0	1.69614
2	C6:0-Caproic acid	SAFA	6.913	C6:0	3.13618
3	C8:0-Caprylic acid	SAFA	7.606	C8:0	3.22269
4	C10:0-Capric acid	SAFA	8.706	C10:0	3.3805
5	C11:0-Undecanoic acid	SAFA	9.424	C11:0	1.84709
6	C12:0-Lauric acid	SAFA	10.264	C12:0	3.94123
7	C13:0-Triundecanoic acid	SAFA	11.242	C13:0	2.06048
8	C14:0-Myristic acid	SAFA	12.394	C14:0	4.32965
9	C14:1- Myristoleic acid	MUFA	13.479	C14:1	2.13117
10	C15:0-Pentadecanoic acid	SAFA	13.771	C15:0	2.23474
11	C15:1-cis-10- Pentadecanoic acid	MUFA	15.103	C15:1	2.15963
12	C16:0-Palmitic acid	SAFA	15.456	C16:0	6.3978
13	C16:1-Palitoleic acid	MUFA	16.810	C16:1	2.24513
14	C17:0-Heptadecanoic acid	SAFA	17.488	C17:0	1.56535
15	C17:1-cis-Heptadecenoic	MUFA	18.882	C17:1	2.21837
16	C18:0-Stearic acid	SAFA	19.553	C18:0	4.69103
17	C18:1-trans-9-Elaidic acid	TFA	20.384	C18:1n9t	2.28174
18	C18:1 (n-9)-Oleic acid	MUFA/ Ω 9FA	20.723	C18:1n9c	4.5848
19	C18:2-trans-Linolelaidic acid	TFA	21.617	C18:2n6t	2.10519
20	C18:2 (n6)-Linoleic acid	PUFA	22.423	C18:2n6c	2.09427
21	C20:0- Arachidonic acid	SAFA	23.401	C20:0	4.68651
22	C18:3 (n-6)-g-Linoleic acid	PUFA/ Ω 6FA	23.601	C18:3n6	1.91131
23	C18:3 (n-3)-a-Linoleic acid	PUFA/ Ω 3FA	24.314	C18:3n3	1.84683
24	C20:1 (n-9)-cis-11 –Eicosenic acid	MUFA	24.458	C20:1	2.3618
25	C21:0-Heneicosanoic acid	SAFA	25.262	C21:0	2.36044

ตารางที่ 4.12 องค์ประกอบกรดไขมัน (ต่อ)

SN	ชนิดกรดไขมัน	กลุ่มกรดไขมัน	R.T.	รหัส	พื้นที่ใต้พีค
26	C20:2-cis-11, 14-Eicosatrienoic acid	PUFA	26.203	C20:2	2.07894
27	C22:0-Behenic acid	SAFA	27.281	C22:0	4.67455
28	C22:3n6-cis-8, 11, 14-Eicosatrienoic acid	PUFA/ Ω 6FA	27.548	C20:3n6	1.69522
29	C20:3n3-cis-11, 14, 17-Eicosatrienoic acid	PUFA/ Ω 3FA	28.407	C20:3n3	1.38465
30	C22:1 (n-9)-Erucic acid	MUFA/ Ω 9FA	28.553	C20:1n9	2.32792
31	C20:4 (n-6)-Arachidonic acid	PUFA/ Ω 6FA	28.591	C20:4n6	1.74384
32	C23:0-Tricosanoic acid	SAFA	29.504	C23:0	2.46567
33	C22:2-cis-13, 16-Docosadienoic acid	PUFA	30.705	C22:2	2.114
34	C20:5 (n-3)-cis-5, 8, 11, 14, 17-EPA	PUFA/ Ω 3FA	31.251	C20:5n3	1.53761
35	C24:0-Lignoceric acid	SAFA	23.030	C24:0	4.75565
36	C24:1-Nervonic acid	MUFA	33.684	C24:1	2.14213
37	C22:6 (n-3)-cis-4, 7, 10, 13, 16, 19-DHA	PUFA	37.833	C22:6n3	1.58971

หมายเหตุ SAFA (Saturated fatty acids) หมายถึง กรดไขมันอิ่มตัว

MUFA (Monounsaturated fatty acids) หมายถึง กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว

TFA (Trans Fatty Acid) หมายถึง ไขมันทรานส์

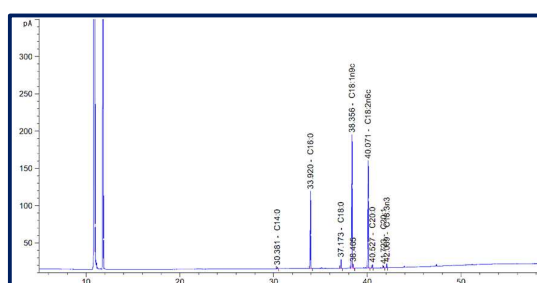
PUFA (Polyunsaturated fatty acids) หมายถึง กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน

Ω 3FA (Omega-3 fatty acid) หมายถึง กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน โอเมกา 3

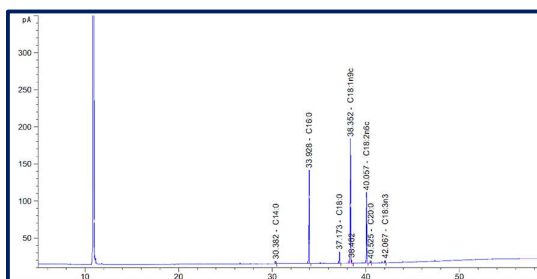
Ω 6FA (Omega-6 fatty acid) หมายถึง กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน โอเมกา 6

Ω 9FA (Omega-9 fatty acid) หมายถึง กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว โอเมกา 9

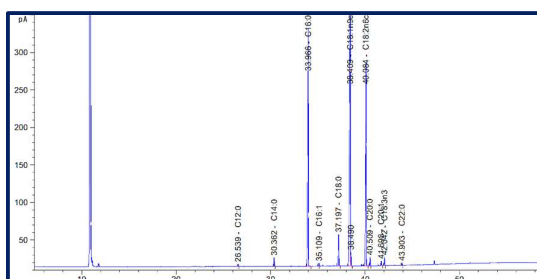
จากการวิเคราะห์พบองค์ประกอบกรดไขมันในน้ำมันรำข้าวใหม่และน้ำมันที่ใช้แล้วในตัวอย่างการบำบัดแบบต่าง ๆ แสดงดังโครมาโทแกรมดังภาพที่ 4.17 – 4.22 ซึ่งจะประกอบด้วย กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids: SFAs) 4 ชนิด คือ C14:0-Myristic acid, C16:0-Palmitic acid, C18:0-Stearic acid กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acids: MUFAs) 2 ชนิด คือ C18:1 (n-9)-Oleic acid (Ω 9FA), C20:1 (n-9)-cis-11-Eicosenic acid และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids: PUFAs) 2 ชนิด คือ C18:2 (n-6)-Linoleic acid (Ω 6FA) และ C18:3 (n-3)- α -Linolenic acid (ALA) (Ω 3FA) แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 4.13



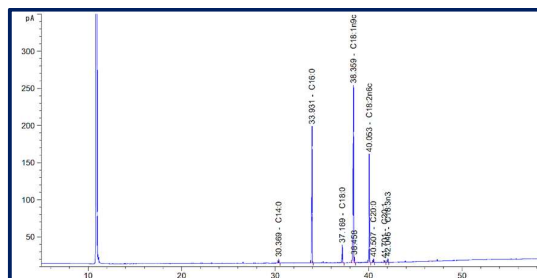
ภาพที่ 4.17 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 0



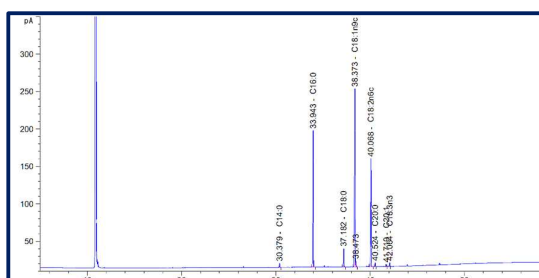
ภาพที่ 4.18 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 1



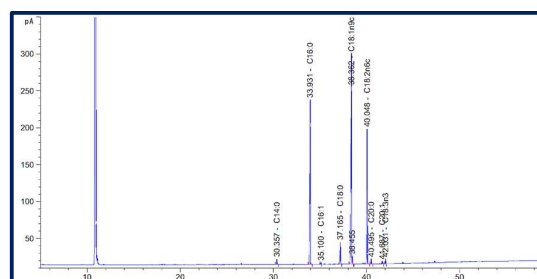
ภาพที่ 4.19 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 2



ภาพที่ 4.20 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 3



ภาพที่ 4.21 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 4



ภาพที่ 4.22 โครมาโทแกรมองค์ประกอบกรดไขมันของตัวอย่างน้ำมัน Ex. 5

ตารางที่ 4.13 องค์ประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมัน

กรดไขมัน (Fatty Acids)	Ex.0	Ex.1	Ex.2	Ex.3	Ex.4	Ex.5
กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids: SFAs)						
C14:0-Myristic acid	0.38±0.01 ^c	0.66±0.01 ^a	0.62±0.00 ^d	0.65±0.01 ^b	0.63±0.00 ^c	0.64±0.00 ^b
C16:0-Palmitic acid	19.27±0.02 ^e	27.85±0.02 ^a	27.73±0.02 ^{bc}	27.72±0.02 ^{cd}	27.70±0.02 ^d	27.74±0.01 ^b
C18:0-Stearic acid	2.16±0.02 ^c	3.13±0.01 ^b	3.17±0.00 ^a	3.13±0.0 ^b	3.17±0.02 ^a	3.14±0.00 ^b
C20:0-Arachidic acid	0.84±0.01 ^a	0.62±0.01 ^c	0.63±0.00 ^{bc}	0.63±0.01 ^{bc}	0.64±0.01 ^b	0.63±0.00 ^{bc}
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acids: MUFAs)						
C18:1 (n-9)-Oleic acid (Ω 9FA)	42.27±0.02 ^e	43.57±0.01 ^c	43.95±0.01 ^a	43.51±0.03 ^d	43.66±0.01 ^b	43.54±0.02 ^{cd}
C20:1 (n-9)-cis-11-Eicosenic acid	0.50±0.06 ^a	nd	nd	0.33±0.06 ^b	0.33±0.05 ^b	0.35±0.04 ^b
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids: PUFAs)						
C18:2 (n-6)-Linoleic acid (Ω 6FA)	33.35±0.03 ^a	23.32±0.01 ^b	23.10±0.01 ^c	23.23±0.01 ^c	23.08±0.01 ^c	23.14±0.01 ^d
C18:3 (n-3)- α -Linolenic acid (ALA) (Ω 3FA)	1.25±0.00 ^a	0.84±0.01 ^b	0.79±0.01 ^c	0.81±0.01 ^c	0.80±0.00 ^{de}	0.81±0.00 ^{cd}
Total : SFAs	22.64±0.01 ^d	32.27±0.01 ^a	32.15±0.01 ^b	32.12±0.01 ^c	32.13±0.03 ^{bc}	32.15±0.01 ^b
Total : MUFAs	42.77±0.04 ^e	43.57±0.01 ^d	43.96±0.00 ^a	43.84±0.03 ^c	43.99±0.03 ^a	43.89±0.02 ^b
Total : PUFAs	34.60±0.03 ^a	24.16±0.02 ^b	23.89±0.00 ^c	24.04±0.01 ^c	23.88±0.00 ^c	23.95±0.01 ^d

หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรที่เหมือนกันกำกับใน

แนวคอลัมน์บ่งชี้ว่า ค่าเฉลี่ยที่แสดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) และ

ค่า nd (not detected) คือ ตรวจไม่พบ

จากองค์ประกอบกรดไขมันได้นำค่าที่ใช้ได้ในการคำนวณค่าซาฟอนิฟิเคชัน (Saponification number) ค่าที่แสดงถึงปริมาณของกรดไขมันที่อยู่ในน้ำมัน และคำนวณหาค่าไอโอดีน (Iodine Value) คือ ค่าที่แสดงจำนวนกรัมของไอโอดีนที่ทำปฏิกิริยาเฮโลจีเนชัน (halogenation) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นกับพันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมัน แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่า Saponification number และค่า Iodine Value ในตัวอย่างน้ำมัน

ตัวอย่างน้ำมัน	Saponification number (mg KOH/g oli)	Iodine Value (g I ₂ /100g oil)
Ex.0	202.1987±0.01 ^a	103.83±0.02 ^a
Ex.1	202.1987±0.01 ^a	85.05±0.03 ^b
Ex.2	202.1987±0.01 ^a	85.05±0.03 ^b
Ex.3	202.1987±0.01 ^a	85.05±0.00 ^b
Ex.4	202.1987±0.01 ^a	85.05±0.00 ^b
Ex.5	202.1987±0.01 ^a	84.93±0.00 ^c

หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรที่เหมือนกันกำกับใน

แนวคอลัมน์บ่งชี้ว่า ค่าเฉลี่ยที่แสดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และ

ค่า nd (not detected) คือ ตรวจไม่พบ

4.1.5 ผลการวิเคราะห์ค่าของกรดและค่ากรดไขมันอิสระในตัวอย่างน้ำมัน

การวิเคราะห์ค่ากรด (Acid value) และค่ากรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ของน้ำมันรำข้าวใหม่ (Ex.0) และน้ำมันที่ใช้แล้วที่ผ่านการบำบัด (Ex.1 – Ex.5) แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 4.15 จากการทดลองจะพบว่า น้ำมันผ่านการทอดมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับน้ำมันใหม่ แสดงให้เห็นว่าสารสำคัญที่อยู่ในจึงมีส่วนช่วยในการลดค่าความเป็นกรดและค่ากรดไขมันอิสระได้ สามารถที่จะชะลอความเสื่อมสภาพและการเกิดกลิ่นหืนได้

ตารางที่ 4.15 ค่าของกรดและค่ากรดไขมันอิสระในตัวอย่างน้ำมัน

น้ำมัน	Acid value	FFA (lauric) (%)	FFA (oleic) (%)	FFA (palmitic) (%)
Ex.0	0.78±0.06 ^a	0.28±0.02 ^a	0.39±0.03 ^a	0.36±0.03 ^a
Ex.1	0.54±0.04 ^b	0.19±0.02 ^b	0.27±0.02 ^b	0.25±0.02 ^b
Ex.2	0.61±0.04 ^b	0.22±0.02 ^b	0.30±0.02 ^b	0.28±0.02 ^b
Ex.3	0.61±0.04 ^b	0.22±0.02 ^b	0.30±0.02 ^b	0.28±0.02 ^b
Ex.4	0.43±0.04 ^c	0.15±0.02 ^c	0.22±0.02 ^c	0.20±0.02 ^c
Ex.5	0.54±0.07 ^b	0.19±0.03 ^b	0.27±0.04 ^b	0.25±0.03 ^b

หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรที่เหมือนกันกำกับในแนวคอลัมน์บ่งชี้ว่า ค่าเฉลี่ยที่แสดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

4.1.5 ผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ในตัวอย่างน้ำมัน

ผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) แสดงค่าผลการทดลองดังตารางที่ 4.16 จะเห็นได้ว่าน้ำมันรำข้าวใหม่จะมีค่าเปอร์ออกไซด์ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ.2524) หรือตาม มอก.47-2533. ได้กำหนดไว้ จากผลการทดสอบน้ำมันที่ผ่านการทอดจึงพบค่า PV เพิ่มขึ้น แต่ไม่เกิน 10 mgQEperoxide/Kg แต่ถ้าเอาตัวอย่างไปแช่ด้วยถ่านหรือถ่านกัมมันต์ (Ex.2 – Ex.5) พบว่าค่า PV สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน สาเหตุเนื่องจากการสัมผัสกับออกซิเจนในระหว่างที่ทำการทดลอง

ตารางที่ 4.16 ค่าเปอร์ออกไซด์ในตัวอย่างน้ำมัน

ตัวอย่างน้ำมัน	ค่าเปอร์ออกไซด์ (mgQEperoxide/Kg)
Ex.0	7.40±0.31 ^d
Ex.1	9.00±0.50 ^c
Ex.2	10.20±0.30 ^b
Ex.3	10.91±0.20 ^a
Ex.4	11.17±0.31 ^a
Ex.5	10.86±0.30 ^a

หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) ตัวอักษรที่เหมือนกันกำกับในแนวคอลัมน์บ่งชี้ว่า ค่าเฉลี่ยที่แสดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

4.2 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง

4.2.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นและค่าความหนืดในตัวอย่างน้ำมัน

การวิเคราะห์หาความหนาแน่นในน้ำมัน โดยทำการเทน้ำมันลงในกระบอกตวงปริมาตร 10 มิลลิลิตร แช่ในตู้เย็นจนอุณหภูมิ ที่ 20 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก และจดบันทึกผล แล้วนำมาคำนวณได้ค่าดังตารางที่ 4.16 และได้ทำการวิเคราะห์หาความหนืดในน้ำมัน โดยทำการเทน้ำมันลงใน Glass Viscometer ที่อุณหภูมิ 40±5 องศาเซลเซียส สังเกตการไหลของน้ำมัน จดบันทึกเวลา แล้วนำมาคำนวณได้ค่าดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ค่าความหนาแน่นและค่าความหนืดในตัวอย่างน้ำมัน

ตัวอย่างน้ำมัน	ค่าความหนาแน่น (g/cm^3)	ค่าความหนืด (cSt/s)
Ex.0	0.9097 ± 0.0018^a	37.3633 ± 0.049^d
Ex.1	0.9103 ± 0.0036^a	40.1467 ± 0.060^c
Ex.2	0.9084 ± 0.0010^a	40.6600 ± 0.16^b
Ex.3	0.9059 ± 0.0044^a	35.7167 ± 0.051
Ex.4	0.9094 ± 0.0024^a	35.9033 ± 0.055^c
Ex.5	0.9081 ± 0.0019^a	46.2633 ± 0.076^a

หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n=3$) ตัวอักษรที่เหมือนกันกำกับในแนวคอลัมน์บ่งชี้ว่า ค่าเฉลี่ยที่แสดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

4.2.1 ผลการวัดค่าสีในตัวอย่างน้ำมัน

หน่วยวัดสีแสดงสัญลักษณ์ $L^*a^*b^*$ โดยทั้ง 3 ตัวแปร มีรายละเอียด ดังนี้ แกน L^* บ่งบอกถึง ความสว่าง (lightness) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว แกน a^* คือ แกนสีจากสีเขียว ($-a^*$) จนถึงสีแดง ($+a^*$) แกน b^* คือ แกนสีจากสีน้ำเงิน ($-b^*$) จนถึงสีเหลือง ($+b^*$) ผลการศึกษาพบว่าสีของน้ำมันที่ผ่านการทอดแล้วจะมีสีเหลืองเข้มขึ้นออกแดง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันรำข้าวที่ยังไม่ผ่านการทอด นั่นก็คือน้ำมันที่ทอดแล้วจะมีค่า L^* ลดลง ค่า a^* และ b^* เพิ่มขึ้น แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 4.18

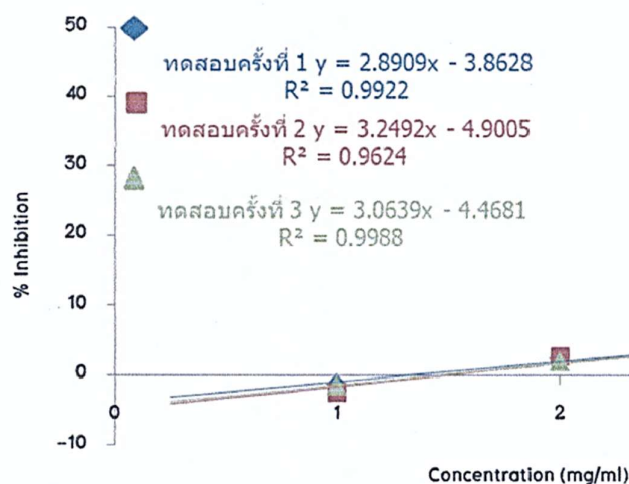
ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบค่าสีของน้ำมันรำข้าวใหม่และน้ำมันรำข้าวที่ใช้แล้วผ่านวิธีการต่าง ๆ

ตัวอย่างน้ำมัน	L^*	a^*	b^*
Ex.0	62.62 ± 0.43^a	-4.49 ± 0.03^c	36.43 ± 0.34^f
Ex.1	49.70 ± 0.40^d	8.78 ± 0.10^a	61.57 ± 0.24^c
Ex.2	51.08 ± 0.15^b	8.39 ± 0.0^b	63.83 ± 0.06^d
Ex.3	50.67 ± 0.39^{bc}	8.48 ± 0.08^b	65.56 ± 0.47^b
Ex.4	49.82 ± 0.32^{cd}	7.82 ± 0.05^c	66.36 ± 0.12^a
Ex.5	50.66 ± 0.84^{bc}	6.96 ± 0.06^d	64.78 ± 0.12^c

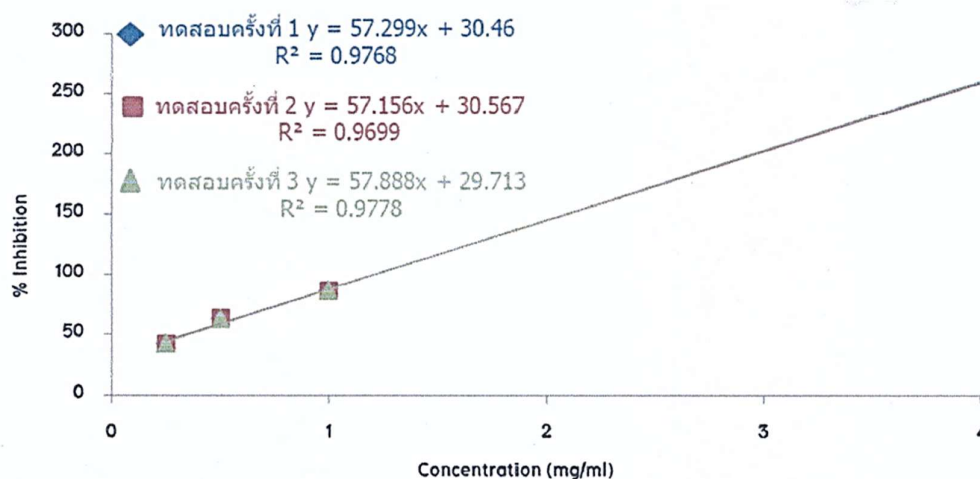
หมายเหตุ ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n=3$) ตัวอักษรที่เหมือนกันกำกับในแนวคอลัมน์บ่งชี้ว่า ค่าเฉลี่ยที่แสดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และค่า nd (not detected) คือ ตรวจไม่พบ

4.3 การทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบในหลอดทดลอง

การทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบในหลอดทดลองจากน้ำมันจิงที่ใช้แล้ว (Ex.1) พบว่า น้ำมันจิงที่ใช้แล้ว มีความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการสลายตัวของอัลบูมิน ได้ 50% (IC_{50} : mg/ml) เท่ากับ 17.77 ± 0.87 diclofenac diethylammonium มีความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการสลายตัวของอัลบูมิน ได้ 50% (IC_{50} : mg/ml) เท่ากับ 0.34 ± 0.01 ดังนั้น น้ำมันจิงที่ใช้แล้วมีฤทธิ์ด้านการอักเสบในหลอดทดลองเป็น 0.02 เท่าของ diclofenac diethylammonium (ยาด้านการอักเสบ) (Chandra S. et al. 2012, 178-180)



ภาพที่ 4.23 เปรียบเทียบการยับยั้งการสลายตัวของอัลบูมินและความเข้มข้นของน้ำมันจิงที่ใช้แล้ว (Ex.1)



ภาพที่ 4.24 เปรียบเทียบการยับยั้งการสลายตัวของอัลบูมินและความเข้มข้นของ diclofenac diethylammonium

4.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง โดยใช้น้ำมันขิงที่ใช้แล้ว (Ex.1) เนื่องจาก พบสาร 6-gingerol ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยลดอาการอักเสบและลดอาการปวด โดยเฉพาะอาการปวดกล้ามเนื้อ สามารถพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์น้ำมันขิงและครีมขิง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.4.1 น้ำมันขิง ประกอบด้วย น้ำมันขิงที่ใช้แล้ว 32.5% น้ำมันระกำ 18% เกล็ดสะระแห่น 13% น้ำมันหอมระเหยเปปเปอร์มินต์ 12% น้ำมันยูคาลิปตัส 12% การบูร 6% พิมเสน 6% และวิตามินอี 0.5% ดังภาพ



ภาพที่ 4.25 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันขิง

4.4.2 ครีมขิง ประกอบด้วย Water 71.1%, น้ำมันขิง 15%, Propylene Glycol 10%, Glycerin 1%, Portulaca 1%, Phenoxyethanol 1%, Sodium Polyacrylate (and) Dicaprylyl Carbonate (and) Polyglyceryl-3 Caprate 0.8%, Disodium EDTA 0.1% ดังภาพ



ภาพที่ 4.26 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบครีมขิง

4.5 การถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี

การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันจิงและครีมจิงให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยมีผู้เข้ารับการถ่ายทอดความรู้ จำนวน 20 คน ณ ที่ทำการวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพที่ 4.27 การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันจิงและครีมจิง

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพืชของวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาข่า อำเภอห่มเกล้า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจ หมุนเวียน เพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของเศรษฐกิจฐานราก สามารถสรุป อภิปราย และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพืช สรุปผลการวิเคราะห์ ดังนี้

5.1.1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างน้ำมัน พบว่า ตัวอย่างน้ำมันที่ใช้ แล้ว Ex.1-Ex.5 พบสาร γ -tocopherol และ α -tocopherol และน้ำมันที่ใช้แล้วบำบัดด้วยถ่าน กัมมันต์ที่เติมในตัวอย่างมีผลทำให้ γ -tocopherol ลดลงจากเดิมเมื่อเทียบกับน้ำมันรำข้าวใหม่

5.1.1.2 ผลการวิเคราะห์สารจินเจอร์อลและโชกาออลในตัวอย่างน้ำมัน พบว่า สารละลายตัวอย่างน้ำมันที่ผ่านการทอดจึงจะมีปริมาณ 6-Gingerol มากที่สุด แต่ถ้านำน้ำมันไป บำบัดด้วยถ่านและถ่านกัมมันต์ พบว่า ปริมาณสารจินเจอร์อลจะหายไป ส่วนโชกาออลจะหายไป เล็กน้อย

5.1.1.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมัน พบว่า องค์ประกอบ กรดไขมันในน้ำมันรำข้าวใหม่และน้ำมันที่ใช้แล้วในตัวอย่างการบำบัดแบบต่าง ๆ ประกอบด้วย กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids: SFAs) 4 ชนิด คือ C14:0-Myristic acid, C16:0-Palmitic acid, C18:0-Stearic acid กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acids: MUFAs) 2 ชนิด คือ C18:1 (n-9)-Oleic acid (Ω 9FA), C20:1 (n-9)-cis-11-Eicosenic acid และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids: PUFAs) 2 ชนิด คือ C18:2 (n-6)-Linoleic acid (Ω 6FA) และ C18:3 (n-3)- α -Linolenic acid (ALA) (Ω 3FA)

5.1.1.4 ผลการวิเคราะห์ค่าของกรดและค่ากรดไขมันอิสระในตัวอย่างน้ำมัน พบว่า น้ำมันผ่านการทอดมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับน้ำมันใหม่ แสดงให้เห็นว่าสารสำคัญที่อยู่ในจึงมีส่วน ช่วยในการลดค่าความเป็นกรดและค่ากรดไขมันอิสระได้ สามารถที่จะชะลอความเสื่อมสภาพและ การเกิดกลิ่นหืนได้

5.1.1.5 ผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ในตัวอย่างน้ำมัน พบว่า น้ำมันรำข้าวใหม่จะมีค่าเปอร์ออกไซด์ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ.2524) หรือตาม มอก.47-2533. ได้กำหนดไว้ จากผลการทดสอบน้ำมันที่ผ่านการทอดจึงพบค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น แต่ไม่เกิน 10 mgQEperoxide/Kg แต่ถ้าเอาตัวอย่างไปแช่ด้วยถ่านหรือถ่านกัมมันต์ (Ex.2 – Ex.5) พบว่า ค่าเปอร์ออกไซด์สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน สาเหตุเนื่องจากการสัมผัสกับออกซิเจนในระหว่างที่ทำการทดลอง

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง

5.1.2.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นและค่าความหนืดในตัวอย่างน้ำมัน พบว่า ค่าความหนาแน่นและค่าความหนืดในตัวอย่างน้ำมันมีค่าเฉลี่ยที่แสดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

5.1.2.2 ผลการวัดค่าสีในตัวอย่างน้ำมัน พบว่า สีของน้ำมันที่ผ่านการทอดแล้วจะมีสีเหลืองเข้มขึ้นออกแดง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันรำข้าวที่ยังไม่ผ่านการทอด นั่นก็คือน้ำมันที่ทอดแล้วจะมีค่า L* ลดลง ค่า a* และ b* เพิ่มขึ้น

5.1.3 การทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบในหลอดทดลอง พบว่า น้ำมันขิงที่ใช้แล้วมีฤทธิ์ด้านการอักเสบในหลอดทดลองเป็น 0.02 เท่าของ diclofenac diethylammonium

5.1.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง พบว่า ผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันขิง และครีมขิง มีคุณสมบัติช่วยลดอาการอักเสบและลดอาการปวด เนื่องจากพบสาร 6-gingerol เป็นองค์ประกอบ

5.1.5 การถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี การถ่ายทอดความรู้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันขิงและครีมขิงให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอห่มเกล้า จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยมีผู้เข้ารับการถ่ายทอดความรู้ จำนวน 20 คน ณ ที่ทำการวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอห่มเกล้า จังหวัดเพชรบูรณ์

5.2 อภิปรายผล

การสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิงของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอห่มเกล้า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของเศรษฐกิจฐานราก เป็นการนำน้ำมันรำข้าวที่ใช้ทอดจึงมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำมัน เพื่อนำน้ำมันที่ใช้แล้วไปใช้ประโยชน์ ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิง พบวิตามินอีใน

น้ำมันที่ใช้แล้ว โดยพบสาร γ -tocopherol และ α -tocopherol และน้ำมันที่ใช้แล้วเดิมด้วยถ่านกัมมันต์มีผลทำให้ γ -tocopherol ลดลงจากเดิมเมื่อเทียบกับน้ำมันรำข้าว และพบค่าเปอร์ออกไซด์ที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยงของน้ำมันและไขมันจากน้ำมันที่ใช้แล้วมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นแต่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จิราภรณ์ ทองตัน และวรพงศ์ ภู่งศ์ (2560, 43-56) ซึ่งพบว่า น้ำมันที่ใช้ทอดซ้ำจะมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น ตลอดจนน้ำมันที่ใช้แล้วไม่เกิดกลิ่นหืน เนื่องจากสารสำคัญที่อยู่ในขิง กลุ่มวิตามินอีธรรมชาติช่วยลดค่าความเป็นกรดและค่ากรดไขมันอิสระได้ ช่วยลดความเสี่ยงและการเกิดกลิ่นหืน นอกจากนี้ยังพบสารจินเจอร์อลและโชกาออลในตัวอย่างน้ำมันที่ใช้แล้ว โดยพบสาร 6-Gingerol, 8-Gingerol, 6-Shogaol และ 10-Gingerol ซึ่งพบปริมาณ 6-Gingerol มากที่สุด และเมื่อนำน้ำมันที่ใช้แล้วไปทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบในหลอดทดลอง พบว่า น้ำมันขิงที่ใช้แล้วมีฤทธิ์ด้านการอักเสบในหลอดทดลองเป็น 0.02 เท่าของ diclofenac diethylammonium เช่นเดียวกับสารสำคัญจากขิง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปุณยุช อมรดลใจ (2559 : 13-22), Shaopeng Wang et al. (2014 : 1027-1030) พบว่า จินเจอร์อลและโชกาออลที่พบในขิง มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาสามารถลดการอักเสบ (anti-inflammatory) และลดอาการปวด (analgesic) เหมือนยา NASIDs ทำให้ขิงมีคุณสมบัติด้านการอักเสบได้ดีและมีผลข้างเคียงน้อยกว่า NSAIDs (Dugasani et al, 2009 : 515-520)

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า การทอดขิงด้วยน้ำมันรำข้าว มีลักษณะคล้ายคลึงกับวิธีการเตรียมตำรับยาตามภูมิปัญญาไทยที่สืบทอดต่อกันมา โดยเรียกว่า การหุงด้วยน้ำมัน หรือ การทอดสมุนไพรด้วยน้ำมัน และปัจจุบันมีการใช้วิธีเตรียมยาซึ่งปรากฏในบัญชียาจากสมุนไพร หลายตำรับ เช่น ยา น้ำมันไพล ตำรับยาขี้ผึ้งไพล ที่ใช้วิธีการทอดไพลกับน้ำมันพืชในสัดส่วนน้ำหนัก 2 ต่อ 1 ยาตำรับดังกล่าวมีสรรพคุณ บรรเทาอาการปวดเมื่อย (บัญชียาหลักแห่งชาติ, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับ นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ (2555) พบว่า น้ำมันที่ได้จากการทอดไพลจะประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยและสารที่มีโมเลกุลใหญ่และไม่ระเหย (สารกลุ่ม arylbutanoids, curcuminoids, และ cyclohexene derivatives) เป็นกลุ่มสารที่มีผลการวิจัยพบว่า มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและแก้ปวดในสัตว์ทดลอง โดยมีกลไกการออกฤทธิ์เช่นเดียวกับยาในกลุ่ม NSAIDs ดังนั้น การนำน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ขิงมาใช้ประโยชน์ เนื่องจากพบปริมาณ 6-Gingerol มากที่สุด ถึงแม้การศึกษาครั้งนี้จะบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ในการนำน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ขิง มาพัฒนาเป็นตำรับน้ำมันขิง ครีมนขิง เพื่ออาการปวดและลดการอักเสบ โดยเฉพาะลดอาการปวดกล้ามเนื้อ แต่การศึกษาวิจัยเชิงคลินิกก็นับเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรทำต่อไปในอนาคต ทั้งนี้ เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนการเพิ่มมูลค่าน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ขิง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์ของน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากจึง เพื่อศึกษาแนวโน้มการน้ำมันที่ใช้แล้วมาพัฒนาและต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อสุขภาพต่อไป

บรรณานุกรม

- กมลชนก อบอุ่น และปิ่นธนา เลิศสถิตธนกร. (2554). การพัฒนาครีมนวดเท้าจากน้ำมันจิงเพื่อ บรรเทาอาการชาและปวดที่เท้าในผู้ป่วยโรคเส้นประสาทจากเบาหวาน. *วารสารเภสัช ศาสตร์อีสาน*, 7(1), 28-38.
- กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2563). ข้อเสนอ BCG in Action: The New Sustainable Growth Engine โมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน. ค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2567. https://www.nstda.or.th/home/wp-content/uploads/2020/03/images_file-pdf_20200306-bcg-in-action.pdf.
- คณะกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย ในคณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริม ภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. (2552). *ตำราอ้างอิงยาสมุนไพร เล่ม 1 เฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในมหามงคลสมัยที่ทรงครองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- คณะกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย ในคณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริม ภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. (2560). *ตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย เล่มที่ 3 เฉลิมพระ เกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิม พระชนมพรรษา 7 รอบ*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จารุวรรณ เหลาสนิท และคณะ. (2014) การพัฒนาครีมจากน้ำมันจิงสำหรับบรรเทาอาการปวด กล้ามเนื้อในผู้ป่วยที่ทำงานออฟฟิศ. *วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน*, 9(ฉบับพิเศษ), 59.
- นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. (2555). น้ำมันไพลทอดต่างจากน้ำมันไพลกลั่นอย่างไร?. ค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2567. <https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article>.
- บังอร ศรีพานิช. (2008). จิงเพื่อสุขภาพ. *วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน*, 4(1), 1-15.
- บัญชียาหลักแห่งชาติ. (2556). ค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2567. http://ndi.fda.moph.go.th/uploads/main_drug_file/20171021185635.pdf.
- ปิโยรส ทิพย์มงคล และ ณัฐพงศ์ ดันติวิวัฒน์พันธ์. (2563). การจัดการและการแปรรูปน้ำมันไจ้ แล้วในภาคครัวเรือน. *วารสารสิ่งแวดล้อม*, 24 (4), 1-8.
- ปุ่นชนุช อมรดลใจ. (2559). การใช้ขิงรักษาและบำบัดอาการโรคข้อเสื่อม. *วารสารสุขภาพกับการ จัดการสุขภาพ*. 3(2). 13-22.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วราภรณ์ รัชมีพะกาย. (2020). การทดสอบหาชนิดของกรดไขมันในน้ำมันพืชและไขมันสัตว์โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตริก. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 9(3), 51–62.
- วิไลพร ปองเพียร. (2554). การพัฒนาสูตรสบู่ฟีนอลจากน้ำมันที่ใช้แล้ว. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- วุฒิ วุฒิชรรณเวช. (2545). *คัมภีร์เภสัชรัตนโกสินทร์*. กรุงเทพฯ : ศิลป์สยามบรรณกิจภัณฑ์และการพิมพ์.
- วุฒิชัย วิสุทธรัตต และคณะ. (2556). การพัฒนาตำรับยาน้ำมันไพลที่สกัดตามแบบวิธีการ **ภูมิปัญญาไทย**. ค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2567. จาก https://fund.dtam.moph.go.th/dtam/box_dtam.php?doc_year=2556
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2544). *คู่มือผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อเสริมสุขภาพชุมชน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สุธีรา สุนทรารักษ์, ปฎิมา จันทน์นวล และเทพอัปสร แสนสุข. (2558). การใช้ประโยชน์จาก **น้ำมันที่ใช้แล้วเพื่อผลิตสบู่ฟีนอล**. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53.
- สุธีรา สุนทรารักษ์. (2558). การใช้ประโยชน์จากน้ำมันที่ใช้แล้วเพื่อผลิตสบู่สมุนไพรระงับกลิ่น **เท้า**. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53.
- สมศักดิ์ นวลแก้ว. (2563). *เภสัชกรรมแผนไทยประยุกต์*. มหาสารคาม. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Chandra S., Chatterjee P., Dey P. and Bhattacharya S. (2012). Evaluation of in vitro anti-inflammatory activity of coffee against the denaturation of protein. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(1), 178-180.
- Danish, M., & Nizami, M. (2019). Complete fatty acid analysis data of flaxseed oil using GC-FID method. *Data in Brief*, 23, 103845. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.103845>
- Mashhadi, N. S., Ghiasvand, R., Askari, G., Hariri, M., Darvishi, L., & Mofid, M. R. (2013).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Mashhadi, N. S., Ghiasvand, R., Askari, G., Hariri, M., Darvishi, L., & Mofid, M. R. (2013). Anti-oxidative and anti-inflammatory effects of ginger in health and physical activity: Review of current evidence. *International Journal of Preventive Medicine*, 4(Suppl 1), 6-42.
- Panpraneecharoen, S., & Chumanee, S. (2020). Optimization of the oil extraction, study the chemical and physical properties of arabica spent coffee grounds. *Science & Technology Asia*, 12-19.
- Panpraneecharoen, S., & Chumanee, S. (2022). Comparison of Tocopherol Contents in 13 Cold-Pressed Vegetable Oils Extracted from the Mini Screw Press Model T3 by RP-HPLC/FLD. *Science & Technology Asia*, 27-36.
- Peera Tabboon, Sarunya Tantiyasawasdikul and Bungorn Sripanidkulchai. (2564). Development of simultaneous determination of five active compounds of ginger by high performance liquid chromatographic method. *IJPS*. 17(3). 39-48.
- Prasad, S., Tyagi, A. K., & Aggarwal, B. B. (2011). Review Article Ginger and its constituents: Role in prevention and treatment of gastrointestinal cancer. *Gastroenterology Research and Practice*, 2015, 1-11.
- Shaopeng Wang, Caihua Zhang, Guang Yang and Yanzong Yang. (2014). Biological Properties of 6-Gingerol: A Brief Review. *Natural Product Communications*. 9(7), 1027-1030.
- Swarnalatha Dugasani, Mallikarjuna Rao Pichika, Vishna Devi Nadarajah, Madhu Katyayani Balijepalli, Satyanarayana Tandra, Jayaveera Narsimha Korlakunta. (2009). Comparative antioxidant and anti-inflammatory effects of [6]-gingerol, [8]-gingerol, [10]-gingerol and [6]-shogaol. *Journal of Ethnopharmacology*. 127(2), 515-520.
- Zick, S. M., Ruffin, M. T., Djuric, Z., Normolle, D., & Brenner, D. E. (2010). Quantitation of 6-, 8- and 10-Gingerols and 6-Shogaol in Human Plasma by High-Performance Liquid Chromatography with Electrochemical Detection. *International Journal of Biomedical Science : IJBS*, 6(3), 233-240.

ภาคผนวก

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสุภาพร วิสุ่งเร
- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Supaporn Wisungre
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาการแพทย์แผนไทย
3. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์/โทรศัพท์มือถือ

โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ต.สระเตี้ย อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ (056) 717122 ต่อ 8203 โทรสาร (056) 717123

โทรศัพท์มือถือ 087-0019265, E – mail : supaporn.w@pcru.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเกษตรเคมีและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่สำเร็จการศึกษา 2553

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาการแพทย์แผนไทยประยุกต์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่สำเร็จการศึกษา 2550

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาแพทย์แผนไทยประยุกต์
โรงเรียนอายุรเวท ปีที่สำเร็จการศึกษา 2548

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

การแพทย์แผนไทย การพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรและเครื่องสำอาง

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ

สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.1.1 โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาทัศนคติของผู้รับบริการด้านการแพทย์แผนไทยต่อการบำบัดรักษาโรคด้วยแพทย์แผนไทย โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

7.1.2 โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาภูมิปัญญาของหมอพื้นบ้านในอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

7.1.3 โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาแนวโน้มความต้องการหลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทงานวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

7.1.4 โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อสุขภาพ โดยความร่วมมือร่วมของชุมชนบ้านนางัวเหนือ หมู่ที่ 11 ตำบลนางัว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทงานวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

7.1.5 โครงการวิจัยเรื่อง การสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิงของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของเศรษฐกิจฐานราก โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

7.2 ผู้ร่วมวิจัย

7.2.1 โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาสารสำคัญและฤทธิ์ของตำรับยาเบญจกูลในการยับยั้งเซลล์มะเร็งท่อน้ำดีโดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

7.2.2 โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ความหลากหลายของสมุนไพรและรูปแบบการใช้ประโยชน์สมุนไพรส่งเสริมสุขภาพในรูปแบบสื่ออินเทอร์เน็ตที่ഫัลติมิเดีย บ้านวังกวาง ตำบลวังกวาง อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

7.2.3 โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาฤทธิ์ในการบรรเทาอาการปวดและด้านการอักเสบของสมุนไพรที่ใช้ในการทำลูกประคบ โดยได้รับทุนอุดหนุนงบประมาณรายได้มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประเภทโครงการวิจัยทุนนักวิจัยหน้าใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

7.2.4 โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นอำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ โดย

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

7.2.5 โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและอาหารจาก “กัญชง” โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

7.2.6 โครงการวิจัยเรื่อง นวัตกรรมเจลสมุนไพรบรรเทาอาการปวดเข้าในผู้สูงอายุ ที่มีส่วนผสมจากถ่านเปลือกแมคคาเดเมียซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

7.2.7 โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาสารสำคัญทางเคมีจากใบพะยูนไหหลำในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสมุนไพรเพื่อสุขภาพบ้านเขา ตำบลบ้านโคก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ทุนวิจัย : มร.พช. 66-03. พัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี นวัตกรรม เพื่อสร้างโอกาสใหม่หรือสร้างความพร้อมของ ชุมชน ปี 2566

7.2.8 โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาสารสำคัญและฤทธิ์ของพิกัดตรีนิทลมา ต่อการต้านสารอนุมูลอิสระ ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งท่อน้ำดีและเซลล์มะเร็งกระเพาะอาหาร โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

7.2.9 โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากสารสกัดดอกอินทนิลเพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

7.2.10 โครงการวิจัยเรื่อง นวัตกรรมเจลสารสกัดว่านหางจระเข้และเปลือกมังคุดสำหรับรักษาแผลภายนอก โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

7.2.11 โครงการวิจัยเรื่อง การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวจากกลูโคสของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสมุนไพรเพื่อสุขภาพบ้านเขา ตำบลบ้านโคก อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

7.2.12 โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาสารสำคัญและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากใบมะขามสายพันธุ์ต่างๆ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีให้พื้นที่วิสาหกิจชุมชนกลุ่มสมุนไพรเพื่อสุขภาพเขาค้อ ตำบลแคมป์สน อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริม

วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

7.2.13 โครงการวิจัยเรื่อง การสกัดน้ำมันกัญชงแบบไร้สารเคมีด้วยเครื่องสกรูเพรส สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมความงามและคลายเครียด โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุน ส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

7.2.14 โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์โคมส้างหน้าจากถ่านกะลาแมคคาเดเมียเหลือทิ้ง สำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมียเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

7.3.1 สุภาพร วิสูงเร. (2558). การศึกษาทัศนคติของผู้รับบริการด้านการแพทย์แผนไทยต่อการบำบัดรักษาโรคด้วยแพทย์แผนไทย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์. ปีที่ 10, ฉบับพิเศษ 1.

7.3.2 นำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง การศึกษาแนวโน้มความต้องการหลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ในการประชุมสัมมนาวิชาการระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16 และการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” ในวันที่ 22 กรกฎาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

7.3.3 นำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง ความพึงพอใจการใช้ปูนแดงกำจัดลูกน้ำยุงลายของประชาชนบ้านน้ำก้อเศษ หมู่ที่ 10 ตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 4 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” เมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2560

7.3.4 นำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อสุขภาพ โดยความร่วมมือของชุมชนบ้านนงั่วเหนือ หมู่ที่ 11 ตำบลนางั่ว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา “Innovation and Creativity for Thailand 4.0” ในวันที่ 31 สิงหาคม – 1 กันยายน 2560 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา จังหวัดชลบุรี

7.3.5 สุภาพร วิสูงเร, ศิริกุล กล้ากุล, กัญญารัตน์ เดือนหงาย และมงคล นราศรี. (2561). ภูมิปัญญาหมอฟันบ้านในอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์. *Rajabhat J. Sci. Humanit. Soc.Sci*, 19(1), 131-137.

7.3.6 สุภาพร วิสูงเร, และคณะ. (2563). การศึกษาภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยจากหนังสือสมุนไพรของหมอฟันบ้าน จังหวัดเพชรบูรณ์. *วารสารรัชต์ภักย์*. 14(34), 44-53.

7.3.7 นวรัตน์ มีชัย, สุภาพร วิสูงเร, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, สุมาลิน ดีจันทร์ และผกามาศ ประระทั้ง. (2563). การศึกษาโรคและอาการทางการแพทย์แผนไทยในคัมภีร์มูจนาปักขันฑิกาจากตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5. *วารสารรัชต์ภักย์*. 15(40), 174-184.

7.3.8 ผกามาศ ประระทั้ง, สุภาพร วิสูงเร, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, สุมาลิน ดีจันทร์ และนวรัตน์ มีชัย. (2565). การศึกษาโรคหรืออาการในคัมภีร์กระษัยที่ปรากฏในตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวงเล่ม 2 รัชกาลที่ 5. *วารสารศิลปการจัดการ*. 6(4), 1647-1666.

7.3.9 Sirikool Klumkool, VassanaCharoonsrisawad, Tanyarath Tapcompill, Kawiya Sintara, Chirapan Nakhanakhup, Supaporn Wisungre, DuangkamolThammapatanakul, BupachatPetcharat and RossukonTatan. (2022). The Effectiveness of Thai Massage on the Range of Motion and Muscular Strength of the Arm in Collegiate Basketball Players, Mae Fah Luang University. *J Health Sci Altern Med*.

7.3.10 สุภาพร วิสูงเร, เสาวภา ชุมณี, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, สุมาลิน ดีจันทร์, ผกามาศ ประระทั้ง, นวรัตน์ มีชัย, ศิริกุล กล้ากุล และนันธิยะ ศรีแก้ว. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรสมุนไพรจากสารสกัดหยาบสมุนไพรมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*. 7(1), 47-58.

7.3.11 Kunyarat Duengngai, Bundit Promraksa, Sutthiwan Janthamala, Malinee Thane, Papitchaya Sirithawat, Supaporn Wisungre, Sumalin Deechan, Nawarat Meechai, Phakamas Paratang, Anchalee Techasen. (2024). Antioxidant and Anticancer Potentials and Metabolic Profiling of Benjakul, A Thai Herbal Preparation. *Tropical Journal of Natural Product Research*. 8(4), 6877-6883.

7.3.12 อนุพงษ์ สุขประเสริฐ, ดวงจันทร์ สีหาราช, เจษฎาพร ปากำวัง, สุภาพร วิสูงเร และจิตรนนท์ ศรีเจริญ. (2567). การพัฒนาหม้อองความรู้เชิงความหมายสมุนไพรไทยเพื่อการบำบัดรักษา. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*. 16(3), 716-733.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวเสาวภา ชุมณี
ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Saowapa Chumanee
2. ตำแหน่งปัจจุบัน รองคณบดีฝ่ายศูนย์วิทยาศาสตร์
และอาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาเคมี
3. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 83 หมู่ 11 ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบล
สะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ (056) 717100 ต่อ 1508 โทรสาร -
โทรศัพท์มือถือ 08-8272-3349 e-mail : Saowapa@pcru.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จ
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	2531
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2541
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2550

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

เคมีวิเคราะห์ เคมีสิ่งทอ และเคมีทั่วไป

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย:

พ.ศ. 2552 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารกันเสีย (กรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก เมทิลพาราเบน และโพรพิลพาราเบน) ในอาหาร และเครื่องสำอาง โดยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

พ.ศ. 2552 การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร ในปื๋ยนน้ำชีวภาพและปื๋ยนอินทรีย์ ปั่นเม็ด ของกลุ่มเกษตรอินทรีย์และชีวภาพได้รับทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โครงการ IRPUS ประจำปีงบประมาณ เลขที่โครงการ I152C02001

พ.ศ. 2553 ศึกษาผลกระทบจากการใช้ปุ๋ยในทางเกษตรกรรม ที่มีต่อคุณภาพน้ำ และดินในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ. 2554 การศึกษากระบวนการผลิตและคุณภาพปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรของ เกษตรอินทรีย์ ตำบลกองทุล อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

พ.ศ. 2555 การศึกษาการย้อมสีผ้าจีวรด้วยสีธรรมชาติ ได้รับทุนวิจัยจาก สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

พ.ศ. 2562 การศึกษาคุณค่าและการนำไปใช้ประโยชน์ของพืชหมัศจรรย์ "ถั่ว ดาวอินคา" เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์และพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนบ้านน้ำร้อน อำเภอเมือง จังหวัด เพชรบูรณ์ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ. 2565 การพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่าง ทางการเกษตร ให้มีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อรองรับมาตรฐานเกษตรปลอดภัย ได้รับทุน กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund

7.2 ผู้ร่วมวิจัย

พ.ศ. 2558 ศึกษาการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) เพื่อเพิ่มมูลค่า ผลผลิตข้าวไร่ลิ้มผัว โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ. 2562 การศึกษาการสกัดน้ำมัน ปริมาณ คาเฟอีนสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากกากกาแฟในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจาก สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ. 2566 การผลิตกัญชงพืชทางเลือกของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อ ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมด้วยนวัตกรรม โครงการย่อยที่ 4 เรื่อง การพัฒนาวิธีการทดสอบปริมาณ สารสำคัญในกัญชงและผลิตภัณฑ์จากกัญชง (Method Development for Quantitative Testing of Hemp active substance and Hemp Products) ได้รับทุน กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

1. วารสารนานาชาติ

- 1) P. Sutthivaiyakit, S. Achatz, J. Linlelmann, T. Aungpradit, R. Chanwirat, S. Chumanee, and A. Kettrup. (2005). LC-MS/MS method for the confirmatory determination of aromatic amines and its application in textile analysis. **Anal. Bioanal. Chem.**, 381: 268-276.
- 2) S. Chumanee, S. Suttivaiyakit, and P. Suttivaiyakit. (2009). New Reagent for Trace Determination of Protein-Bound Metabolites of Nitrofurans in Shrimp Using Liquid Chromatography with Diode Array Detector, **J. Agric. Food Chem.**, 57, 1752-1759.
- 3) Sansenya, S., Hua, Y., Chumanee, S., Phasai, K., and Sricheewin, C. (2017). Effect of Gamma Irradiation on 2-Acetyl-1-pyrroline Content, GABA Content and Volatile Compounds of Germinated Rice (Thai Upland Rice). **Plants**, 6(2), 18.
- 4) Sansenya, S., Hua, Y., Chumanee, S., and Winyakul, C. (2017). Effect of gamma irradiation on the 2-acetyl-1-pyrroline content during growth of Thai black glutinous rice (Upland rice). **Australian Journal of Crop Science**, 11(5), 631.
- 5) Sansenya, S., Hua, Y., and Chumanee, S. (2018). The Correlation between 2-Acetyl-1-pyrroline Content, Biological Compounds and Molecular Characterization to the Aroma Intensities of Thai Local Rice. **Journal of oleo science**, 67 (7), 893-904.
- 6) Sansenya, S., Hua, Y., Chumanee, S., and Sricheewin, C. (2019) The Combination Effect of Gamma Irradiation and Salt Concentration on 2-acetyl-1-pyrroline Content, Proline Content and Growth of Thai Fragrant Rice (KDML 105). **Oriental Journal of chemistry**, 35(3), 938-946.
- 7) Sansenya, S., Payaka, A., Wannasut, W., Hua, Y., and Chumanee, S. (2020) Biological activity of rice extract and the inhibition potential of rice extract, rice volatile compounds, and their combination against α -glucosidase, α -amylase, and tyrosinase. **International Journal of Food Science & Technology**.
- 8) Panpraneecharoen, S., and Chumanee, S. (2020). Optimization of the Oil Extraction, Study the Chemical and Physical Properties of Arabica Spent Coffee Grounds. **Science & Technology Asia**, 25(4), 12-19.

- 9) Sansenya, S., Payaka, A., Wannasut, W., Hua, Y., and Chumanee, S. (2021). Biological activity of rice extract and the inhibition potential of rice extract, rice volatile compounds and their combination against α -glucosidase, α -amylase and tyrosinase. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(4), 1865-1876.
- 10) Sornkhwan, T., Chumanee, S., and Sansenya, S. (2022). The Inhibition Potential of Thai-colored rice extract against diabetes-related enzymes and melanin biosynthesis-related-enzymes. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 14(2). 155-164.
- 11) Panpraneecharoen, S., and Chumanee, S. (2022). Comparison of Tocopherol Contents in 13 Cold-Pressed Vegetable Oils Extracted from the Mini Screw Press Model T3 by RP-HPLC/FLD. *Science & Technology Asia*, 27(3), 27-36
- 12) Sornkhwan, T., Chumanee, S., & Sansenya, S. (2022). The inhibition potential of thai-colored rice extract against diabetes related-enzymes and melanin biosynthesis-related enzyme. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 14(2). 155-164.
- 13) Sasikarn, P., Tisorn, C., Sompong, S., & Saowapa, C. (2023). Optimization and validation of HPLC/DAD method for the determination of adenosine and cordycepin in cordyceps products. *Analytical Science and Technology*, 36(4), 152-160.
- 14) Kongdin, M., Chumanee, S., & Sansenya, S. (2023). Gamma Irradiation Promotes the Growth Rate of Thai Pigmented Rice as well as Inducing the Accumulation of Bioactive Compounds and Carbohydrate Hydrolyzing Enzymes Inhibitors (α -Glucosidase and α -Amylase) under Salt Conditions. *Preventive Nutrition and Food Science*, 28(4), 463-470.
- 15) Sornkhwan, S., Sansenya, S., Chumanee, S. & Sricheewin, C., S. (2024). Evaluation of biological activity and amino acid profile of protein from Thai edible insects. *Food Research*, 8(4), 301-308.

2. วารสารระดับชาติ

- 1) Chumanee, S., & Khoomsab, R. (2020). การหาปริมาณ สารพฤกษเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และแร่ธาตุ จากใบถั่วดาวอินคา. **PSRU Journal of Science and Technology**, 5(2), 98-113.
- 2) รุจิรา คุ้ม ทรัพย์ และเสาวภา ชุมณี. (2566). โครมาโทกราฟีของเหลวประสิทธิภาพสูงพร้อม กับเครื่องตรวจวัดไดโอดอาร์เรย์ สำหรับการตรวจวัดคัดกรองสารกำจัดแมลง

กลุ่ม คาร์บาเมตที่ตกค้างใน ตัวอย่างผักด้วยการสกัดแบบแคชเชอร์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มร ย., 8(1), 28-37.

3) สุภาพร วิสูงเร, เสาวภา ชุมณี, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, สุมาลินี ดีจันทร์, ผกามาศ ประเท้ง, นวรัตน์ มีชัยม ศิริกุล กล่ำกุล, และนันธิยะ ศรีแก้ว. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรจากสารสกัดหมากสู่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 7(1), 47-58.

4) อนุกุล คมแก้ว กาญจน์ คุ่มทรัพย์ เสาวภา ชุมณี และ นุชจรี สิงห์พันธ์. (2566). ผลของสาร กระตุ้นต่อการผลิตสารอะดีโนซีน และคอร์ไดเซปิน ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง. Journal of Vocational Institute of Agriculture (วารสารสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร), 7(1), 1-11.

5) เสาวภา ชุมณี และรุจิรา คุ่มทรัพย์. (2567). การวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างคาร์เบนดาซิมและไทอะเบนดาโซลในผักจากตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 26(1), 82-92.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวกัญญารัตน์ เดือนหงาย
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
3. ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก
หลักสูตรสาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-717122, 089-8427905
E-mail kunyarat.d@pcru.ac.th
5. ประวัติการศึกษา
วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) คณะเทคนิคการแพทย์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
วท.ม. (ปรสติวิทยา) คณะแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ปร.ค. (ชีวเวชศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

วิทยาศาสตร์สุขภาพด้านการแพทย์แผนไทย สมุนไพร

7. ประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

7.1 งานวิจัยและได้รับการตีพิมพ์วารสารระดับนานาชาติจำนวน 22 ฉบับ

1. Duenngai, K., Promraksa, B., Janthamala, S., Thane, M., Sirithawat, P., Wisungre, S., ... & Techasen, A. (2024). Antioxidant and Anticancer Potentials and Metabolic Profiling of Benjakul, A Thai Herbal Preparation. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 8(4), 6877-6883.
2. Janthamala, S., Promraksa, B., Thane, M., Duenngai, K., Jusakul, A., Kongpetch, S., ... & Techasen, A. (2024). Anticancer properties and metabolomic profiling of Shorea roxburghii extracts toward gastrointestinal cancer cell lines. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 24(1), 178.
3. Boueroy, P., Duenngai, K., Eamudomkarn, C., Sripan, P., Boonmars, T., Pumhirunroj, B., ... & Boonjaraspinyo, S. (2019). Effect of temperature on the killing of *Opisthorchis viverrini* eggs in vitro. *The Korean journal of parasitology*, 57(1), 49.
4. Chungkanchana, N., Sithithaworn, P., Worasith, C., Wongphutorn, P., Ruantip, S., Kopolrat, K. Y., ... & Techasen, A. (2022). Concentration of urine samples improves sensitivity in detection of Strongyloides-specific IgG antibody in urine for diagnosis of strongyloidiasis. *Journal of Clinical Microbiology*, 60(1), e01454-21.
5. Nagataki, M., Tantrawatpan, C., Agatsuma, T., Sugiura, T., Duenngai, K., Sithithaworn, P., ... & Saijuntha, W. (2015). Mitochondrial DNA sequences of 37 collar-spined echinostomes (Digenea: Echinostomatidae) in Thailand and Lao PDR reveals presence of two species: Echinostoma revolutum and E. miyagawai. *Infection, Genetics and Evolution*, 35, 56-62.
6. Saijuntha, W., Duenngai, K., Tangkawattana, S., Petney, T. N., Andrews, R. H., & Sithithaworn, P. (2018). Recent advances in the diagnosis and detection of *Opisthorchis viverrini* sensu lato in human and intermediate hosts for use in control and elimination programs. *Advances in Parasitology*, 101, 177-214.
7. Saijuntha, W., Tantrawatpan, C., Agatsuma, T., Duenngai, K., Sithithaworn, P., Petney, T. N., & Andrews, R. H. (2020). Intron sequence variation of the echinostomes (Trematoda; Echinostomatidae): implications for genetic investigations of the 37 collar-spined,

Echinostoma miyagawai Ischii, 1932 and *E. revolutum* (Fröelich, 1802). *Parasitology Research*, 119, 2485-2494.

8. Saijuntha, W., Tantrawatpan, C., Sithithaworn, P., Duenngai, K., Agatsuma, T., Andrews, R. H., & Petney, T. N. (2014). Genetic characterization and phylogenetic analysis of echinostomes from free-grazing ducks in Thailand using ribosomal DNA sequences. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 45(5), 1003.

9. Worasith, C., Kamamia, C., Yakovleva, A., Duenngai, K., Wangboon, C., Sithithaworn, J., ... & Bethony, J. M. (2015). Advances in the Diagnosis of Human Opisthorchiasis: Development of *Opisthorchis viverrini* Antigen Detection in Urine: e0004157. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9(10), e0004157.

10. Bethony, J. M., Duenngai, K., Kamamia, C., Loilome, W., Loukas, A., Namwat, N., ... & Yongvanit, P. (2015). Advances in the Diagnosis of Human Opisthorchiasis: Development of *Opisthorchis viverrini* Antigen Detection in Urine: e0004157. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9.

11. Worasith, C., Techasen, A., Duenngai, K., Intuyod, K., Kopolrat, K. Y., Sithithaworn, J., ... & Sithithaworn, P. (2023). Comparison of a urine antigen assay and multiple examinations with the formalin-ethyl acetate concentration technique for diagnosis of opisthorchiasis. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 109(1), 159.

12. Worasith, C., Wangboon, C., Duenngai, K., Kiatsopit, N., Kopolrat, K., Techasen, A., ... & Sithithaworn, P. (2019). Comparing the performance of urine and copro-antigen detection in evaluating *Opisthorchis viverrini* infection in communities with different transmission levels in Northeast Thailand. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 13(2), e0007186.

13. Duenngai, K., Boonmars, T., Sithithaworn, J., & Sithithaworn, P. (2013). Diagnosis of early infection and post chemotherapeutic treatment by copro-DNA detection in experimental opisthorchiasis. *Parasitology Research*, 112, 271-278.

14. Duenngai, K., Sithithaworn, P., Rudrappa, U. K., Iddya, K., Laha, T., Stensvold, C. R., ... & Johansen, M. V. (2008). Improvement of PCR for detection of *Opisthorchis viverrini* DNA in human stool samples. *Journal of clinical microbiology*, 46(1), 366-368.

15. Jamnongkan, W., Techasen, A., Thanan, R., Duenngai, K., Sithithaworn, P., Mairiang, E., ... & Yongvanit, P. (2013). Oxidized alpha-1 antitrypsin as a predictive risk marker of opisthorchiasis-associated cholangiocarcinoma. *Tumor Biology*, 34, 695-704.
16. Saijuntha, W., Duenngai, K., & Tantrawatpan, C. (2013). Zoonotic echinostome infections in free-grazing ducks in Thailand. *The Korean Journal of Parasitology*, 51(6), 663.
17. Saijuntha, W., Sithithaworn, P., Duenngai, K., Kiatsopit, N., Andrews, R. H., & Petney, T. N. (2011). Genetic variation and relationships of four species of medically important echinostomes (Trematoda: Echinostomatidae) in South-East Asia. *Infection, Genetics and Evolution*, 11(2), 375-381.
18. Sawangsoda, P., Sithithaworn, J., Tesana, S., Pinlaor, S., Boonmars, T., Mairiang, E., ... & Sithithaworn, P. (2012). Diagnostic values of parasite-specific antibody detections in saliva and urine in comparison with serum in opisthorchiasis. *Parasitology International*, 61(1), 196-202.
19. Sithithaworn, P., Yongvanit, P., Duenngai, K., Kiatsopit, N., & Pairojkul, C. Roles of liver fluke infection as risk factor for cholangiocarcinoma. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*. 2014; 21 (5): 301–8.
20. Techasen, A., Loilome, W., Namwat, N., Duenngai, K., Cha'on, U., Thanan, R., ... & Yongvanit, P. (2012). *Opisthorchis viverrini*-antigen induces expression of MARCKS during inflammation-associated cholangiocarcinogenesis. *Parasitology international*, 61(1), 140-144.
21. Umesha, K. R., Kumar, S., Parvathi, A., Duenngai, K., Sithithaworn, P., Karunasagar, I., & Karunasagar, I. (2008). *Opisthorchis viverrini*: detection by polymerase chain reaction (PCR) in human stool samples. *Experimental parasitology*, 120(4), 353-356.
22. Watwiengkam, N., Sithithaworn, J., Duenngai, K., Sripan, B., Laha, T., Johansen, M. V., & Sithithaworn, P. (2013). Improved performance and quantitative detection of copro-antigens by a monoclonal antibody-based ELISA to diagnose human opisthorchiasis. *Acta Tropica*, 128(3), 659-665.

7.2 งานวิจัยและได้รับการตีพิมพ์วารสารระดับชาติจำนวน 4 ฉบับ

1. Wisungre, S., Klumkool, S., Duennngai, K., & Narasri, M. (2018). Folk wisdom of healers in Mueang, Phetchabun province. *Life Sciences and Environment Journal*, 19(1), 131-137.

2. Phongprasert, P., Sithithaworn, J., Sithithaworn, P., & Duennngai, K. Mixed Infection of Zoonotic Foodborne Trematodes and Intestinal Nematodes in a Community in Southern Lao PDR การ ติด เชื้อ ร่วม ระหว่าง พยาธิ ไบโม่ ติดต่อ ทาง อาหาร จาก สัตว์ ตู๋ คน และ พยาธิ ตัว กลม ลำ ไส้ ใน ชุมชน ภาค ได้ ประเทศลาว.

3. Meechai, N., Wisungre, S., Duennngai, K., Deechnan, S., & Paratang, P. (2021). การ ศึกษา โรค และ อาการ ทาง การ แพทย์ แผน ไทย ใน คัมภีร์ มุจนา ปัก ชัน ที กา จาก ตำรา เวชศาสตร์ ฉบับ หลวง รัชกาล ที่ 5. *Rajapark Journal*, 15(40), 173-184.

4. Paratang, P., Wisungre, S., Duennngai, K., Deechnan, S., & Meechai, N. (2022). การ ศึกษา โรค หรือ อาการ และ วิธี การ รักษา ใน คัมภีร์ กระจับ ที่ ปรากฏ ใน ตำรา เวช ศาสตร์ ฉบับ หลวง รัชกาล ที่ 5 เล่ม 1. *Journal of Arts Management*, 6(4), 1647-1666.

7.3 โครงการที่อยู่ระหว่างดำเนินการ

7.3.1 การศึกษาสารสำคัญและฤทธิ์ของพิกัดตรีนิทลมหต่อการต้านสารอนุมูลอิสระ ชัยยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งที่เหนื้อน้ำดีและเซลล์มะเร็งกระเพาะอาหาร ทุนวิจัย : งบประมาณ ด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2567 (ผ่านหน่วยงาน : รอบเพิ่มเติม สำหรับหน่วยงานที่มีโครงการได้รับการพิจารณาเป็นโครงการสำคัญของสภาพัฒนาฯ) ปี 2567 ตำแหน่ง : ผู้ร่วมวิจัยวิจัย

7.3.2 การสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำมันที่ใช้แล้วหลังจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขิงของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านทฤษฎีใหม่ ตำบลนาซ่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของเศรษฐกิจฐานรากทุนวิจัย : งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2567 (ผ่านหน่วยงาน : รอบ เพิ่มเติม สำหรับหน่วยงานที่มีโครงการได้รับการพิจารณาเป็นโครงการสำคัญของสภาพัฒนาฯ) ปี 2567 ตำแหน่ง : ผู้ร่วมวิจัยวิจัย

7.3.4 นวัตกรรมเอกสารศักดิ์ว่านหางจระเข้และเปลือกมังคุดสำหรับรักษาแผลภายนอก ทุนวิจัย : งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2568 ปี 2568 ตำแหน่ง : ผู้ร่วมวิจัยวิจัย

7.3.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากสารสกัดดอกอินทนิลเพื่อเพิ่มมูลค่า
เชิงพาณิชย์ ทุนวิจัย : งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2568
ปี 2568 ตำแหน่ง : ผู้ร่วมวิจัยวิจัย

7.3.6 การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวจาก
จากถุขยของกรุ่มวิสาหกิจชุมชนสมุนไพร เพื่อสุขภาพบ้านเฮา ตำบลบ้านโคก อำเภอมืองจังหวัด
เพชรบูรณ์ ทุนวิจัย : งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2568
ปี 2568 ตำแหน่ง : ผู้ร่วมวิจัยวิจัย

7.3.7 การศึกษาสารสำคัญและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากใบมะขามสายพันธุ์ต่าง ๆ
เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีให้พื้นที่วิสาหกิจ ชุมชนกลุ่มสมุนไพรเพื่อสุขภาพเขาค้อ ตำบลแคมป์สน
อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ทุนวิจัย : งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund
ประจำปีงบประมาณ 2568 ปี 2568 ตำแหน่ง : ผู้ร่วมวิจัยวิจัย

7.4 โครงการที่เสร็จสิ้น

7.4.1 อัตราความชุกของโรคพยาธิเข็มหมุดในเด็กปฐมวัย เขตอำเภอหล่มเก่า
จังหวัดเพชรบูรณ์ ทุนวิจัย : ทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2558 (สำหรับโครงการที่เข้าใหม่) ปี
2558 ตำแหน่ง : หัวหน้าโครงการ

7.4.2 การศึกษาอัตราชุกภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส 6 ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส
ในนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชา สาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเพชรบูรณ์ ทุนวิจัย : ทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2559 (สำหรับโครงการที่เข้าใหม่)
(เป้าหมาย 2) ปี 2559 ตำแหน่ง : หัวหน้าโครงการ

7.4.3 การศึกษาสารสำคัญและฤทธิ์ของตำรับยาเบญจกูลในการยับยั้ง
เซลล์มะเร็งท่อน้ำดี ทุนวิจัย : งบประมาณด้าน ววน. Full Proposal ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2564 ปี
2564 ตำแหน่ง: หัวหน้าโครงการ

7.4.4 การศึกษาสารสำคัญและฤทธิ์ของตำรับยาเบญจกูลในการยับยั้ง
เซลล์มะเร็งท่อน้ำดี ทุนวิจัย : งบประมาณด้านวิจัยและนวัตกรรม ประเภท Fundamental Fund
ประจำปีงบประมาณ 2565 ปี 2565 ตำแหน่ง : หัวหน้าโครงการ

7.4.5 การศึกษาสารสำคัญทางเคมีจากใบพะยูนไ้หล่าในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน
สมุนไพรเพื่อสุขภาพบ้านเฮา ตำบลบ้านโคก อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ทุนวิจัย : มร.พช. 66-03.
พัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี นวัตกรรม เพื่อสร้างโอกาสใหม่หรือสร้างความพร้อมของ ชุมชน ปี
2566 ตำแหน่ง : หัวหน้าโครงการ

7.4.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและอาหารจาก “กล้วยขง” ทุนวิจัย : งบประมาณ
ด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2566 (ผ่านหน่วยงาน) ปี 2566 ตำแหน่ง
: ผู้ร่วมวิจัยวิจัย

7.4.7 นวัตกรรมเจลสมุนไพรบรรเทาอาการปวดเข้าในผู้สูงอายุที่มีส่วนผสมจากถ่าน
เปลือกแมคคาเดเมียซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ทุนวิจัย : งบประมาณด้าน ววน. ประเภท
Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2566 (ผ่านหน่วยงาน) ปี 2566 ตำแหน่ง : ผู้ร่วมวิจัยวิจัย

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวศุมาลิน ดีจันทร์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Sumalin Deechan
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 056-717122, 089-5706826 E-mail Dsumalinn@yahoo.com
4. ประวัติการศึกษา
พทป.บ. (การแพทย์แผนไทยประยุกต์) ใบอนุญาตเลขที่ พท.ป.1507
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่จบการศึกษา 2554
ส.ม. (การบริหารสาธารณสุข)
มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่จบการศึกษา 2561
5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
สมุนไพร การแพทย์แผนไทย การนวดไทย การบริหารสาธารณสุข
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
ทวีเลิศ ช่างงาม, ลิขิต เรืองจรัส, และศุมาลิน ดีจันทร์. (2563). ผลของโปรแกรมสุข
ศึกษาจากการประยุกต์ใช้แบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพร่วมกับแรง
สนับสนุนทางสังคมต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการป้องกันโรคพยาธิ
ใบไม้ตับและมะเร็งท่อน้ำดีของประชาชนอายุ 40 ปีขึ้นไป ตำบลเมือง
ใหม่ อำเภอสว่างวีรกูล จังหวัดหนองบัวลำภู. วารสารสภาการ
สาธารณสุขชุมชน, 3(2), 1-15. (ทุนส่วนตัว : ผู้ร่วมวิจัย)

สุภาพร วิสูงเร, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, สุมาลิน ดิฉันทร์, นวรัตน์ มีชัย, ผกามาศ ประเทง และมณฑล นราศรี. (2563). การศึกษาภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยจากหนังสือสมุดไทยของหมอฟันบ้าน จังหวัดเพชรบูรณ์. *วารสารรัชต์ภักย์*, 14(34), 44-53. (ทุนส่วนตัว : ผู้ร่วมวิจัย)

นวรัตน์ มีชัย, สุภาพร วิสูงเร, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, สุมาลิน ดิฉันทร์ และผกามาศ ประเทง. (2564). การศึกษาโรคและอาการทางการแพทย์แผนไทยในคัมภีร์มูจนาปักขันทิกจากตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5. *วารสารรัชต์ภักย์*, 15(40), 173 – 184. (ทุนส่วนตัว : ผู้ร่วมวิจัย)

ผกามาศ ประเทง, สุภาพร วิสูงเร, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, สุมาลิน ดิฉันทร์ และ นวรัตน์ มีชัย. (2565).การศึกษาโรคหรืออาการและวิธีการรักษาในคัมภีร์กระษัยที่ปรากฏในตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5 เล่ม 1. *วารสารศิลปการจัดการ*, 6(4), 1647 – 1666. (ทุนส่วนตัว : ผู้ร่วมวิจัย)

ศศิยาภรณ์ มงคลวัฒน์, ประจักษ์ บัวผัน และสุมาลิน ดิฉันทร์. (2565). การสนับสนุนจากองค์การและปัจจัยแห่งความสำเร็จที่มีผลต่อการดำเนินงานการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์. *วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 ขอนแก่น*, 29(2), 42 – 53. (ทุนส่วนตัว : ผู้ร่วมวิจัย)

สุมาลิน ดิฉันทร์, สุภาพร วิสูงเร, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, สุมาลิน ดิฉันทร์, นวรัตน์ มีชัย และผกามาศ ประเทง. (2565). การศึกษาฤทธิ์ในการบรรเทาอาการปวดและด้านการอักเสบของสมุนไพรที่ใช้ในการทำลูกประคบ. (หัวหน้าโครงการวิจัย แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565: อยู่ระหว่างการตีพิมพ์)

สุมาลิน ดิฉันทร์, สุภาพร วิสูงเร, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, นวรัตน์ มีชัย และผกามาศ ประเทง. (2566). ผลิตภัณฑ์ลดริ้วรอยบนใบหน้าจากน้ำมันเมล็ดักขง (แหล่งทุน ทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2566 (หัวหน้าโครงการวิจัย))

สุมาลิน ดิฉันทร์, สุภาพร วิสูงเร, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, นวรัตน์ มีชัย และผกามาศ ประเทง. (2566). นวัตกรรมเจลสมุนไพรบรรเทาอาการปวดเข้าในผู้สูงอายุที่มีส่วนผสมจากถ่านเปลือกแมคคาเดเมียซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้

ทางการเกษตร (แหล่งทุน ทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2566 (หัวหน้าโครงการวิจัย))
 ทิพา แก้วเสริม, ศุมาลีน ดิจันทร์, สุภาพร วิสูงเร, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, นวรัตน์ มีชัย และ ผกามาศ ประเท้ง. (2568). นวัตกรรมเจตสารสกัดว่านหางจระเข้และเปลือกมังคุดสำหรับรักษาแผลภายนอก (แหล่งทุน ทุนอุดหนุนงานวิจัยงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (กองทุน ววน.) : งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2568 (ผู้ร่วมวิจัย: อยู่ระหว่างดำเนินการวิจัย))

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวนวรัตน์ มีชัย
 ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss. Nawarat Meechai
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์/โทรศัพท์มือถือ
 โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 83 หมู่ 11 ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
 โทรศัพท์ (056) 717122 โทรศัพท์มือถือ 090-6963147
 E – mail: nawarat.mee@pcru.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

การแพทย์แผนไทยมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
	ปีที่สำเร็จการศึกษา 2562
การแพทย์แผนไทยบัณฑิต	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
	ปีที่สำเร็จการศึกษา 2560

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

-

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

6.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัย (ไม่มี)

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย:

1) การศึกษาโรคและอาการทางการแพทย์แผนไทยในคัมภีร์มูจนาปักขัน
ทิกจากตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5

2) ผลฤทธิ์บำบัดบำรุงริมฝีปากจากน้ำมันเมล็ดกล้วยง

6.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง):

บทความวิจัย การศึกษาโรคและอาการทางการแพทย์แผนไทยในคัมภีร์มูจนาปักขันทิกจากตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5 ปีที่ 15 ฉบับที่ 40 พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ.2564 TCI 2 วารสารรัชต์ภาคย์ (ทุนส่วนตัว)

บทความวิจัย การศึกษาโรคหรืออาการและวิธีการรักษาในคัมภีร์กระษัตริย์ปรากฏในตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5 เล่ม 1 วารสารศิลปะการจัการ ปีที่ 6 ฉบับที่ 4 TCI 1 (ผู้ร่วมวิจัย)

Kunyarat Duenngai, Buddit Promraksa, Sutthiwan Janthamala, Malinee Thane, Papitchaya Sirithawat, Supaporn Wisungre, Sumalin Deechan, Nawarat Meechai, Phakamas Paratang, Anchalee Techasen.(2024). Antioxidant and Anticancer Potentials and Metabolic Profiling of Benjakul, A Thai Herbal Preparation.Tropical Journal of Natural Product Research 8 (4), 6877-6883 (ผู้ร่วมวิจัย)

สุภาพร วิสูงเร,เสาวภา ชุมณี, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, สุมาลิน ดีจันทร์, ผกมาส ประทั่ง, นวรัตน์ มีชัย, ศิริกุล กล้ากุล และ นันธิยะ ศรีแก้ว. (๒๕๖๖). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรจากสารสกัดหามากสู่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, ๙(๑), ๔๗-๕๘. (ผู้ร่วมวิจัย)

6.4 งานวิจัยที่กำลังทำ:

การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวจากกลูกลอยของกลู่วิสาหกิจชุมชนสมุนไพรเพื่อสุขภาพบ้านเขา ตำบลบ้านโคก อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ (อยู่ระหว่างดำเนินการวิจัย)

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวผกามาศ ประระทัง
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss. Phakamas Paratang
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

83 หมู่ 11 ต.สะเตียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ 056-717122 โทรศัพท์มือถือ 081-0690462

E – mail: phakamas.p@pcru.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

การแพทย์แผนไทยมหบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ปีที่สำเร็จการศึกษา 2562

การแพทย์แผนไทยบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ปีที่สำเร็จการศึกษา 2560

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

-

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

6.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัย (ไม่มี)

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย:

1) การศึกษาโรคหรืออาการในคัมภีร์กระษัตริย์ที่ปรากฏในตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวงเล่ม 2 รัชกาลที่ 5 ตีพิมพ์ในวารสารศิลปการจัดการ ปีที่ 6 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม 2565 หน้า 1647-1666 (ทุนส่วนตัว)

2) ผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวพรรณจากสารสกัดใบกัญชง

6.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:

1) บทความวิจัย การศึกษาโรคหรืออาการและวิธีการรักษาในคัมภีร์กระษัตริย์ที่ปรากฏในตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5 เล่ม 1 วารสารศิลปการจัดการ ปีที่ 6 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม 2565 หน้า 1647-1666 TCI 1 (ทุนส่วนตัว)

2) บทความวิจัย การศึกษาโรคและอาการทางการแพทย์แผนไทยในคัมภีร์มูจนาปิกขันทิกจากตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5 ปีที่ 15 ฉบับที่ 40 พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ.2564 TCI 2 วารสารรัชต์ภาคย์ (ผู้ร่วมวิจัย)

3) Kunyarat Duengngai, Buddit Promraksa, Sutthiwan Janthamala, Malinee Thanee, Papitchaya Sirithawat, Supaporn Wisungre, Sumalin Deechan, Nawarat Meechai, Phakamas Paratang, Anchalee Techasen.(2024). Antioxidant and Anticancer Potentials and Metabolic Profiling of Benjakul, A Thai Herbal Preparation.Tropical Journal of Natural Product Research 8 (4), 6877-6883 (ผู้ร่วมวิจัย)

4) สุภาพร วิสูงเร,เสาวภา ชุมณี, กัญญารัตน์ เดือนหงาย, สุมาลิน ดีจันทร์, ผกามาศ ประระทั้ง, นวรัตน์ มีชัย, ศิริกุล กล้ากุล และ นันธิยะ ศรีแก้ว. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรจากสารสกัดหมากสู่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 7(1), 47-58. (ผู้ร่วมวิจัย)

6.4 งานวิจัยที่กำลังทำ:

การศึกษาศาสตร์สำคัญและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากใบมะขามสายพันธุ์ต่างๆ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีให้พื้นที่วิสาหกิจชุมชนกลุ่มสมุนไพรเพื่อสุขภาพเขาค้อ ตำบลแคมป์สน อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ (อยู่ระหว่างดำเนินการวิจัย)