

การสกัดและการศึกษาปริมาณเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันแคปซูล

Extraction and Determination of Curcuminoids in Turmeric Capsules

จารุวรรณ แดงโรจน์^{1*}, พุชนา มะแข็ง¹, แวแย แซมะ¹, ศิริनुช ต่วงสุข¹, สีหะ กาเร้ง²,
อาร์วีญา ดอเลาะ² และ ปัทมา ไพนุงศ์¹
Charuwan Daengrot^{1*}, Fuzana Maseng¹, Waeyae Samoh¹, Sirinut Duangsook¹, Seeyah Kareng²,
Arwiya Doloh² and Patima Phainuphong¹

(Received: 15 May,2023 ; Revised: 1 June,2023 ; Accepted 15 June,2023)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณเคอร์คูมินอยด์ (Curcuminoids) จากสารสกัดหยาบชนิดต่างๆ และศึกษาปริมาณเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชันแคปซูล ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของขมิ้นชันจะมีสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์เป็นสารสีเหลืองสกัดได้จากเหง้าขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) ศึกษาปริมาณเคอร์คูมินอยด์ ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโคปีโดยสารสกัดหยาบจากเมทานอลปริมาณเคอร์คูมินอยด์ ที่สูงที่สุดคือร้อยละ 62.51 รองลงมาคือ สารสกัดหยาบอะซิโตนร้อยละ 43.56 และไดคลอโรมีเทนร้อยละ 39.24 ตามลำดับ ส่วนการศึกษาปริมาณเคอร์คูมินอยด์ จากขมิ้นชันแคปซูลจำนวน 3 ยี่ห้อ พบว่า ยี่ห้อ ลังกาสูกะ มีปริมาณเคอร์คูมินอยด์ สูงที่สุดคือร้อยละ 11.50 รองลงมา คือ ยี่ห้อ อภัยภูเบศร ร้อยละ 10.39 และ อ้วยอันโอสธ ร้อยละ 9.71 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ขมิ้นชัน ขมิ้นชันแคปซูล เคอร์คูมินอยด์ สเปกโทรสโคปี

Abstract

The purpose of this research was to study the curcuminoid content from crude extracts and determination of curcuminoids from turmeric capsules. Chemical composition of turmeric contains curcuminoids, it is a yellow substance extracted from turmeric rhizomes. Determination

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์

¹Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University

²โรงพยาบาลจะนะ

²Chanae Hospital

Corresponding Author, E-mail: charuwan.d@pnu.ac.th

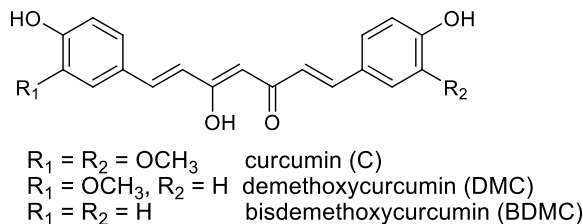
of curcuminoids by spectroscopic techniques. Crude extract from methanol, curcuminoid content was the highest at 62.51%, followed by acetone crude extract at 43.56% and dichloromethane at 39.24%, respectively whereas the study of curcuminoids from 3 brands of turmeric capsules found that Langkasuka brand, the amount of curcuminoids was the highest at 11.50%, followed by Abhaibhubejhr brand, 10.39%, and Ouay-An-Osoth brand, 9.71 %, respectively.

Keywords: turmeric, turmeric capsules, curcuminoid, spectroscopic techniques

บทนำ

ขมิ้นชัน ถือได้ว่าเป็นสมุนไพรไทยที่มีการนำมาใช้เป็นอาหาร เครื่องสำอางและยา มาเป็นเวลานาน ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ขมิ้นชันมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* Linn วงศ์ Zingiberaceae ตำรายาไทยใช้เหง้ารักษาโรคผิวหนังผื่นคัน หรือรับประทานแก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ นอกจากนี้ขมิ้นชันยังมีรายงานทางวิทยาศาสตร์ที่พบว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้านการอักเสบ ด้านจุลินทรีย์ ด้านมาลาเรีย และต้านมะเร็งเป็นต้น (Agarwal & Sung, 2009; Sanphui, Goud, Khandavilli, Bhanoth, & Nangia, 2011) ขมิ้นชันมีสารประกอบทางเคมีที่สำคัญอยู่ 2 กลุ่มคือ น้ำมันหอมระเหย (essential oil) มีสีเหลืองอ่อน โดยส่วนใหญ่พบที่ราก (root) ร้อยละ 4.3 รองลงมาคือ เหง้า (rhizome) ร้อยละ 3.8 ใบ (leaf) ร้อยละ 1.3 และ ดอก (flower) ร้อยละ 0.3 สารที่พบมากจากเหง้าและรากคือ turmerone ร้อยละ 31 และ 46.8 สารที่พบมากในใบคือ α -phellandrene ร้อยละ 32.6 และสารที่พบมากจากดอกคือ *p*-cymene-8-ol ร้อยละ 26 นอกจากนี้ยังมีน้ำมันหอมระเหยอื่น ๆ อีกหลายชนิด พบว่าสารส่วนใหญ่ที่พบในดอกและใบของขมิ้นชันเป็นสารกลุ่มโมโนเทอร์ปีน (monoterpene; โครงสร้างมีจำนวนคาร์บอน 10 คาร์บอน) และน้ำมันหอมระเหยที่พบจากรากและเหง้าส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่มเซสควิเทอร์ปีน (sesquiterpene; โครงสร้างมีจำนวนคาร์บอน 15 คาร์บอน) นอกจากนี้ยังมีน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นอีก (Leela, Tava, Shafi, John & Chempakam, 2002) เช่น α -pinene, β -pinene, myrcene, α -terpinene, *p*-cymene, 1,8-cineol, linalool, ar-curcumen, α -zingiberene, β -bisabolene, α -turmerone, β -turmerone, curcuphenol ซึ่งแต่ละพื้นที่ที่ปลูกขมิ้นชันจะมีปริมาณของน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกัน และพบว่าเหง้าสดจะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากกว่าเหง้าแห้ง ในเหง้าสดจะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 7.87-16.14 อีกกลุ่มที่พบมากจากเหง้าของขมิ้นชัน คือเคอร์คูมินอยด์ เป็นสารสีเหลืองส้ม ประกอบด้วยสาร 3 ตัว คือ เคอร์คูมิน (curcumin) ร้อยละ 75-81 เดสเมธอกซีเคอร์คูมิน (demethoxycurcumin) ร้อยละ 15-19 และ

บิสเดสเมธอกซีเคอร์คูมิน (bisdemethoxycurcumin) ร้อยละ 2.2-6.6 โครงสร้างสารดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งสารทั้งสามนี้จะมีการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร (Li et al., 2011)



ภาพที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ที่พบในขมิ้นชัน

จากสรรพคุณเหล่านี้ทำให้ปัจจุบันนี้ได้มีการนำขมิ้นชันมาใช้เพื่อเป็นยารักษาโรคกระเพาะ โรคผิวหนัง อาหารเสริม หรือใช้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง แต่การที่ขมิ้นชันจะมีฤทธิ์ทางการรักษาที่ดีได้ จะต้องเป็นขมิ้นชันที่มีคุณภาพ กล่าวคือจะต้องมีปริมาณสารสำคัญในปริมาณที่กำหนดในเภสัชตำรับ ซึ่งในเภสัชตำรับของประเทศไทย (กระทรวงสาธารณสุข ตำรามาตรฐานยาสมุนไพร, 2017) ได้มีข้อกำหนดของขมิ้นชัน ว่าจะต้องมีสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 และมีน้ำมันหอมระเหยไม่น้อยกว่าร้อยละ 6 ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะวิเคราะห์และเปรียบเทียบปริมาณเคอร์คูมินอยด์ จากขมิ้นชันแคปซูลยี่ห้อล้งกาสุกะซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของโครงการล้งกาสุกะโมเดลกับขมิ้นชันยี่ห้ออภัยภูเบศรและอ้วยอันโอสถว่ามีปริมาณเคอร์คูมินอยด์มากน้อยเพียงใด เพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคให้มีความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของโครงการล้งกาสุกะโมเดลซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในโรงงานแปรรูปสมุนไพรโรงพยาบาลจะนะที่ได้ส่งเสริมให้ชุมชนในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนใต้ปลูกขมิ้นชันที่มีคุณภาพสูงส่งขายให้กับโรงงานแปรรูปต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสกัดเคอร์คูมินอยด์ด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ
2. เพื่อศึกษาปริมาณเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชันแคปซูล

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ สารเคมี และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขมิ้นชันแคปซูล 3 ยี่ห้อคือ ล้งกาสุกะ อภัยภูเบศรและอ้วยอันโอสถ, เตตระไฮโดรฟิวแรน (Tetrahydrofuran A.R. grade), เฮกเซน (Hexane), ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane A.R. grade), อะซีโตน (Acetone A.R. grade), เมทานอล (Methanol A.R. grade) สารมาตรฐาน Curcumin (merck) เครื่องวัด

การดูดกลืนแสงชนิดแบบอัลตราไวโอเลตและแบบแสงมองเห็น (UV-visible Spectrophotometer) เครื่องระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ (Rotary evaporator)

2. การสกัดเคอร์คูมินอยด์ด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

การสกัดสารในการวิจัยนี้ทำการสกัดโดยวิธีการหมัก (maceration) ด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน, ไดคลอโรมีเทน, อะซิโตน และ เมทานอล ซึ่งได้ดัดแปลงวิธีการมาจาก Tewtrakul, Tansakul, Daengrot, Ponglimanont, & Karalai (2010) ดังนี้

- 1) ชั่งน้ำหนักผงขมิ้นชัน 140 กรัม ห่อด้วยผ้าขาวบางแล้วนำมาใส่ลงในขวดรูปชมพู่ สกัดด้วยเฮกเซน ประมาณ 500 มิลลิลิตร โดยแช่ไว้ประมาณ 2 วัน แช่เฮกเซนซ้ำ 2 รอบ
- 2) นำสารละลายมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศได้ส่วนสกัดหยาบเฮกเซน
- 3) ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อที่ 1 และ 2 โดยเปลี่ยนตัวทำละลายเป็นไดคลอโรมีเทน อะซิโตน และเมทานอล โดยใช้ผงขมิ้นชันเดิม ได้ส่วนสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน อะซิโตนและเมทานอลตามลำดับ

3. วิธีวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินอยด์

ในการวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ โดยใช้เคอร์คูมินเป็นสารมาตรฐานตามตำรามาตรฐานยาสมุนไพร (THP 2017) และคาตามและคณะ (Kadam, Bhingare, Nikam & Pawar, 2013) โดยมีวิธีการดังนี้

3.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานเคอร์คูมิน

- 1) ละลายเคอร์คูมิน 2 มิลลิกรัม ด้วยเมทานอล ในขวดวัดปริมาตร 5 มิลลิลิตร
- 2) เจือจางละลายมาตรฐานจากข้อที่ 1 มาใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ให้ได้ความเข้มข้น 30, 50, 100 และ 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ปรับปริมาตรด้วยเมทานอล
- 3) นำสารละลายมาตรฐานทั้ง 4 ความเข้มข้นมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงชนิดแบบอัลตราไวโอเลตและแบบแสงมองเห็น (UV-visible Spectrophotometer) โดยใช้เมทานอลเป็น Blank แล้วสร้างกราฟมาตรฐานเคอร์คูมิน

3.2 การเตรียมสารตัวอย่างและการวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินอยด์

3.2.1 การเตรียมสารตัวอย่างสารสกัดขมิ้นชันจากสารสกัดหยาบเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน อะซิโตน และเมทานอล

- 1) ชั่งสารสกัดหยาบแต่ละส่วน 10 มิลลิกรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ละลายและปรับปริมาตรด้วยเมทานอล
- 2) เจือจางสารตัวอย่างโดยนำส่วนของสารละลายได้จากข้อที่ 1) มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอล

3) นำสารละลายจากข้อ 2) มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเมทานอล

4) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร เครื่องวัดการดูดกลืนแสงชนิดแบบอัลตราไวโอเล็ตและแบบแสงมองเห็น (UV-visible Spectrophotometer) โดยใช้ เมทานอลเป็น Blank คำนวณหาร้อยละของเคอร์คูมินอยด์ในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานของเคอร์คูมิน

3.2.2 การเตรียมสารตัวอย่างและการวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันแคปซูล

1) นำขมิ้นชันจากแคปซูล 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 20 แคปซูล แกะเอาผงขมิ้นชันออกมาผสมให้เข้ากัน

2) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างละ 300 มิลลิกรัม (ทำ 3 ซ้ำ) ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเตตระไฮโดรฟิวแรน เขย่าให้เข้ากันที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3) เจือจางสารตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 2) ถึง 4) ในตอนที่ 3.2.1

ผลการวิจัย

1. การศึกษาความสามารถในการสกัดเคอร์คูมินอยด์ด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

จากการนำผงขมิ้นชันสกัดโดยวิธีการหมักด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด กรองเอาส่วนที่ละลายใสแล้วนำไประเหยตัวทำละลายทิ้งด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศจนกระทั่งได้สารสกัดหยาดังข้อมูลในตารางที่ 1

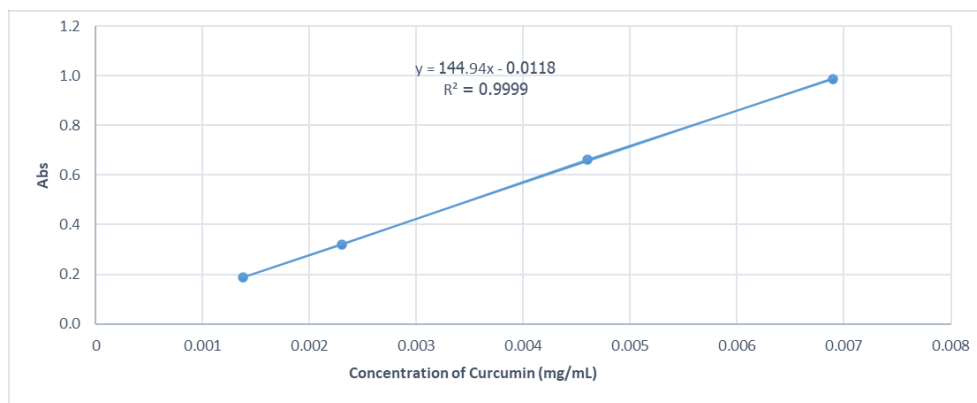
ตารางที่ 1 ปริมาณของสารสกัดหยาดที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ

ตัวทำละลาย	ร้อยละของสารสกัดหยาด
เฮกเซน	0.09
ไดคลอโรมีเทน	5.35
อะซีโตน	5.97
เมทานอล	7.34

จะเห็นได้ว่าการสกัดขมิ้นชันด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิดที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณสารสกัดหยาดที่ได้ ซึ่งในการสกัดด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิด พบว่าการสกัดด้วยเมทานอลสามารถสกัดสารได้ปริมาณสูงที่สุดคือร้อยละ 7.34 รองลงมาคืออะซีโตนร้อยละ 5.97 ไดคลอโรมีเทนร้อยละ 5.35 และต่ำสุดคือเฮกเซนร้อยละ 0.13

2. การศึกษาปริมาณเคอร์คูมินอยด์จากสารสกัดหยาดและขมิ้นชันแคปซูล

สร้างกราฟมาตรฐานเคอร์คูมินพบว่าได้กราฟเส้นตรง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของเคอร์คูมิน แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟสารมาตรฐานเคอร์คูมินวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การวิเคราะห์หาปริมาณเคอร์คูมินอยด์จากสารสกัดหยาบที่ได้จากผงขมิ้นชันด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน อะซิโตน และเมทานอล พบว่าปริมาณเคอร์คูมินอยด์ที่ได้จากสารสกัดหยาบจากตัวทำละลายทั้ง 4 ชนิดแตกต่างกันคือ ไดคลอโรมีเทนร้อยละ 39.24 อะซิโตนร้อยละ 43.56 และเมทานอลร้อยละ 62.51 ส่วนเฮกเซนมีปริมาณสารสกัดน้อยมากไม่สามารถนำสารสกัดมาวิเคราะห์ได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันด้วยเมทานอลจะมีปริมาณเคอร์คูมินอยด์ที่สูงที่สุด รองลงมาคือตัวทำละลาย อะซิโตน และไดคลอโรมีเทน ตามลำดับดังข้อมูลแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ในสารสกัดหยาบตัวอย่างขมิ้นชันแคปซูล

	สารสกัดหยาบ			ตัวอย่างขมิ้นชันแคปซูลยี่ห้อ		
	ไดคลอโรมีเทน	อะซิโตน	เมทานอล	ลังกาสุกะ	อภัยภูเบศร	อ้วยอันโอส
ร้อยละของเคอร์คูมินอยด์	39.24	43.56	62.51	11.50	10.39	9.71

อภิปรายผลการวิจัย

จากการสกัดขมิ้นชันด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิดซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Kulkarni et al., 2017) โดยสกัดสารด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ คือ คลอโรฟอร์ม, เมทานอล, เอธิลอะซิเตตและอะซิโตน พบว่าได้สารสกัดหยาบมากที่สุดเมื่อสกัดตัวเมทานอล ร้อยละ 5.6 เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ (Nabati et al., 2014) ที่ได้ศึกษาการแยกและลักษณะเฉพาะของ curcumin จากขมิ้นที่มีขายในตลาดเมือง เมราเกสประเทศอิหร่าน โดยวิธีที่หลากหลายพบว่า การสกัดด้วยวิธี ซอกเลตโดยใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลายให้เคอร์คูมินอยด์ออก

มามากที่สุด ในขณะที่ (Revathy et al., 2011) พบว่าอะซีโตนก็สามารถสกัดสารเคอร์คูมินได้ดีเช่นเดียวกันแต่ประสิทธิภาพในการสกัดจะน้อยกว่าเมทานอล

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ขมิ้นชันแคปซูลทั้ง 3 ยี่ห้อพบว่า ยี่ห้อลังกาสุกะ มีปริมาณเคอร์คูมินอยด์สูงที่สุด คือร้อยละ 11.50 รองลงมา คือ ยี่ห้อภักย์ภูเบศร ร้อยละ 10.39 และอ้วยอันโอสธ ร้อยละ 9.71 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 ยี่ห้อปริมาณเคอร์คูมินอยด์สูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรคือ ร้อยละ 5 (กระทรวงสาธารณสุข ตำรามาตรฐานยาสมุนไพร, 2017) แสดงให้เห็นว่าขมิ้นชันแคปซูลจากโครงการลังกาสุกะโมเดลเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณสารสำคัญตามมาตรฐานกำหนด

สรุปผล

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าสารสกัดหยาบจากเมทานอลให้ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ที่สูงที่สุดคือร้อยละ 62.51 รองลงมาคือสารสกัดหยาบอะซีโตนร้อยละ 43.56 และไดคลอโรมีเทนร้อยละ 39.24 ตามลำดับ ส่วนการศึกษาปริมาณเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชันแคปซูลจำนวน 3 ยี่ห้อ พบว่า ยี่ห้อลังกาสุกะ มีปริมาณเคอร์คูมินอยด์สูงที่สุด คือร้อยละ 11.50 รองลงมา คือ ยี่ห้อภักย์ภูเบศร ร้อยละ 10.39 และอ้วยอันโอสธ ร้อยละ 9.71 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศ.ดร.กฤษณา ไกรสินธุ์ ประธานมูลนิธิกฤษณา ไกรสินธุ์ และ ผศ.ดร.สิริศรีคม ปิ่นสุวรรณ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับคำแนะนำให้คำปรึกษาและความอนุเคราะห์สารมาตรฐานและสารเคมีบางส่วนสำหรับทำวิจัยทำให้โครงการสามารถดำเนินไปได้เป็นอย่างดี

อ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข ตำรามาตรฐานยาสมุนไพร, (2017). การวิเคราะห์ เคอร์คูมิน ด้วยวิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง UV-visible Spectrophotometer, 136, 135-145.
- Agarwal, BB., & Sung, B. (2009). Pharmacological basis for the role of curcumin in chronic diseases: an age-old spice with modern targets. *Trends in Pharmacological Sciences*, 30, 85-94.

- Kadam, P. V., Bhingare, C. L., Nikam, R. Y., & Pawar, S. A. (2013). Development and validation of UV Spectrophotometric method for the estimation of Curcumin in cream formulation. *Pharmaceutical Methods*, 4(2), 43–45.
- Kulkarni, S.J., Maske, K.N., Budre M.P., & Mahajan, R.P. (2017). Extraction and purification of curcuminoids from Turmeric (*Curcuma longa* L.). *International Journal of Pharmacology and Pharmaceutical Technology*, 1(2), 81-84.
- Leela, NK., Tava A., Shafi PM., John HP., & Chempakam B. (2002). Chemical composition of essential oils turmeric (*Curcuma longa* L.). *Acta Pharmaceutica*, 52, 137-141.
- Li, S., Yuan, W., Deng, G., Wang, P., Yang P., & Aggarwal B. B. (2011). Chemical Composition and Product Quality Control of Turmeric (*Curcuma longa* L.). *Pharmaceutical Crops*, 2, 28-54.
- Nabati, M., Mahkam, M., & Heidari, H. (2014). Isolation and characterization of curcumin from powdered rhizomes of turmeric plant marketed in Maragheh city of Iran with soxhlet technique. *Iranian Chemical Communication*, 2, 236-243.
- Revathy, S., Elumalai, S., Benny, M., & Antony, B. (2011). Isolation, Purification and Identification of Curcuminoids from Turmeric (*Curcuma longa* L.) by Column Chromatography *Journal of Experimental Sciences*, 2(7), 21-25.
- Sanphui P., Goud NR., Khandavilli UBR., Bhanoth S., & Nangia A. (2011). New polymorphs of curcumin. *Chemical Communications*, 47, 5013-5015.
- Tewtrakul, S., Tansakul, P., Daengrot, C., Ponglimanont, C., & Karalai, C. (2010). Anti-inflammatory principles from *Heritiera littoralis* bark. *Phytomedicine*, 17, 851-855.