



รายงานโครงการวิจัย
การเพิ่มมูลค่าขมิ้นชันด้วยนาโนเทคโนโลยีเทคโนโลยี
ชื่อเรื่องภาษาไทย
การวิจัยและพัฒนากการเพิ่มมูลค่าขมิ้นชันด้วยนาโนเทคโนโลยี
ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ
Research and Development on Value-Added of curcumin by
Nanotechnology

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย
(ชื่อภาษาไทย) นางสาววิไลศรี ลิ้มปพยอม
(ชื่อภาษาอังกฤษ) Ms. Wilaisri Limphapayom

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าการทดลอง. นางสาววิไลศรี ลิมปพยอม

สังกัด... กองวิจัยและพัฒนา
วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและ
แปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

ผู้ร่วมงาน..

นายโกเมศ สัตยาธูธ

สังกัด... กองวิจัยและพัฒนา
วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและ
แปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

นางสาวกนิษฐ พิศาลวัชรินทร์

สังกัด... กองวิจัยและพัฒนา
วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและ
แปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร

สังกัด... กองวิจัยและพัฒนา
วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและ
แปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

บทนำ

ขมิ้นชันเป็นสมุนไพรไทยที่สามารถปลูกได้ง่ายทั่วทุกภาคของประเทศ ขมิ้นชันมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์เป็นยาหลายชนิด แต่มีการนำมาใช้ประโยชน์น้อย ส่วนใหญ่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการบริโภคและใช้ประโยชน์ในยาแผนโบราณ ขมิ้นชันมีสรรพคุณทางยา มีสารออกฤทธิ์สูงและมีความปลอดภัยซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีในการนำมาใช้ประโยชน์ทั้งด้านการบริโภค และการใช้เป็นสารออกฤทธิ์ในเครื่องสำอาง แต่สารธรรมชาติที่มีคุณค่าในสมุนไพรมักจะเสื่อมสลายง่าย ไม่คงตัว จึงเป็นปัญหาในการนำมาแปรรูปเพื่อให้สารออกฤทธิ์มีความคงตัวในการผลิตแบบดั้งเดิมคือการสกัดสารและนำมาผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่างๆ ไม่มีคุณภาพมีสารสำคัญน้อยเพราะเสื่อมสลายในระหว่างการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำเสื่อมคุณภาพ เทคโนโลยีเอนแคปซูลเลชันโดยการทำให้แห้งแบบพ่นฝอยและการผลิตอนุภาคนาโนเพื่อกักเก็บสารสำคัญโดยนาโนเทคโนโลยี ซึ่งมีประโยชน์ในการกักเก็บสารที่ไม่คงตัวในสภาวะปกติ และใช้ในการควบคุมการปลดปล่อยสารสำคัญ อนุภาคนาโนของเคอร์คูมิน (curcumin) เคอร์คูมินเป็นสารพวกโพลีฟีนอลที่สกัดจากเหง้าของขมิ้นชัน (*Curcuma longa*) และมีการละลายน้ำได้น้อย เคอร์คูมิน เป็นสารที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยามากมาย ได้แก่ เป็น สารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ต้านอักเสบ (antiinflammation) ต้านการเกิดมะเร็ง (anticarcinogenesis) อย่างไรก็ตามเคอร์คูมินมีการละลายในน้ำได้น้อย ไม่คงตัวในสภาวะที่เป็นต่าง เทคโนโลยีนี้จึงถูกนำมาใช้เพื่อเอาชนะเภสัชภัณฑ์ของ เคอร์คูมิน อนุภาคนาโนที่มีการศึกษาเพื่อเพิ่มการละลายของเคอร์คูมินได้แก่ นาโนอิมัลชัน และเมื่อนานาโนอิมัลชันไปทดสอบฤทธิ์ต้านอักเสบในสัตว์ทดลองพบว่า มีฤทธิ์ที่ดีกว่าอิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ นอกจากนั้นยังมีการเก็บกักเคอร์คูมินไว้ในอนุภาคนาโนชนิดอื่นๆ ซึ่งช่วยให้เคอร์คูมินมีความคงตัวมากขึ้นและป้องกันการถูกทำลายโดยการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ภายในร่างกายได้ ทำให้สารอยู่ในกระแสเลือดได้นานขึ้นและเพิ่มชีวปริมาณออกฤทธิ์ของสารตลอดจนทำให้สารมีฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มขึ้นด้วย เช่นฤทธิ์ต้านมะเร็ง

การนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ (active agent) และการส่งสารออกฤทธิ์เข้าสู่ผิวหนังโดยการพัฒนาตัวนำพาหรือตัวนำส่งสาร ที่สามารถปกป้องสารออกฤทธิ์ไปสู่เป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นาโนอิมัลชันเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการกักเก็บสารออกฤทธิ์และสามารถซึมสู่ผิวได้ดีและเป็นที่ยอมรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางในปัจจุบัน ดังนั้นเพื่อวิจัยและพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรขมิ้นชันมีมูลค่าสูงขึ้นและลดปัญหาการเสื่อมคุณภาพ จึงได้นำนาโนเทคโนโลยีมาพัฒนาในการกักเก็บสารออกฤทธิ์ของขมิ้นชันเพื่อนำไปใช้ในเครื่องสำอาง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าขมิ้นชันให้อยู่ในรูปของสารสกัดขมิ้นชัน สารสกัดขมิ้นชันผสมรวมทั้งเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มและแบบเข้มข้น โดยได้ทำการตรวจสอบปริมาณสารสำคัญในขมิ้นชันที่เป็นพันธบัตรของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์ตรง 1 โดยพบว่า ปริมาณเคอร์คูมินในขมิ้นชันอบแห้ง มีค่าในช่วงร้อยละ 5.99 ± 1.19 - 8.00 ± 1.19 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมีในช่วงร้อยละ 6.8 ± 1.51 - 8.7 ± 0.96 การสกัดสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้ สารละลายเอทานอล 95% พบว่ามีปริมาณสารสกัดในช่วงร้อยละ 29.25 ± 3.46 - 36.93 ± 2.97 และพบว่ามีปริมาณเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอลในช่วงร้อยละ 15.81 ± 2.74 - 16.61 ± 1.92 ในการตรวจสอบสารสำคัญเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชัน โดยใช้เครื่อง HPLC พบว่าประกอบด้วยสาร curcumin, desmethoxycurcumin, bisdesmethoxycurcumin สำหรับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดขมิ้นชันมีค่า IC₅₀ (mg/ml) 5.48 ± 1.58 - 6.11 ± 1.95 ปริมาณฟีนอลทั้งหมด มีค่า 343.83 ± 24.89 - 358.89 ± 19.11 มิลลิกรัมของสารละลายมาตรฐาน gallic acid equivalents (GAE) ต่อสารสกัด 1 กรัม ต่อมานำสารสกัดมาทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผง การเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพสารสกัดขมิ้นชันผงในน้ำผึ้งแบบเข้มข้นและแบบพร้อมดื่ม โดยนำสูตรที่ผู้ชิมให้ความพึงพอใจสูง ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้นมีสารสกัดขมิ้นชันผง 15% และเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มมีสารสกัดขมิ้นชันผง 3% รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยการตรวจสอบปริมาณเคอร์คูมิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการตรวจสอบตามมาตรฐาน งานวิจัยการผลิตตัวนำส่งสารที่กักเก็บสารสกัดขมิ้นชัน ได้ทำการศึกษาวิจัยการเตรียมอนุภาคนาโนเพื่อกักเก็บสารเคอร์คูมินที่สกัดได้จากขมิ้นชันโดยการเตรียมอนุภาคนาโน คือ นีโอโซมที่กักเก็บสารเคอร์คูมินที่ประกอบด้วยโคเลสเตอรอล , tween 60 และสารเคอร์คูมิน 1-3% ได้ขนาดอนุภาคในช่วง 293.80-466.99 นาโนเมตร ไลโปโซมที่กักเก็บสารเคอร์คูมินที่ประกอบด้วยโคเลสเตอรอล , เลซิธิน และสารเคอร์คูมิน 1-3% ได้ขนาดอนุภาคในช่วง 432.43-809.03 นาโนเมตรและนาโนอิมัลชันที่กักเก็บสารสกัดขมิ้นชัน ประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ , น้ำและ tween 60 สารเคอร์คูมิน 1-2 % ได้ขนาดอนุภาคในช่วง 347.70-596.12 นาโนเมตร เมื่อทดสอบการซึมสู่ผิวหนังพบว่าสามารถซึมผ่านผิวหนังภายใน 12 ชั่วโมง ในการเตรียมนาโนอิมัลชันโดยใช้เครื่อง High Pressure homogenizer โดยทำการกักเก็บสารเคอร์คูมินและน้ำมันหอมระเหย พบว่า ได้ผลิตภัณฑ์ ครีมนวดขมิ้นทอง เซรั่มบำรุงผิว ครีมบำรุงผิวขมิ้นทอง นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่นำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บสารสำคัญเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความคงตัวสูง

Keywords : เคอร์คูมิน , สารสกัดขมิ้นชัน , การเอนแคปซูลเลชัน , เครื่องดื่ม , เครื่องสำอาง , นาโนเทคโนโลยี

Abstract

The objectives of this research is to value-added turmeric in term of turmeric extract , curcumin powder and curcumin drinks both concentrate and ready to drink. Curcumin content of Trang 1 ranged from 5.99 ± 1.19 - 8.00 ± 1.19 % , essential oil ranged from 6.8 ± 1.51 - 8.7 ± 0.96 % . Extraction of curcumin extract by using ethanol ranged from 29.25 ± 3.46 - 36.93 ± 2.97 % . Curcumin content in the extract ranged from 15.81 ± 2.74 - 16.61 ± 1.92 % . Analysis of curcumin composition by using HPLC were curcumin , desmethoxycurcumin and bisdesmethoxycurcumin. Antioxidant and phenolic compounds were IC50 (mg/ml) 5.48 ± 1.58 - 6.11 ± 1.95 and 343.83 ± 24.89 - 358.89 ± 19.11 mg of gallic acid equivalents per 1 gram of curcumin extract. Encapsulation of curcumin have been made by using spray dryer and preparation of curcumin drink. Curcumin drinks content of curcumin powder 3 and 15%. Research and Development on Drug Delivery Encapsulation of Curcumin for Utilization in Cosmetics. Preparation of niosome , liposome and nanoemulsion have been studied for cosmetic applications. Curcumin niosome composed of cholesterol and surfactant , tween 60 and 1-3% of curcumin. The particle size ranged from 293.80-466.99 nm. Curcumin liposome composed of cholesterol and lecithin and 1-3% of curcumin. The particle size ranged from 432.43-809.03 nm. Curcumin nanoemulsion composed of virgin coconut oil , water and surfactant , tween 60 and 1-2% of curcumin. The particle size ranged from 347.70-596.12 nm. All curcumin niosome , curcumin liposome and curcumin nanoemulsion were released within 12 hours.. Curcumin nanoemulsion containing virgin coconut oil were prepared by many formulations and using high pressure homogenizer. The stability of the nanoemulsion, particle size and zeta potential values are evaluated. Nanotechnology-based cosmeceuticals offer the advantage of diversity of the products, and increased bioavailability of active ingredients and increase cosmeceutical products with prolonged stability.

Keywords : Curcumin , Curcumin extracts, Encapsulation , Drink , Cosmetics , Nanotechnology.

การผลิตสารสกัดขมิ้นชันผงโดยเทคนิคเอนแคปซูลเลชั่นเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

Encapsulation of Curcumin for Food and Drink Ingredient.

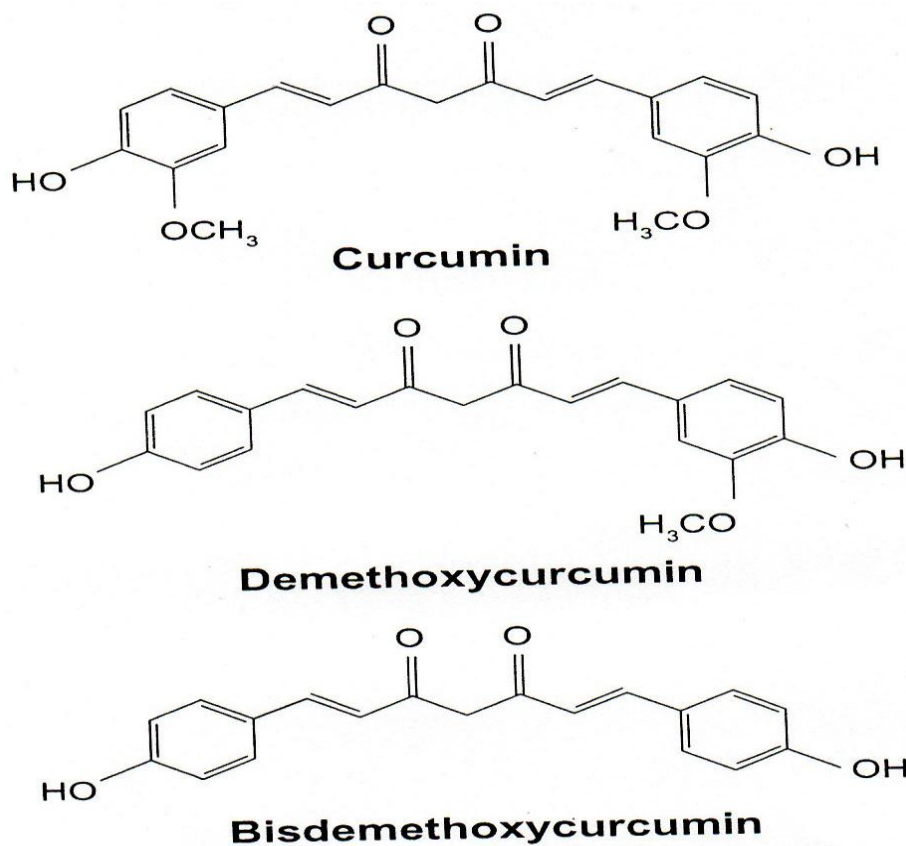
นางสาววิไลศรี ลิมปพยอม	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว และแปรรูปผลิตผลเกษตร
นายโกเมศ สัตยาวิ	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว และแปรรูปผลิตผลเกษตร
นางสาวกนิษฐ พิศาลวัชรินทร์	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว และแปรรูปผลิตผลเกษตร
นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว และแปรรูปผลิตผลเกษตร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าขมิ้นชันให้อยู่ในรูปของสารสกัดขมิ้นชัน สารสกัดขมิ้นชันผง รวมทั้งเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มและแบบเข้มข้น โดยได้ทำการตรวจสอบปริมาณสารสำคัญในขมิ้นชันที่เป็นพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์ตรัง 1 โดยพบว่า ปริมาณเคอร์คูมินในขมิ้นชันอบแห้ง มีค่าในช่วงร้อยละ 5.99 ± 1.19 - 8.00 ± 1.19 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมีในช่วงร้อยละ 6.8 ± 1.51 - 8.7 ± 0.96 การสกัดสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้ สารละลายเอทานอล 95% พบว่ามีปริมาณสารสกัดในช่วงร้อยละ 29.25 ± 3.46 - 36.93 ± 2.97 และพบว่ามีปริมาณเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอลในช่วงร้อยละ 15.81 ± 2.74 - 16.61 ± 1.92 ในการตรวจสอบสารสำคัญเคอร์คิวมินในสารสกัดขมิ้นชัน โดยใช้เครื่อง HPLC พบว่าประกอบด้วยสาร curcumin, desmethoxycurcumin, bisdesmethoxycurcumin สำหรับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดขมิ้นชันมีค่า IC₅₀ (mg/ml) 5.48 ± 1.58 - 6.11 ± 1.95 ปริมาณฟีนอลทั้งหมด มีค่า 343.83 ± 24.89 - 358.89 ± 19.11 มิลลิกรัมของสารละลายมาตรฐาน gallic acid equivalents (GAE) ต่อสารสกัด 1 กรัม ต่อมานำสารสกัดมาทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผง การเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพสารสกัดขมิ้นชันผงในน้ำผึ้งแบบเข้มข้นและแบบพร้อมดื่ม โดยนำสูตรที่ผู้ชิมให้ความพึงพอใจสูง ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้นมีสารสกัดขมิ้นชันผง 15% และเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มมีสารสกัดขมิ้นชันผง 3% รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยการตรวจสอบปริมาณเคอร์คูมิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการตรวจสอบตามมาตรฐาน จากผลงานวิจัยนี้ทำให้ได้สูตรเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้นและแบบพร้อมดื่มจำนวน 2 สูตรพร้อมคุณค่าทางโภชนาการ

คำนำ

ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn) เป็นพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านมะเร็ง ฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้ เกิดจากสาร curcuminoids (คณะกรรมการแห่งชาติด้านยา , 2549) ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม phenolic compound สาร curcuminoids เป็นสารสีเหลือง พบเป็นส่วนประกอบในขมิ้นชันประมาณ 3-6% สาร curcuminoids ประกอบด้วย สารที่สำคัญ 3 ชนิดคือ curcumin เป็นสารที่ทำให้มีสีเหลืองส้ม ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดี ใน dimethyl sulfoxide (DMSO) , acetone และ alcohol มีประมาณ 70-75% รองลงมาได้แก่ demethoxycurcumin มีประมาณ 15-20% และ bisdemethoxycurcumin มีประมาณ 3 % (Bhavani & Sreenivasa , 1979) สารกลุ่มเคอร์คิวมินอยด์ (curcuminoids). ในขมิ้นชัน เป็นสารสีเหลืองซึ่งอยู่ในกลุ่มของสารกลุ่มฟีนอลิก (polyphenolic compounds) ซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า diferuloylmethane (Nishinaka et.al., 2007) ซึ่งมีสูตรโครงสร้างหลักคือเคอร์คิวมิน (Curcumin) ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ขมิ้นชันมีสารสำคัญเคอร์คิวมินอยด์ ในปริมาณมากที่สุดประกอบด้วยปริมาณเคอร์คิวมินมากที่สุด รองลงมาคือบิสเดเมทอกซิเคอร์คิวมิน และเดเมทอกซิเคอร์คิวมินตามลำดับ สำหรับความสามารถของสารทั้งสามชนิด สิงห์คำและคณะ (2551) ได้ศึกษาการลดระดับวิล์มทูเมอร์วันเอ็มอาเอ็นเอและโปรตีนวิล์มทูเมอร์วันในเซลล์มะเร็งพบว่าสารเคอร์คิวมินมีความสามารถสูงสุดในการลดระดับของทั้งวิล์มทูเมอร์วันเอ็มอาเอ็นเอและโปรตีนวิล์มทูเมอร์วัน รองลงมาคือบิสเดเมทอกซิเคอร์คิวมิน และเดเมทอกซิเคอร์คิวมินตามลำดับ



โครงสร้างทางโมเลกุลของสารสกัดทั้งสามชนิดที่แตกต่างกัน จึงมีผลทำให้ฤทธิ์ของสารสกัดแตกต่างกัน โดยโครงสร้างของโมเลกุลของเคอร์คิวมินประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วน คือ hydroxyl group ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ส่วนที่สองคือ Ketone groups และส่วนที่สามคือ double bond ซึ่งทั้งสองส่วนนี้ มีคุณสมบัติเกี่ยวกับการทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ต้านสารก่อกลายพันธุ์และต้านมะเร็ง

เทคโนโลยีเอนแคปซูลเลชัน เป็นกระบวนการที่ของเหลวหรืออนุภาคถูกห่อหุ้มอยู่ในรูปของแคปซูลด้วยพอลิเมอร์เป็นชั้นบางๆ เกิดเป็นไมโครแคปซูลซึ่งมีขนาดประมาณ 1-1000 ไมครอน ชั้นพอลิเมอร์บางๆนี้ที่จะเป็นตัวป้องกันหรือปลดปล่อยสารสำคัญภายในออกมา โดยทำให้เกิดฟิล์มบางๆรอบอนุภาคหรือทำให้เกิดเป็นอิมัลชันและทำให้แห้ง ซึ่งสาระสำคัญที่ต้องป้องกันในไมโครแคปซูลจะถูกเรียกว่า คอร์ (core) และผนังบางๆ ที่ห่อหุ้มสารสำคัญจะถูกเรียกว่าวอลล์ (wall) ลักษณะของวอลล์ที่ดีควรจะต้องมีความสามารถแผ่เป็นแผ่นฟิล์มบางๆได้ มีความยืดหยุ่นและแข็งแรงเพียงพอ มีความสามารถทำให้เกิดอิมัลชัน มีคุณสมบัติในการยึดติดกับคอร์ได้ดีโดยไม่ทำปฏิกิริยากัน มีความหนืดต่ำเมื่ออยู่ในสถานะของแข็งต้องไม่ขึ้นง่าย นอกจากนี้ยังต้องมีความคงตัวสูง เพื่อจะป้องกันคอร์จากสภาพแวดล้อมต่างๆและปลดปล่อยคอร์ได้ดี ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน จะเห็นว่าวอลล์เป็นตัวสำคัญของเทคนิคไมโครเอนแคปซูลเลชัน ดังนั้นการเลือกใช้สารที่จะนำมาทำเป็นวอลล์จึงจำเป็นจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมทั้งต่อสารสำคัญและต่อสภาวะที่ต้องการใช้ สารที่สามารถนำมาทำเป็นวอลล์ได้มีมากมายหลายชนิดที่นิยมใช้และมีราคาไม่แพง คือสารในกลุ่มของแป้งเช่น มอลโตเด็กซ์ทริน (maltodextrin) กลูโคสไซรัป (Glucose syrup) และแป้งดัดแปร (Modified starch) มอลโตเด็กซ์ทรินเป็นคาร์โบไฮเดรตพอลิเมอร์ที่ผลิตได้จากแป้งมีกลูโคสโมโนเมอร์อยู่ 5-10 หน่วยต่อโมเลกุล ขึ้นอยู่กับค่า DE (Dextrose equivalent) ซึ่งมอลโตเด็กซ์ทรินจะมีค่า DE น้อยกว่า 20 น้ำหนักโมเลกุลของมอลโตเด็กซ์ทรินจะลดลงเมื่อค่า DE เพิ่มขึ้น เช่น DE5, DE10, DE15 มีค่า 3600 1800 และ 1200 ตามลำดับ คุณสมบัติโดยทั่วไปของมอลโตเด็กซ์ทริน คือละลายน้ำได้ และมีคุณสมบัติในการป้องกันคอร์จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน รวมทั้งการมีคุณสมบัติในด้านการให้ความหนืดต่ำเมื่อใช้ที่ปริมาณของแข็งสูงๆ ซึ่งเหมาะกับขบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

ทรงยศ และคณะ (2007) ได้ศึกษาการนำเคอร์คิวมินอยด์ทั้ง 3 ชนิด คือ เคอร์คิวมิน ดีเมตทอกซีเคอร์คิวมินและบิสดีเมตทอกซีเคอร์คิวมินที่มีความบริสุทธิ์สูง 100% มาศึกษาผลต่อการเปลี่ยนแปลงเซลล์มะเร็งที่ดื้อต่อยาเคมีบำบัดอิโรโปซายด์วีพี 16 ให้มีการตอบสนองต่อยาเคมีบำบัดมากขึ้น โดยพบว่าเคอร์คิวมินอยด์ที่ความเข้มข้น 10 ไมโครโมล สามารถปรับเปลี่ยนลักษณะการแสดงของการดื้อยา ทำให้เซลล์ HEK293pcDNA3.1MRP1 cell line มีความไวต่อยาเพิ่มขึ้นโดยเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “ Synergistic effect” ดังนั้นในอนาคตเราอาจจะสามารถนำเคอร์คิวมินอยด์ มาใช้เพื่อการรักษาร่วมกับยาเคมีบำบัดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาด้วยเคมีบำบัดเพื่อช่วยลดอัตราการดื้อยาในผู้ป่วยโรคมะเร็งหรือลดผลข้างเคียงจาก MDR modulator สังเคราะห์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้การรักษาด้วยเคมีบำบัดมีประสิทธิภาพอย่างสูงสุดกับผู้ป่วยมะเร็ง

นักศึกษาระดับปริญญาโท พ.ญ. ปารินทร์ ศุจิจันทร์รัตน์ และอาจารย์ น.พ. จรัสศักดิ์ เรื่องพีระกุล ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากขมิ้นชันชนิดแคปซูลเพื่อลดน้ำหนักและลดระดับไขมันในเลือด พบว่า น้ำหนักตัว ค่าดัชนีมวลกาย และ LDL มีค่าเฉลี่ยผลต่างก่อนและหลังสิ้นสุดโครงการ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อเปรียบเทียบผลข้างเคียงทั้งอาการผิดปกติและผลการตรวจค่าเอนไซม์ตับระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการรับประทานเคอร์คูมินขนาด 1.5 กรัม ต่อวัน ติดต่อกันนาน 12 สัปดาห์นั้น สามารถลด น้ำหนัก ดัชนีมวลกายและ LDL ในเลือดได้ นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยสูง คือไม่มีผลข้างเคียงที่เป็นอันตราย และไม่เป็นพิษต่อดัชนี

ในรอบ 5-10 ปีนี้มีนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศได้ศึกษาวิจัยคุณสมบัติของ curcumin ต่อการยับยั้งการเกิดโรคมะเร็งและผลวิจัยส่วนใหญ่ก็มีผลดี รวมทั้งตลาดอาหารเสริมสุขภาพจากสมุนไพรมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากกระแสการรักษาสุขภาพให้แข็งแรงเพื่อที่จะได้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลกำลังมาแรง รวมทั้งเทคโนโลยีในการคิดค้นเพื่อสกัดสารที่มีคุณภาพต่างๆจากเครื่องเทศและสมุนไพรมีความก้าวหน้าไปอย่างมาก โดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้ว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแปรรูปเพิ่มมูลค่าสมุนไพรขมิ้นชันให้อยู่ในรูปแบบสารสกัดที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็นหมื่นบาทต่อกิโลกรัมสารสกัด รวมทั้งการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ผู้บริโภคทุกเพศทุกวัยเข้าถึงได้ง่ายในรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มและแบบเข้มข้นที่สามารถขยายผลในเชิงพาณิชย์ได้

วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การเตรียมตัวอย่าง

นำขมิ้นชันที่เป็นพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร ตรง 1 จากศูนย์วิจัยพืชสวนจังหวัดตรัง มาใช้ใน งานวิจัยนี้ โดยวิเคราะห์ปริมาณสารเคอร์คูมิน ปริมาณน้ำมันหอมระเหยและปริมาณสารสกัดที่สกัดโดยใช้ สารละลายเอทานอล โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ล้างทำความสะอาดขมิ้นชันและผึ่งให้แห้ง
2. นำมาหั่นสไลด์เป็นชิ้นบางๆ
3. ทำให้แห้งโดยการตากแดดนาน ประมาณ 5 วัน จนกระทั่งขมิ้นชันแห้งมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น น้อยกว่า 6%เก็บขมิ้นชันที่อบแห้งแล้วไว้ในถุงพลาสติกเมื่อนำมาวิเคราะห์ ก็จะบดด้วยเครื่อง บดละเอียด

การสกัดน้ำมันหอมระเหย

ชั่งตัวอย่างขมิ้นชันที่แห้งแล้วหนัก 300 กรัม บรรจุในพลาสติกกันกลมขนาด 5000 มล. เติมน้ำ กลั่นบริสุทธิ์จำนวน 3500 มล. บรรจุตัวอย่างลงในชุดเครื่องแก้วสำหรับการกลั่นน้ำมันหอมระเหย เปิด

เครื่องทำน้ำเย็นไหลหมุนเวียนและทำการสกัดน้ำมันหอมระเหย นาน 6 ชั่วโมงหรือจนกว่าไม่มีน้ำมันหอมระเหยระเหยออกมา ปิดเครื่องทิ้งไว้ให้เย็น บันทึกปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้

การสกัดสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้สารละลายเอทานอล

ชั่งตัวอย่างขมิ้นชันที่แห้งและบดแล้วหนัก 30 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง whatman No. 1 บรรจุห่อตัวอย่างในเครื่องแก้วที่ต่อกับฟลาสก้นกลมขนาด 500 มล. เติมสารละลายเอทานอล 95% จำนวน 350 มล. ต่อชุดเครื่องแก้วสำหรับสกัดสารสกัดอย่างต่อเนื่อง เปิดเครื่องทำน้ำเย็นไหลหมุนเวียนและทำการสกัดสารสกัดขมิ้นชัน นาน 6 ชั่วโมงหรือจนกว่าสารละลายสกัดได้น้อยลง คือสารละลายมีสีเหลืองน้อยลง ปิดเครื่องทิ้งไว้ให้เย็น นำห่อตัวอย่างออกจากเครื่องแก้ว ระเหยสารละลายเอทานอล เพื่อเก็บไว้กลั่นบริสุทธิ์และใช้งานต่อไป ต่อมาทำการระเหยสารสกัดขมิ้นชันด้วยเครื่องระเหยสารสุญญากาศ ซึ่งให้น้ำหนักคงที่ บันทึกปริมาณสารที่สกัดได้

การวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมิน (Determination of Curcumin)

Determination of Curcumin by using UV-Spectrophotometry.

การเตรียมสารมาตรฐานเคอร์คูมิน

1. ชั่งสารมาตรฐานเคอร์คูมินอย่างละเอียด 0.1 กรัม ละลายด้วยเมทานอล ทำให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตรในขวดก้นกลม ปิเปตสาร 1 มล. ทำให้มีปริมาตร 25 มล. ในขวดก้นกลม ทำให้มีความเข้มข้น 40 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมสารมาตรฐานเคอร์คูมินที่มีความเข้มข้นต่างกัน 3 จุด โดยปิเปตสาร 1 มล. , 5 มล. , และ 10 มล. ลงในขวดปริมาตรทำให้มีปริมาตร 25 มล. ด้วยเมทานอล เพื่อทำการกราฟมาตรฐาน
2. จากข้อ 1 ได้กราฟเส้นตรง ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร และความเข้มข้นของสารมาตรฐาน
3. การเตรียมตัวอย่างขมิ้น เพื่อหาปริมาณสารเคอร์คูมิน
 - 3.1 ชั่งตัวอย่างขมิ้นอบแห้งที่บดแล้วอย่างละเอียด 1 กรัม ลงในหลอดแก้วทดลอง สกัดด้วยเมทานอล 50 มล. ปิเปตสารละลาย นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร 5 ซ้ำ
4. การวัดปริมาณสารเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชัน
 - 4.1 ชั่งสารสกัดขมิ้นชันอย่างละเอียด 0.1 กรัม ในขวดก้นกลม ทำให้มีปริมาตร 25 มล. ด้วยเมทานอล นำไปวัดปริมาณเคอร์คูมินทำการทดลองตัวอย่างละ 5 ซ้ำ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน
5. การวัดปริมาณสารเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันผง

5.1 ชั่งสารสกัดไขมันชั้นผงอย่างละเอียด 0.5 กรัม ในขวดก้นกลม ทำให้มีปริมาตร 100 มล.

ด้วยเมทานอล ปิเปตสารละลายไปวัดปริมาณเคอร์คูมิน เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน การวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินโดยใช้เครื่อง HPLC (High Pressure Liquid Chromatography)

1. การเตรียมสารมาตรฐานเคอร์คูมิน ชั่งสารมาตรฐานเคอร์คูมินอย่างละเอียด 50 มก. ลงในขวดก้นกลมปริมาตร 50 มล. ปรับปริมาตรด้วยเมทานอล 50 มล. ได้สารมาตรฐาน 1000 มก.ต่อลิตร (1000 มล.)
2. ทำการเจือจางให้สารมาตรฐานมีความเข้มข้น 20 มก ต่อ ลิตร ต่อมาทำการตรวจวัดหาปริมาณ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer.
3. เตรียมสารมาตรฐานเคอร์คูมินที่มีความเข้มข้น 20 มก. ตือลิตร ฉีดเข้าสู่ระบบ HPLC ที่มีวัฏภาคเคลื่อนที่ที่เหมาะสมในการแยกและตรวจวัดคลื่นที่ 420 นาโนเมตร
4. เตรียมกราฟมาตรฐานสารเคอร์คูมิน ที่ 20 , 40 ,60 ,80 และ 100 มก. ตือลิตร
5. คอลัมน์ที่ใช้ Reverse phase column C18 ขนาด 4.6X150 mm.
6. ระบบวัฏภาคเคลื่อนที่ ใช้ 2% acetic acid กับ acetonitrile ดังนี้

เวลา (นาที)	Acetonitrile (%A)	2% acetic acid (%B)
0.01	40	60
10.00	20	60
12.00	40	60

7. อัตราการไหล 1 มล. ต่อ นาที

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดำเนินการตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไขมันชั้นอบแห้ง , สารสกัดไขมันชั้น โดยเตรียมสารที่ต้องการทดสอบที่ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้ ascorbic acid เป็น positive control โดยเตรียมให้มีความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรจากนั้นนำตัวอย่าง เติมสารละลาย 2,2-diphenyl-picrylhydrazyl radical โดยวางทิ้งให้ทำปฏิกิริยานาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร หลังจากปฏิกิริยาดำเนินไปจนถึงภาวะคงที่ โดยได้ทำการทดลองตัวอย่างละ 5 ซ้ำ คำนวณหา % DPPH Inhibition.

การหา vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) โดยสร้าง calibration curve จากสารละลายมาตรฐาน ascorbic acid (Vitamin C) ในเอทานอล ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม ต่อ มิลลิลิตร นำมาทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH จากนั้นหาความเข้มข้นของตัวอย่างที่นำมาทดสอบที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจาก calibration curve นำไปคำนวณหา vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) ในรูป มิลลิกรัมของ vitamin C equivalents ต่อน้ำหนักของสารตัวอย่าง

การหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compounds)

การหาปริมาณสารฟีนอลิกรวมทั้งหมด ทำโดยการสร้าง calibration curve จากสารละลายมาตรฐาน gallic acid ในเอทานอล ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม ต่อ มิลลิกรัม นำตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร เติม % Folin-Ciocalteu reagent 4 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย 10% sodium carbonate 2 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้ UV-spectrophotometer การทดสอบตัวอย่างทำโดยการเตรียมตัวอย่างให้มีความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม ต่อ มิลลิกรัม เช่นเดียวกับ สารละลายมาตรฐาน ทำการทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ คำนวณปริมาณสารฟีนอลิกรวมเฉลี่ยในรูปมิลลิกรัมของ gallic acid equivalent (GAE) ต่อน้ำหนักสารตัวอย่าง

การเอนแคปซูลเลชันสารสกัดขมิ้นชัน

การเอนแคปซูลเลชันสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้เครื่อง Spray dry การทำผงแห้งของสารสกัดขมิ้นชันในการทำผงสารสกัดขมิ้นชัน นำสารสกัดหยาบขมิ้นชันมากำจัดยางเหนียวโดยสกัดออกด้วยสารละลาย อะซีโตน นำส่วนที่ละลายในอะซีโตน มาระเหยสารอะซีโตน และล้างด้วยสารละลายเอทานอล ระเหยสารละลายเอทานอลทำให้แห้งและนำสารที่กำจัดยางเหนียวออกแล้วทำการเตรียมสารสกัดผง ดังนี้ คือ สารสกัดขมิ้นชัน 50 กรัม ละลายในเอทานอล 500 มล. และน้ำกลั่นบริสุทธิ์ 1000 มล. ละลายให้เข้ากันเป็นส่วนที่ 1 ต่อมานำ maltodextrin 750 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์ 1700 มล. จนรวมเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร นำส่วนที่ 1 มารวมกันและผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำมาทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้เครื่อง Spray dryer ที่อุณหภูมิเข้า 170 C และอุณหภูมิออก 70 C จากการทดลองนี้ได้ สารสกัดขมิ้นชันผง คิดเป็นร้อยละ 60 จากสารละลายตั้งต้น สารสกัดผงที่ได้มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 7.30 และมีค่าสี $L^* 72.2-72.74$, $a 12.89-13.17$, $b 60.96-61.91$

การวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistic analysis)

ในการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกรวมทำการทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (n=5) และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (\pm S.D.)

- เวลาและสถานที่ - เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2557
- สิ้นสุด 30 กันยายน 2559

สถานที่ดำเนินงาน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

งานวิจัยการผลิตสารสกัดขมิ้นชันผงโดยเทคนิคเอนแคปซูลเลชัน เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าขมิ้นชันในรูปของสารสกัดขมิ้นชันและการแปรรูปเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ โดยได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของขมิ้นชันพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์ตรัง 1 พบว่าขมิ้นชันอบแห้งมีความชื้นในช่วงร้อยละ $4.85 \pm 1.14 - 5.57 \pm 0.72$ ปริมาณน้ำมันในช่วงร้อยละ $2.48 \pm 1.0 - 2.81 \pm 0.91$ ปริมาณโปรตีนในช่วง $2.78 \pm 0.58 - 3.53 \pm 1.21$ ปริมาณ fiber ในช่วงร้อยละ $9.90 \pm 1.45 - 11.81 \pm 1.25$ ปริมาณน้ำมันหอมระเหย ในช่วงร้อยละ $6.80 \pm 1.51 - 8.7 \pm 0.96$ ปริมาณสารสกัดที่สกัดด้วยสารละลายเอทานอล 95% พบว่ามีปริมาณสารสกัดในช่วงร้อยละ $29.25 \pm 3.46 - 36.93 \pm 2.97$ ปริมาณเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอลมีในช่วงร้อยละ $15.81 \pm 2.74 - 16.61 \pm 1.92$ ปริมาณเคอร์คูมินมีในช่วงร้อยละ $5.99 \pm 1.19 - 8.00 \pm 1.19$ เมื่อวัดโดยวิธี UV-Spectrophotometry และมีค่าในช่วงร้อยละ $5.47 - 7.30$ เมื่อวัดโดยเทคนิค HPLC การสกัดสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้ สารละลายเอทานอล 95% พบว่ามีปริมาณสารสกัดในช่วงร้อยละ $29.25 \pm 3.46 - 36.93 \pm 2.97$ และพบว่าปริมาณเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอลมีในช่วงร้อยละ $15.81 \pm 2.74 - 16.61 \pm 1.92$ ในการตรวจสอบสารสำคัญเคอร์คิวมินอยด์ในสารสกัดขมิ้นชัน โดยใช้เครื่อง HPLC พบว่าประกอบด้วยสาร curcumin, desmethoxycurcumin, bisdesmethoxycurcumin สำหรับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดขมิ้นชันมีค่า IC50 (mg/ml) $5.48 \pm 1.58 - 6.11 \pm 1.95$ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด มีค่า $343.83 \pm 24.89 - 358.89 \pm 19.11$ มิลลิกรัมของสารละลายมาตรฐาน gallic acid equivalents (GAE) ต่อสารสกัด 1 กรัม แสดงในตารางที่ 1 และ 4

องค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน (%) Alpha-phellandrene 0.74, 1, 8 cineole 1, 55 , p-cymene 0.65 , Alpha-terpinolene 4.20 , Trans-caryophyllene 0.80 , zingiberene 2.74 , Beta-bisabolene 0.40 , Beta-sesquiphellandrene 3.09 , Ar-curcumene 1.47, Alpha-turmerone 17.64 , Beta-turmerone 23.64 , Beta-atlantone 1.23. แสดงใน ตารางที่ 2

องค์ประกอบของสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้สารละลายเอทานอล 95% (%) Alpha-phellandrene Tr , 1, 8 cineole 0.57 , p-cymene Tr, Alpha-terpinolene Tr , Trans-caryophyllene 0.67 , zingiberene 2.51 , Beta-bisabolene 0.44 , Beta-sesquiphellandrene 5.20 , Ar-curcumene 3.28 , Ar-turmerone 24.42 , Alpha-turmerone 16.68, Beta-turmerone 26.06 , Beta-atlantone 1.74. แสดงในตารางที่ 3

ต่อมานำสารสกัดขมิ้นชันมาทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผง คือ การเอนแคปซูลเลชันสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้เครื่อง Spray dry การทำผงแห้งของสารสกัดขมิ้นชัน ในการทำผงสารสกัดขมิ้นชัน นำสารสกัดหยาบขมิ้นชันมากำจัดยางเหนียวโดยสกัดออกด้วยสารละลาย อะซีโตน นำส่วนที่

ละลายในอะซีโตน มาระเหยสารอะซีโตน และล้างด้วยสารละลายเอทานอล ระเหยสารละลายเอทานอลทำให้แห้งและนำสารที่กำจัดยางเหนียวออกแล้วทำการเตรียมสารสกัดผง ดังนี้ คือ สารสกัดขมิ้นชัน 50 กรัม ละลายในเอทานอล 500 มล. และน้ำกลั่นบริสุทธิ์ 1000 มล. ละลายให้เข้ากันเป็นส่วนที่ 1 ต่อมานำ maltodextrin 750 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์ 1700 มล. จนรวมเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร นำส่วนที่ 1 มารวมกันและผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำมาทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้เครื่อง Spray dryer ที่อุณหภูมิเข้า 170 C และอุณหภูมิออก 70 C จากการทดลองนี้ได้ สารสกัดขมิ้นชันผง คิดเป็นร้อยละ 60 จากสารละลายตั้งต้น

สารสกัดผงที่ได้มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 7.30 และมีค่าสี L^* 72.2-72.74 , a 12.89-13.17 , b 60.96-61.91 แสดงในตารางที่ 5 ในการตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดขมิ้นชันผงพบว่าค่าในช่วง IC50 1.74-1.87 และ ปริมาณฟีนอลิกรวมมีค่าในช่วง 116.52-126.58 mg (GAE) /1 g curcumin powder. แสดงในตารางที่ 6

การเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพสารสกัดขมิ้นชันผงในน้ำผึ้งแบบเข้มข้นและแบบพร้อมดื่ม โดยนำสูตรที่ผู้ชิมให้ความพึงพอใจสูง ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้นมีสารสกัดขมิ้นชันผง 15% และเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มมีสารสกัดขมิ้นชันผง 3%

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้นเป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผง 15% ในน้ำผึ้งที่ลดความเข้มข้นของน้ำผึ้งด้วยน้ำ 50% ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 point hedonic scale โดยผู้ที่ไม่ได้ประสบการณ์จำนวน 30 คน พบว่ามีความชอบรวม 7.5 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มเป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผง 3% ในน้ำผึ้งที่ลดความเข้มข้นของน้ำผึ้งด้วยน้ำ 10 เท่า ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 point hedonic scale โดยผู้ที่ไม่ได้ประสบการณ์จำนวน 30 คน พบว่ามีความชอบรวม 8.0 รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการ แสดงในตารางที่ 7 , 8 , และ 9

การเอนแคปซูลเลชันสารสกัดขมิ้นชัน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผงที่ละลายน้ำได้ดีซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่ง เนื่องจากสารสกัดขมิ้นชันไม่ละลายน้ำทำให้มีข้อจำกัดในการนำไปใช้ประโยชน์เป็นยาหรือการใช้ในร่างกายเป็นอาหารเสริมสุขภาพ สารสกัดขมิ้นชันผงที่ผลิตได้สามารถกักเก็บกลิ่นรส ความเผ็ดได้ดี มีฤทธิ์ทางชีวภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอาหาร ยาและเครื่องสำอาง

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้จำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ คือสารสกัดขมิ้นชัน สารสกัดขมิ้นชันผง เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่ม สามารถนำไปขยายผลเชิงพาณิชย์ได้ และสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ผู้สนใจ ผู้ประกอบการนำไปใช้ประโยชน์ได้

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

1.จากผลของงานวิจัยนี้ได้ข้อมูลคุณภาพของขมิ้นชันพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์ตรัง 1 คือการเตรียมตัวอย่างขมิ้นชันอบแห้งทำให้มีความชื้นในช่วงร้อยละ 4.85 ± 1.14 - 5.57 ± 0.72 ปริมาณน้ำมันในช่วงร้อยละ 2.48 ± 1.0 - 2.81 ± 0.91 ปริมาณโปรตีนในช่วง 2.78 ± 0.58 - 3.53 ± 1.21 ปริมาณ fiber ในช่วงร้อยละ

ละ 9.90 ± 1.45 - 11.81 ± 1.25 ปริมาณน้ำมันหอมระเหย ในช่วงร้อยละ 6.80 ± 1.51 - 8.7 ± 0.96 ปริมาณสารสกัดที่สกัดด้วยสารละลายเอทานอล 95% ในช่วงร้อยละ 29.25 ± 3.46 - 36.93 ± 2.97 ปริมาณเคอร์คูมิน มีในช่วงร้อยละ 5.99 ± 1.19 - 8.00 ± 1.19 เมื่อวัดโดยวิธี UV-Spectrophotometry และมีค่าในช่วงร้อยละ 5.47 - 7.30 เมื่อวัดโดย เทคนิค HPLC

2. องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยเข้มข้น (%) Alpha-phellandrene 0.74 , 1,8cineole 1.55, p-cymene 0.65, Alpha-terpinolene 4.20, Trans-caryophyllene 0.80, zingiberene 2.74, Beta-bisabolene 0.40, Beta-sesquiphellandrene 3.09, Ar-curcumene 1.47, Alpha-turmerone 17.64, Beta-turmerone 23.64, Beta-atlantone 1.23. แสดงในตารางที่ 2

3. องค์ประกอบของสารสกัดเข้มข้นโดยใช้สารละลายเอทานอล 95% (%) Alpha-phellandrene Tr , 1,8cineole 0.57, p-cymene Tr, Alpha-terpinolene Tr, Trans-caryophyllene 0.67, zingiberene 2.51, Beta-bisabolene 0.44, Beta-sesquiphellandrene 5.20, Ar-curcumene 3.28, Ar-turmerone 24.42, Alpha-turmerone 16.68, Beta-turmerone 26.06, Beta-atlantone 1.74. แสดงในตารางที่ 3

4. ได้เทคนิคการสกัดน้ำมันหอมระเหย น้ำมันหอมระเหยเป็นสารธรรมชาติที่นำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ส่วนบุคคล เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร

5. การสกัดสารสกัดเข้มข้นโดยใช้สารละลายเอทานอล 95% โดยพบว่า สามารถสกัดสารสกัดเข้มข้นได้ในช่วงร้อยละ 29.25 ± 3.46 - 36.93 ± 2.97 ปริมาณ curcumin มีในช่วงร้อยละ 13.53 ± 0.64 - 16.61 ± 1.92 เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี UV-Spectrophotometry. และมีค่าในช่วงร้อยละ 10.58 - 14.17

6. ผลการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเข้มข้น พบว่ามีค่าในช่วง IC50 (mg/ml) 5.48 ± 1.58 - 6.11 ± 1.95 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด มีค่า 343.83 ± 24.89 - 358.89 ± 19.11 มิลลิกรัมของสารละลายมาตรฐาน gallic acid equivalents (GAE) ต่อสารสกัด 1 กรัม

7. การเอนแคปซูลเลชันสารสกัดเข้มข้น โดยใช้เครื่อง Spray dryer ทำให้ได้สารสกัดเข้มข้นผงที่ละลายน้ำได้ดี มีสารสำคัญเคอร์คูมินในช่วงร้อยละ 4.8 ± 1.0 - 5.7 ± 0.98 และมีค่าสี $L^*72.2$ - 72.74 , a 12.89 - 13.17 , b 60.96 - 61.91 มีค่า IC50 เฉลี่ย (mg/ml) 1.74 ± 0.88 - 1.87 ± 0.69 และ Total phenolic compound content as mg (GAE) /1 g powder มีค่าเฉลี่ย ในช่วง 116.52 ± 11.32 - $126. \pm 10.62$

8. ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้น เป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดเข้มข้นผง 15 % ในน้ำผึ้งที่ลดความเข้มข้นของน้ำผึ้งด้วยน้ำ 50% ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 point hedonic scale โดยผู้ที่ไม่ม่มีประสบการณ์จำนวน 30 คน พบว่ามีความชอบโดยเฉลี่ยรวม 7.5

9 ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่ม เป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผง 3 % ในน้ำผึ้งที่ลดความเข้มข้นของน้ำผึ้งด้วยน้ำ 10 เท่า ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 point hedonic scale โดยผู้ที่ไม่ม่มีประสบการณ์จำนวน 30 คน พบว่ามีความชอบโดยเฉลี่ยรวม 8.0

10. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ จำนวน 4 ผลิตภัณฑ์คือสารสกัดขมิ้นชัน สารสกัดขมิ้นชันผง เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้นและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่ม สามารถนำไปขยายผลเชิงพาณิชย์ได้ มีเทคโนโลยีพร้อมให้ผู้สนใจ ผู้ประกอบการนำไปใช้ประโยชน์ได้

ขมิ้นชันที่มีคุณภาพดีต้องปฏิบัติและเก็บเกี่ยวตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรจึงมีสาร สำคัญสูง การเพิ่มมูลค่าขมิ้นชันโดยการสกัดสารสำคัญ โดยการใช้เอทานอล 95% สามารถสกัดได้สารสำคัญสูง มีฤทธิ์ทางชีวภาพสูง สามารถนำเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปขยายผลเพื่อส่งออกขมิ้นชันในรูปแบบของสารสกัดที่เพิ่มมูลค่าได้สูง

การเอนแคปซูลเลชั่นสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้เครื่อง Spray dryer ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผงที่ละลายน้ำได้ดีซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งเนื่องจากสารสกัดขมิ้นชันไม่ละลายน้ำทำให้มีข้อจำกัดในการนำไปใช้เป็นยาหรือการใช้ในร่างกาย สารสกัดขมิ้นชันผงที่ผลิตได้สามารถกักเก็บกลิ่นรสความเผ็ดได้ดี มีฤทธิ์ทางชีวภาพ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอาหาร ยาและเครื่องสำอาง

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

1. จากผลงานการวิจัยนี้ จะได้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับขมิ้นชันที่สามารถนำไปใช้เป็นเอกสารอ้างอิงได้
2. การนำผลงานวิจัย ไปใช้ประโยชน์ การศึกษาคุณภาพเบื้องต้นของขมิ้นชัน ผลการตรวจสอบคุณภาพที่ได้สามารถกำหนดราคาในการซื้อขายขมิ้นชันทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการตรวจสอบปริมาณสารเคอร์คูมินที่อยู่ในขมิ้นชัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอ้างอิงได้
3. ได้เทคนิคการเตรียมตัวอย่างการเก็บรักษาวัตถุดิบขมิ้นชัน โดยการเก็บรักษาขมิ้นชันที่ทำความสะอาดอบแห้งและเก็บรักษาไว้นาน 6 เดือน
4. ได้เทคนิคการสกัดน้ำมันหอมระเหยเพื่อเพิ่มมูลค่าในรูปแบบน้ำมันหอมระเหย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม
5. ได้เทคนิคการสกัดสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้เอทานอล 95% ซึ่งสามารถขยายผลในเชิงพาณิชย์ได้
6. ได้ข้อมูลปริมาณสารเคอร์คูมินและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอล 95%
7. ได้สารสกัดที่มีปริมาณสารสำคัญสูงเพื่อเป็นแนวทางในการทำมาตรฐานสารสกัดเพื่อการส่งออกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมยาและสารมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะสามารถเพิ่มมูลค่าได้สูงมากและยั่งยืน
8. ได้เทคนิคการเอนแคปซูลเลชั่น สารสกัดขมิ้นชันโดยทั่วไปไม่ละลายน้ำจะละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ เช่น เอทานอล เมทานอล ละลายได้ดี ในอะซีโตน ใน DMSO (dimethyl sulfoxide) การไม่ละลายน้ำของสารสำคัญในขมิ้นชันจึงมีข้อจำกัดในการนำไปใช้เป็นยาหรือการบริโภค ด้วยเทคนิคนี้ทำให้สารสำคัญ

ในขมื่นชันสามารถละลายน้ำได้ซึ่งมีประโยชน์ในการนำไปใช้ประโยชน์โดยการรับประทาน รวมทั้งในเครื่องสำอาง

9. สารสกัดขมื่นชันผงเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปที่เพิ่มมูลค่าขมื่นชัน การเอนแคปซูลเลชั่น หรือการทำผงแห้งแบบพ่นฝอยมีประสิทธิภาพในการกักเก็บกลิ่นรสให้คงตัวได้นาน 1-2 ปี

10. ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมื่นชัน สารสกัดขมื่นชันผงที่ผลิตได้สามารถขยายผลในเชิงพาณิชย์ หรือเป็นเทคโนโลยีพร้อมใช้เพื่อถ่ายทอดให้ผู้ประกอบการที่สนใจนำไปต่อยอดธุรกิจได้

11. เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพขมื่นชันผงในน้ำผึ้งแบบพร้อมดื่มสามารถใช้เป็นเครื่องดื่มเย็นและเครื่องดื่มร้อนได้ สำหรับผู้ประกอบการนำไปต่อยอดธุรกิจได้

12. ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมื่นชันผงสามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเพื่อให้สี กลิ่นรสของขมื่นชัน และเพื่อใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ

การวิจัยและพัฒนาการผลิตตัวนำส่งสารที่กักเก็บสารสกัดขมิ้นชันเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ใน
ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

Research and Development on Drug Delivery Encapsulation of Curcumin for
Utilization in Cosmetics.

นางสาววิไลศรี ลิ้มปวยอ	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป ผลิตผลเกษตร
นายโกเมศ สัตยาวุธ	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป ผลิตผลเกษตร
นางสาวกนิษฐ พิศาลวัชรินทร์	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป ผลิตผลเกษตร
นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป ผลิตผลเกษตร

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาวิจัยการเตรียมอนุภาคนาโนเพื่อกักเก็บสารเคอร์คูมินที่สกัดได้จากขมิ้นชัน โดยการเตรียมนีโอโซมที่กักเก็บสารเคอร์คูมินที่ประกอบด้วยโคเลสเตอรอล , tween 60 และสารเคอร์คูมิน 1-3% ได้ขนาดอนุภาคในช่วง 293.80-466.99 นาโนเมตร โลโปโซมที่กักเก็บสารเคอร์คูมินที่ประกอบด้วยโคเลสเตอรอล , เลซิธิน และสารเคอร์คูมิน 1-3% ได้ขนาดอนุภาคในช่วง 432.43-809.03 นาโนเมตรและนาโนอิมัลชันที่กักเก็บสารสกัดขมิ้นชัน ประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ , น้ำและ tween 60 สารเคอร์คูมิน 1-2 % ได้ขนาดอนุภาคในช่วง 347.70-596.12 นาโนเมตร เมื่อทดสอบการซึมสู่ผิวหนังพบว่าสามารถซึมผ่านผิวภายใน 12 ชั่วโมง ในการเตรียมนาโนอิมัลชันโดยใช้เครื่อง High Pressure homogenizer โดยทำการกักเก็บสารเคอร์คูมินและน้ำมันหอมระเหย พบว่า ได้ผลิตภัณฑ์ ครีมขนาดขมิ้นทอง เซรั่มบำรุงผิว ครีมบำรุงผิวขมิ้นทอง นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่นำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตเครื่องสำอางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บสารสำคัญเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความคงตัวสูง

คำนำ

ตัวนำส่งสารที่กักเก็บสารสำคัญหรือ อนุภาคนาโน (nanoparticles) สามารถประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ได้แก่ การนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์หรือวินิจฉัย ใช้ในการห่อหุ้มสาร (encapsulaton) เพื่อนำส่งสารตัวไปยังเป้าหมาย ผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้นาโนเทคโนโลยีได้แก่ ผลิตภัณฑ์ด้านสุขภาพต่างๆ เครื่องสำอาง ยา เวชภัณฑ์ เครื่องนุ่งห่ม สินค้าประเภทอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม การนำเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ในด้านวิทยาศาสตร์นาโน (nanoscience) เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติของวัสดุนาโนหรือ

อนุภาคนาโนที่นำมาประยุกต์ใช้ทางด้านอาหารและโภชนาการ กระบวนการผลิต (processing) โดยการนำเทคนิคนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในกระบวนการผลิตเช่นการเกิดปฏิกิริยาในระดับ นาโน (nanoscale reaction) การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ระดับนาโน (nanobiotechnology) และใช้ในการ สังเคราะห์ (molecular synthesis) (3) ผลิตภัณฑ์ (product) โดยการพัฒนาสูตร (formulation)

ระบบนาโนซึ่งนิยมใช้ในการห่อหุ้มสารในอาหาร ได้แก่ ไลโปโซม (liposome) อิมัลชัน (emulsion) อนุภาคนาโนไขมันแข็ง (solid lipid nanoparticles) เป็นต้น ซึ่งระบบนาโน ดังกล่าวจะสร้างขึ้นจากกระบวนการทางเคมี โดยการทำให้เกิดการจัดเรียง (self-assembly) ของโมเลกุล ของสารลดแรงตึงผิว (surfactant) ในสภาวะที่เหมาะสม ทำให้เกิดเป็นอนุภาคนาโนขึ้น

1. นีโอโซม (nisome) เป็น non-ionic surfactant ที่มีส่วน polar และ non polar เป็นส่วนประกอบ นีโอโซมถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางเพราะว่าใช้ง่ายและไม่เป็นอันตราย นีโอโซมส่วนใหญ่ประกอบด้วย surfactant เช่น Tween 20-80 และ cholesterol

2. ไลโปโซม (liposome) เป็นระบบที่มี ลักษณะคล้ายไมเซลล์ แต่มีการจัดเรียงโมเลกุลของ สารลดแรงตึงผิวเป็นสองชั้น (bilayer) วัตถุประสงค์ใน การเตรียมไลโปโซมมักนิยมใช้ฟอสโฟลิปิด (phospholipids) ผสมกับคอเลสเตอรอล (cholesterol)

3. อิมัลชัน (emulsion) เป็นระบบที่มีสองวัฏภาค (phase) คือน้ำและน้ำมัน โดยอิมัลชันชนิด น้ำมันในน้ำจะมีลักษณะเป็นอนุภาคทรงกลมและมีการจัดเรียงโมเลกุลของสารก่ออิมัลชันที่พื้นผิวภายใน อนุภาคจะเป็นน้ำมัน ในขณะที่ส่วนตัวกลาง (medium) ที่ล้อมรอบอนุภาคอยู่จะเป็นน้ำ อิมัลชันชนิดระบบนาโนซึ่งนิยมใช้ในการห่อหุ้มสารใน จะใช้สำหรับเพิ่มการละลายของสารที่ละลายได้น้อย ในน้ำในทางกลับกันอิมัลชันชนิด น้ำในน้ำมันจะใช้ สำหรับการห่อหุ้มสารที่ละลายได้ในน้ำขนาดของ อนุภาคอิมัลชันโดยทั่วไปจะมีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน แต่ถ้ามีขนาดอนุภาคเล็กกลงอยู่ในช่วงประมาณ 200 นาโนเมตรหรือน้อยกว่า อาจเรียกว่านาโนอิมัลชัน (nanoemulsion) ได้

4. Solid lipid nanoparticles เป็นหยดน้ำมันในไขมันที่อุณหภูมิในร่างกายและมีความคงตัวอยู่ได้ด้วยสารลดแรงตึงผิว (surfactant) ที่ช่วยให้อนุภาคมีความคงตัว ทำให้สามารถควบคุมการนำส่งสาร โดยเฉพาะในเครื่องสำอางได้ดี โดยเฉพาะเครื่องสำอางประเภทกันแดดจะนิยมผลิตโดยเทคนิคนี้

5. นาโนอิมัลชัน (Nanoemulsion) นาโนอิมัลชัน เป็นระบบที่ประกอบด้วยน้ำมัน, น้ำ และสารลดแรงตึงผิวในปริมาณสูง มีลักษณะเป็นของเหลวใสที่มีความคงตัวทางเทอร์โมไดนามิกส์สูง ขนาดของหยดอนุภาคในตำรับมักมีขนาดเล็กกว่า 100 นาโนเมตร สามารถคงรูปอยู่ได้จากผิวฟิล์มของสารลดแรงตึงผิว สารลดแรงตึงผิวที่นิยมใช้คือกลุ่มสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ (nonionic surfactants) และกลุ่มสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวกและลบ (zwitterionic surfactants) ตัวยาหรือสารสำคัญที่มีคุณสมบัติชอบน้ำหรือไม่ชอบน้ำสามารถนำส่งด้วยระบบนี้ได้ สารลดแรงตึงผิวในตำรับสามารถทำปฏิกิริยากับไขมันที่อยู่ระหว่างเซลล์ของผิวหนึ่งทำให้สามารถเพิ่มการซึมผ่านของตัวยาหรือสารสำคัญ เทคนิคการทำนาโนอิมัลชันมีด้วยกันหลายวิธี

เช่น aqueous titration , high pressure homogenizer , solvent evaporation เป็นต้น (Bravo-Osuna *et.al.* , 2006 , Chang *et.al.* 2010

สารออกฤทธิ์ในไขมันชั้นคือ Curcumin Curcumin เป็นสารที่เกิดตามธรรมชาติ เป็นสารจำพวก Polyphenolic phytoconstituent. compound สารชนิดนี้สามารถสกัดแยกได้จากไขมันชั้น ซึ่งเป็นส่วนที่เป็นรากของต้น Curcumin มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า 1,7-bis (4-hydroxy-3-methoxyphenyl)hepta-1-,6-diene-3,5-dione. สาร Curcumin เป็นสารที่ไม่ละลายในน้ำที่มีสภาพเป็นกรด แต่สามารถละลายในน้ำที่มีสภาพเป็นด่าง สำหรับสาร Curcumin มีสรรพคุณเป็นยา โดยพบว่ามีฤทธิ์ anticancer , antioxidant , anti-inflammatory , hyperlipidemic , antibacterial , wound-healing และ hepatoprotective.

นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยกักเก็บและนำส่งสารออกฤทธิ์สู่เป้าหมาย โดยการสร้างตัวนำส่งสารเวสิเคิล (Vesicle) ที่มีประสิทธิภาพ นีโอโซมถูกใช้เป็นตัวนำส่งสารที่มีประสิทธิภาพ นีโอโซมเป็นสาร non-ionoc surfactant ที่มีคุณสมบัติคล้ายกับ phospholipid เช่นเดียวกับ liposome นีโอโซมถูกพัฒนาโดยบริษัท L'oreol ในปี 1987 ข้อดีของสารชนิดนี้คือไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์สามารถเพิ่มความคงตัวของการเก็บและนำส่งสารอย่างมีประสิทธิภาพดีกว่า Liposome

Monosoi *et.al.* (2010) กล่าวว่า การเตรียม นีโอโซมสามารถเตรียมได้หลายวิธี เช่น การผสมรวมกับน้ำมันโดยใช้เครื่องที่เรียกว่า Sonicator , Homogenizer. การไตเตรทเพื่อทำให้เกิดการรวมเป็นเนื้อเดียวกันของส่วนผสม (Spontaneous emulsion) การเตรียมโดยใช้ phase diagr

Inversion ขนาดของสารนาโนจะอยู่ในช่วง 50-200 นาโนเมตร คุณสมบัติเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพโดยที่สารเหล่านี้จะถูกส่งได้อย่างรวดเร็ว ถูกดูดซึมละลายได้ง่ายไม่ตกค้าง

เทคโนโลยีเอนแคปซูลเลชัน หมายถึงกระบวนการที่ของเหลวหรืออนุภาคถูกห่อหุ้มให้อยู่ในรูปของแคปซูลด้วยพอลิเมอร์เป็นชั้นบางๆเกิดเป็นไมโครแคปซูลขนาดประมาณ 1-1000 ไมโครเมตร ซึ่งชั้นพอลิเมอร์บางๆชนิดนี้ จะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันหรือปลดปล่อยสารสำคัญภายในออกมาเมื่อเราต้องการ ขั้นตอนสำคัญของเทคโนโลยีเอนแคปซูลเลชันคือ การทำให้เกิดฟิล์มบางๆ รอบอนุภาค หรือทำให้เกิดเป็นอิมัลชัน ซึ่งจะทำให้ฟิล์มที่ได้มีความแข็งแรงขึ้น ต่อมาทำการแยกแคปซูลและทำให้แห้ง แคปซูลที่ได้จะอยู่ในรูปของผงแห้งที่สามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ยาและอาหารเสริม

นิตยา รุ่งพาณิชย์กุลและคณะ (2548) ได้ศึกษาวิจัยการเตรียมนีโอโซมซึ่งใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุเป็นส่วนประกอบของเวสิเคิลได้รับการพัฒนาสำหรับกักเก็บสารสกัดเคอร์คูมินอยด์ โดยสารสกัดเคอร์คูมินอยด์ประกอบด้วย สารเคอร์คูมิน เดสเมทอกซีเคอร์คูมินและบิสเดสเมทอกซีเคอร์คูมินซึ่งมีฤทธิ์ที่มีประโยชน์ทางด้านยาและเครื่องสำอาง คือฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ในการลดการอักเสบ ในการศึกษาเคอร์คูมินอยด์ที่เหมาะสม ประกอบด้วย 150 ไมโครโมล ซอบิเทนโมโนโอเลิเอทหรือ Span 80, cholesterol และ solulan C-24 (47.5:47.5:5) รวมกับ 11 ไมโครโมล ของสารเคอร์คูมินอยด์

Negi *et.al* (1999) ได้ศึกษาสารสำคัญในไขมันชั้นพบว่า ในไขมันชั้นมี สารเคอร์คูมินอยด์ที่เป็นสารไอริโอเรซิน โดยสามารถสกัดได้ด้วยสารละลายเอทานอล สารชนิดนี้เป็นสารสีเหลืองที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพสูง คือมี

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Antiinflammatory) ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย (Antibacterial) ฤทธิ์ต้านเชื้อรา (Antifungal) ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง

Songyot et.al (2012) ได้ทำการศึกษาวิจัยการเตรียม Lipid nanoemulsions เพื่อเป็นตัวกักเก็บ สารสกัดขมิ้นชันเพื่อใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับโรคมะเร็ง โดยทำการเตรียม curcumin-containing lipid nanoemulsion โดยวิธี Thin film hydration method ที่อุณหภูมิห้อง โดยได้สูตร curcumin lipid nanoemulsion ที่มีขนาดโมเลกุลเล็กที่สุด มีความคงตัวสูง สำหรับการใช้เป็นตัวยาส่งสารสำหรับ cancer chemotherapy.

B.Prabagar .et.al. (2009) ได้ศึกษาวิจัยการเตรียม minoxidil niosome เพื่อใช้กับผิวหนัง โดยทำการเตรียม niosome โดยวิธี thin film-hydration method โดยใช้อัตราส่วนต่างๆ ของ Span 60 : Cholesterol โดยพบว่า niosome ที่เตรียมได้สามารถกักเก็บสาร minoxidil ที่อุณหภูมิเย็นได้ นาน 3 เดือน

Chang C.C. et.al.(2012) ได้ศึกษาวิจัยการเตรียม Liposomal curcuminoids โดยใช้เทคนิค film hydration vesicle method. โดยแปรผัน 1,2-Dimyristoyl-sn-glycero-3-phosphocholine (DMPC) , Cholesterol (CH) , stearylamine (SA) , และ curcuminoids. โดยนำสารทั้งหมดผสมกันละลายในสารผสมของ chloroform: methanol อัตรา 1:1 เมื่อนำไประเหยสารละลายออกโดยใช้เครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 37-40 องศาเซลเซียส จะได้ thin lipid film ใน round bottom flask โดยทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง เพื่อระเหยสารเคมีให้หมด ต่อมานำ liposome ที่เตรียมได้มาละลายด้วย citrate-phosphate buffer และทำการบ่มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 30-40 นาที ต่อมาใช้หัวปั่น sonication นาน 10 นาที จนสารละลายใส จากวิธีการนี้ สาร curcuminoids. ที่เหลือจะถูกแยกออกมาโดยใช้เครื่อง centrifuge กรองเก็บสารที่ได้ตรวจสอบปริมาณ curcuminoids

สารสำคัญที่นิยมเก็บกักไว้ภายในอนุภาคนาโนมักเป็นสารที่ละลายน้ำได้น้อยหรือไม่ละลาย ตัวอย่างเช่น วิตามินชนิดละลายในไขมันและสาร พืชเคมีต่างๆ การเก็บกักสารดังกล่าวไว้ในอนุภาค นาโน จะช่วยเพิ่มความคงตัวและการดูดซึมของสาร นั้นเข้าสู่ร่างกาย ส่งผลให้ชีวปริมาณออกฤทธิ์ (bioavailability) ของสารนั้นในร่างกายเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้ หลังการเข้าสู่ ร่างกายโดยการรับประทานแล้ว อนุภาค นาโนจะแพร่ผ่านเซลล์เยื่อบุผิวลำไส้ (enterocytes) โดยวิธีที่เรียกว่า transcellular หรือ transcytosis และอาจอาศัยตัวรับ (receptor) บนผิวเซลล์ในการ ผ่านเข้าสู่เซลล์ร่างกาย กระบวนการเพิ่มความ สามารถในการผ่านเข้าสู่ เซลล์ของอนุภาคนาโนทำได้โดยการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของพื้นผิวอนุภาค ได้แก่การใช้พอลิเมอร์บางชนิด เช่น ไคโตซาน (chitosan) ซึ่งเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่มีประจุเป็นบวกอย่าง อ่อนทำให้เกิดแรงกระหนาบทางประจุ (ionic interaction) กับเซลล์เยื่อบุผิวซึ่งมีประจุเป็นลบส่งผลให้อนุภาคนาโนผ่านเข้าสู่เซลล์ได้ง่ายขึ้น

อนุภาคนาโนของเคอร์คิวมิน (curcumin) เคอร์คิวมินเป็นสารพอลิฟีนอลที่สกัดจากเหง้าของ ขมิ้นชัน (*Curcuma longa*) และมีการละลายน้ำได้น้อย เคอร์คิวมิน เป็นสารที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยามากมาย ได้แก่เป็น สารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ต้านอักเสบ (antiinflammation) ต้านการเกิดมะเร็ง (anticarcinogenesis) อย่างไรก็ตามเคอร์คิวมินมีการละลายในน้ำได้น้อย ไม่คงตัวในสภาวะที่เป็นด่างทำให้ดูด

ซึ่ม ในร่างกายและมีชีวปริมาณออกฤทธิ์ เทคโนโลยีจึงถูกนำมาใช้เพื่อโภชนเภสัชภัณฑ์ของ เคอร์คิวมิน อนุภาคนาโนที่มีการศึกษาและใช้เพิ่ม การละลายของเคอร์คิวมินได้แก่ นาโนอิมัลชัน และเมื่อนานาโนอิมัลชันไปทดสอบฤทธิ์ต้านอักเสบในสัตว์ทดลองพบว่า มีฤทธิ์ที่ดีกว่าอิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคใหญ่นอกจากนั้นยังมีการเก็บกักเคอร์คิวมินไว้ในอนุภาคนาโนชนิดอื่นๆ ซึ่งช่วยให้เคอร์คิวมินมีความคงตัวมากขึ้นและป้องกันการถูกทำลายโดยการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ภายในร่างกายได้ ทำให้สารอยู่ในกระแสเลือดได้นานขึ้นและเพิ่มชีวปริมาณออกฤทธิ์ของสารตลอดจนทำให้สารมีฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มขึ้นด้วย เช่นฤทธิ์ต้านมะเร็ง นอกจากเคอร์คิวมินแล้ว ยังมีการใช้อนุภาคนาโนในการเก็บกักสารสำคัญอื่นๆ

US Patent 6541018 ได้กล่าวถึง นาโนอิมัลชันและการนำมาใช้ในเครื่องสำอาง ในรูปของ โลชั่น เซรั่ม ครีม milk โดยได้อธิบายว่านาโนอิมัลชันประกอบด้วยส่วนที่เป็นน้ำมัน (Oil phase) แพร่กระจายไปในส่วนที่เป็นน้ำโดยมีสาร surfactant ทำให้รวมเป็นเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้น ในระบบของนีโอโซม ไลโปโซมและนาโนอิมัลชัน มีองค์ประกอบของระบบที่แตกต่างกันแต่สิ่งสำคัญคือขนาดและประจุของอนุภาคควรมีค่าในช่วงที่ยอมรับได้ในระดับนาโน (<1000 นาโนเมตร) การศึกษาขนาดและประจุของอนุภาคนาโน จึงจำเป็นในการบอกลักษณะทางกายภาพของอนุภาครวมทั้งความคงตัวของระบบในเบื้องต้นได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในขั้นตอนของการนำส่งสารโดยศึกษาประสิทธิภาพในการซึมผ่านผิวหนังของอนุภาคเพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสารที่สามารถซึมผ่านผิวหนังได้ดี เพื่อเป็นข้อมูลนำไปขยายผลเป็นผลิตภัณฑ์เวชสำอางในเชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีดำเนินการ

การสกัดน้ำมันหอมระเหย

ชั่งตัวอย่างขมิ้นชันที่แห้งแล้วหนัก 300 กรัม บรรจุในพลาสติกกลมขนาด 5000 มล. เติมน้ำกลั่นบริสุทธิ์จำนวน 3500 มล. บรรจุตัวอย่างลงในชุดเครื่องแก้วสำหรับการกลั่นน้ำมันหอมระเหย เปิดเครื่องทำน้ำเย็นไหลหมุนเวียนและทำการสกัดน้ำมันหอมระเหย นาน 6 ชั่วโมงหรือจนกว่าไม่มีน้ำมันหอมระเหยระเหยออกมา ปิดเครื่องทิ้งไว้ให้เย็น บันทึกปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้

การสกัดสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้สารละลายเอทานอล

ชั่งตัวอย่างขมิ้นชันที่แห้งและบดแล้วหนัก 30 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง whatman No. 1 บรรจุห่อตัวอย่างในเครื่องแก้วที่ต่อกับพลาสติกกลมขนาด 500 มล. เติมสารละลายเอทานอล 95% จำนวน 350 มล. ต่อชุดเครื่องแก้วสำหรับสกัดสารสกัดอย่างต่อเนื่อง เปิดเครื่องทำน้ำเย็นไหลหมุนเวียนและทำการสกัดสารสกัดขมิ้นชัน นาน 6 ชั่วโมงหรือจนกว่าสารละลายสกัดสารได้น้อยลง คือสารละลายมีสีเหลืองน้อยลง ปิดเครื่องทิ้งไว้ให้เย็น นำห่อตัวอย่างออกจากเครื่องแก้ว ระเหยสารละลายเอทานอล เพื่อเก็บไว้กลั่นบริสุทธิ์และใช้งานต่อไป ต่อมาทำการระเหยสารสกัดขมิ้นชันด้วยเครื่องระเหยสารสุญญากาศ ซึ่งให้ได้น้ำหนักของบันทึกปริมาณสารที่สกัดได้

การตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยโดยใช้เทคนิคก๊าซโครมาโตกราฟี-แมสสเปกโตรโฟโตกราฟี GC-MS ที่อุณหภูมิของส่วนฉีดสาร 250 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มต้นจาก 60 องศาเซลเซียส (คงไว้ 2 นาที) และเพิ่มขึ้น ในอัตรา 2 องศาเซลเซียสต่อนาที และเพิ่มขึ้นในอัตรา 2 องศาเซลเซียสต่อนาทีจนเป็น 180 องศาเซลเซียส (คงไว้ 4 นาที) อุณหภูมิของเครื่องตรวจวัดสัญญาณ 300 องศาเซลเซียส คอลัมน์เป็นชนิด HP-5MS (25 m. , 0.25 um , 0.25 mm.) .ใช้ก๊าซฮีเลียมเป็นก๊าซตัวพา อัตราการไหล 1 มล.ต่อนาที ปริมาตรที่ฉีด 1 ไมโครลิตรและ split ratio 50:1 รายงานผลเป็นค่าร้อยละของพื้นที่ใต้พีคสัมพัทธ์ (relative peak area percent) และค่า retention index ของสาร internal standard เปรียบเทียบกับ Library ที่มีในเครื่อง

การเตรียมไลโปโซมที่กักเก็บสารเคอร์คูมิน

การเตรียมไลโปโซมโดยใช้ Cholesterol และ เลซิติน อัตรา 1 : 1 , 1: 2 , 1:3 , 1 : 4, ทำการผสมกันในสารละลาย เมทานอล ร่วมกับสารสกัดเคอร์คูมิน 1-5 mol % ส่วนผสมทั้งหมด ถูกละลายในสารละลาย อินทรีย์เมทานอล ร่วมกับสารสกัดเคอร์คูมิน โดยใช้ Hand homogenizer นาน 10 นาที โดยวิธีระเหยสารละลายโดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศ นำส่วนที่ได้อบและขังจนได้น้ำหนักที่แน่นอน

การเตรียมนีโอโซมที่กักเก็บสารเคอร์คูมิน

การเตรียมนีโอโซมโดยใช้ Cholesterol และ Tween 60 (Polysorbate 60) อัตรา 1 : 1 , 1: 2 , 1:3 , 1 : 4, ทำการผสมกันในสารละลาย เมทานอล อัตรา 1 : 2 ของสารละลาย ร่วมกับสารสกัดเคอร์คูมิน 1-5 mol % สารลดแรงตึงผิว Tween 60 และ Cholesterol ถูกละลายในสารละลายอินทรีย์เมทานอล ร่วมกับสารสกัดเคอร์คูมิน โดยใช้ Hand homogenizer นาน 10 นาที โดยวิธีระเหยสารละลายโดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศ นำส่วนที่ได้อบและขังจนได้น้ำหนักที่แน่นอน

การเตรียมนาโนอิมัลชันที่กักเก็บสารเคอร์คูมิน

การเตรียมนาโนอิมัลชัน น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในน้ำ (Virgin coconut oil in water) อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ เตรียมโดยผสมส่วนที่เป็นวัตถุดิบน้ำมันเข้าด้วยกันคือน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ สารลดแรงตึงผิว Tween 60 และสารสกัดเคอร์คูมิน โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส และผสมส่วนที่เป็นวัตถุดิบน้ำเข้าด้วยกัน โดยใช้เทคนิค phased inversion และ solid lipid nanoparticle.

การวัดขนาดอนุภาคและการซึมสู่ผิว ส่งตรวจวิเคราะห์ที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

1. การประเมินขนาดและประจุที่ผิวของอนุภาคนีโอโซม ไลโปโซมและนาโนอิมัลชันที่บรรจุอนุภาคของสารเคอร์คูมิน โดยการหาสถานะและวิธีการที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ ประเมินขนาดของอนุภาค และประจุที่ผิว ของอนุภาคนีโอโซม ไลโปโซมและนาโนอิมัลชันด้วย Photon Correlation Spectroscopy (Nano ZS4700 nanoseries Malvern, UK) โดยทำการวัด 3 ซ้ำ ดำเนินการโดยศูนย์นาโนเทคโนโลยี สวทช.

2. การประเมินประสิทธิภาพในการซึมสู่ผิวหนังของอนุภาคนีโอโซม ไลโปโซมและนาโนอิมัลชันที่บรรจุอนุภาคของสารเคอร์คูมิน โดยใช้ชุดทดสอบการซึมผ่านยา (Franz diffusion cell) เป็นชุดวิเคราะห์โดย

ใช้แผ่นเมมเบรนชนิดพอลิเอเทอร์ซัลโฟน (polyethersulfone ultrafiltration, Millipore Corporation , USA) ศึกษาการซึมผ่านผิวหนัง ควบคุมสภาวะการทดสอบที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส โดยตัวอย่างจะถูกเก็บที่เวลา 0, 30 , 1 , 2 , 3, 4 , 6 , 8 , 12 , และ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างที่สุ่มเก็บทำการวิเคราะห์หาปริมาณการปลดปล่อยสารสำคัญด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

การเตรียมตัวอย่างและสารละลายมาตรฐาน

1) การเตรียมสารละลายมาตรฐาน (Standard stock solution)

เตรียมสารละลายมาตรฐาน ขมิ้นชันความเข้มข้น (เคอร์คูมิน, เดสเมท็อกซีเคอร์คูมิน และ บิสเดสเมท็อกซีเคอร์คูมิน) 100 µg/ml ใน deionized water โดยชั่งสารมาตรฐาน ขมิ้นชัน อย่างแม่นยำ 10 mg ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 ml หลังจากนั้นเติม methanol ปริมาตร 100 ml เก็บไว้ใช้เป็นสารละลายเพื่อใช้มาตรฐาน ความเข้มข้น 100 µg/ml

2) การเตรียมสารละลายมาตรฐาน (Standard solution)

เตรียมสารละลายมาตรฐานโดยเจือจางสารละลายมาตรฐานขมิ้นชัน (เคอร์คูมิน, เดสเมท็อกซีเคอร์คูมิน และ บิสเดสเมท็อกซีเคอร์คูมิน) ปริมาตรต่างๆ และปรับปริมาตรด้วย methanol ให้ได้ความเข้มข้น 80, 60, 40, 20 และ 10 µg/ml โดยกรองด้วย filter 0.45 µm และวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC

3) การเตรียมสารละลายมาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์ในหัวข้อความแม่นยำและความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ เติมสารละลายมาตรฐานขมิ้นชัน (เคอร์คูมิน, เดสเมท็อกซีเคอร์คูมิน และ บิสเดสเมท็อกซีเคอร์คูมิน) ความเข้มข้น 80, 40 และ 20 µg/ml ที่เตรียมได้จากข้อ 2) จำนวน 900 µl ใส่ลงในสารละลายผงสกัดขมิ้นชัน ความเข้มข้น 50 µg/ml จำนวน 100 µl โดยกรองด้วย filter 0.45 µm และวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC

4) การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในสูตรตำรับเจือจางสูตรตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการซึมผ่านผิวหนัง จำนวน 500 mg ด้วย methanol ให้ได้ความเข้มข้นของ stock 500 mg/ml จากนั้นปรับความเข้มข้นของสารตัวอย่าง เพื่อให้อยู่ในช่วงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานดังนี้ 0.5, 5 และ 50 mg/ml ตามลำดับ โดยกรองด้วย filter 0.45 µm และวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC

5) การตรวจรับรองวิธีวิเคราะห์สารสกัดขมิ้นชันในสูตรตำรับ

สภาพความจำเพาะ (specificity) ของวิธีวิเคราะห์เป็นการแสดงความสามารถของวิธีวิเคราะห์ในการวิเคราะห์สารที่ต้องการ แม้อยู่ร่วมกับสารอื่นๆ ที่มีอยู่ในสูตรตำรับ ศึกษาสภาพความจำเพาะของวิธีวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบ retention time ของพีกเคอร์คูมิน, เดสเมท็อกซีเคอร์คูมิน และ บิสเดสเมท็อกซีเคอร์คูมิน ในสารละลายมาตรฐาน กับสูตรตำรับ จะต้องไม่มีการรบกวนจากสารอื่นในสูตรตำรับ

การประเมินขนาดประจุและการประเมินประสิทธิภาพในการซึมผ่านผิว สูตรที่น่าจะนำไปศึกษาต่อคือนีโอโซม ไลโปโซมและนาโนอิมัลชัน เนื่องจากมีขนาดใกล้เคียงกันคือน้อยกว่า 300 นาโนเมตร มีค่าการกระจายตัวของอนุภาคที่ยอมรับได้และมีค่า zeta potential สูงที่สุด

การใช้เครื่อง High Pressure Homogenizer ในการผลิตเครื่องสำอาง นาโนอิมัลชันในปริมาณสูง
เวลาและสถานที่ เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2557 สิ้นสุด 30 กันยายน 2559

สถานที่ทำการทดลอง กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการตรวจสอบคุณภาพและการสกัดน้ำมันหอมระเหย

ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของขมิ้นชันพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์ตรัง 1 พบว่าขมิ้นชันอบแห้งมีความชื้นในช่วงร้อยละ 4.85 ± 1.14 - 5.57 ± 0.72 ปริมาณน้ำมันในช่วงร้อยละ 2.48 ± 1.0 - 2.81 ± 0.91 ปริมาณโปรตีนในช่วง 2.78 ± 0.58 - 3.53 ± 1.21 ปริมาณ fiber ในช่วงร้อยละ 9.90 ± 1.45 - 11.81 ± 1.25 ปริมาณน้ำมันหอมระเหย ในช่วงร้อยละ 6.80 ± 1.51 - 8.7 ± 0.96 ปริมาณสารสกัดที่สกัดด้วยสารละลายเอทานอล 95% พบว่ามีปริมาณสารสกัดในช่วงร้อยละ 29.25 ± 3.46 - 36.93 ± 2.97 ปริมาณเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอลมีในช่วงร้อยละ 15.81 ± 2.74 - 16.61 ± 1.92 ปริมาณเคอร์คูมินมีในช่วงร้อยละ 5.99 ± 1.19 - 8.00 ± 1.19 เมื่อวัดโดยวิธี UV-Spectrophotometry และมีค่าในช่วงร้อยละ 5.47 - 7.30 เมื่อวัดโดยเทคนิค HPLC การสกัดสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้ สารละลายเอทานอล 95% พบว่ามีปริมาณสารสกัดในช่วงร้อยละ 29.25 ± 3.46 - 36.93 ± 2.97 และพบว่าปริมาณเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอลมีในช่วงร้อยละ 15.81 ± 2.74 - 16.61 ± 1.92 ในการตรวจสอบสารสำคัญเคอร์คิวมินอยด์ในสารสกัดขมิ้นชัน โดยใช้เครื่อง HPLC พบว่าประกอบด้วยสาร curcumin, desmethoxycurcumin, bisdesmethoxycurcumin สำหรับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดขมิ้นชันมีค่า IC50 (mg/ml) 5.48 ± 1.58 - 6.11 ± 1.95 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด มีค่า 343.83 ± 24.89 - 358.89 ± 19.11 มิลลิกรัมของสารละลายมาตรฐาน gallic acid equivalents (GAE) ต่อสารสกัด 1 กรัม แสดงในตารางที่ 1 และ 4

องค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน (%) Alpha-phellandrene 0.74, 1,8 cineole 1, 55 , p-cymene 0.65 , Alpha-terpinolene 4.20 , Trans-caryophyllene 0.80 , zingiberene 2.74 , Beta-bisabolene 0.40 , Beta-sesquiphellandrene 3.09 , Ar-curcumene 1.47, Alpha-turmerone 17.64 , Beta-turmerone 23.64 , Beta-atlantone 1.23. แสดงใน ตารางที่ 2

องค์ประกอบของสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้สารละลายเอทานอล 95% (%) Alpha-phellandrene Tr , 1,8 cineole 0.57 , p-cymene Tr, Alpha-terpinolene Tr , Trans-caryophyllene 0.67 , zingiberene 2.51 , Beta-bisabolene 0.44 , Beta-sesquiphellandrene 5.20 , Ar-curcumene 3.28 , Ar-turmerone 24.42 , Alpha-turmerone 16.68, Beta-turmerone 26.06 , Beta-atlantone 1.74. แสดงในตารางที่ 3

การเตรียมนีโอโซม

จากการทดลองเตรียมตัวนำส่งสารนีโอโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol , Tween 60 และสารสกัดขมิ้นชันหรือเคอร์คูมิน พบว่า นีโอโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Tween 60 อัตราส่วน 1 ต่อ 1 มีขนาดอนุภาค 47.60 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 62.43 สำหรับนีโอโซม ที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Tween 60 อัตราส่วน 1 ต่อ 4 มีขนาดอนุภาค 58.69 นาโนเมตรและมีค่า Zeta

potential ประจุลบ 56.97 เมื่อนำนีโอโซมกักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน พบว่า นีโอโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Tween 60 อัตราส่วน 1 ต่อ 1 กักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน 1% มีขนาดอนุภาค 293.80 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 62.43 , นีโอโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Tween 60 อัตราส่วน 1 ต่อ 1 กักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน 2% มีขนาดอนุภาค 373.37 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 56.97 , นีโอโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Tween 60 อัตราส่วน 1 ต่อ 1 กักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน 3% มีขนาดอนุภาค 466.99 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 18.43 และ นีโอโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Tween 60 อัตราส่วน 1 ต่อ 1 กักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน 3% มีขนาดอนุภาค 458.10 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 10.80 แสดงในตารางที่ 5

การเตรียมไลโปโซม

จากการทดลองเตรียมตัวนำส่งสารไลโปโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol , Lecithin และสารสกัดขมิ้นชันหรือเคอร์คูมิน พบว่า ไลโปโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Lecithin อัตราส่วน 1 ต่อ 1 มีขนาดอนุภาค 219.60 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 59.80 สำหรับไลโปโซม ที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Lecithin อัตราส่วน 1 ต่อ 1 มีขนาดอนุภาค 333.90 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 35.83 เมื่อนำไลโปโซมกักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน พบว่า ไลโปโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Lecithin อัตราส่วน 1 ต่อ 1 กักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน 1% มีขนาดอนุภาค 432.43 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 40.47 , ไลโปโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Lecithin อัตราส่วน 1 ต่อ 1 กักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน 1% มีขนาดอนุภาค 436.57 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 34.63 , ไลโปโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Lecithin อัตราส่วน 1 ต่อ 1 กักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน 1% มีขนาดอนุภาค 433.80 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 46.80 และ ไลโปโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Tween 60 อัตราส่วน 1 ต่อ 1 กักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน 2% มีขนาดอนุภาค 659.83 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 46.37 ไลโปโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Tween 60 อัตราส่วน 1 ต่อ 1 กักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน 2% มีขนาดอนุภาค 714.80 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 40.17 และไลโปโซมที่ประกอบด้วย Cholesterol และ Tween 60 อัตราส่วน 1 ต่อ 1 กักเก็บสารสกัดเคอร์คูมิน 3% มีขนาดอนุภาค 710.27-809.03 นาโนเมตรและมีค่า Zeta potential ประจุลบ 39.33-42.07 แสดงในตารางที่ 6

การเตรียมนานอิมัลชัน

จากการทดลองเตรียมนานอิมัลชัน พบว่า นานอิมัลชันที่ประกอบด้วย Coconut oil , Tween 60 และน้ำ อัตราส่วน 20 : 20 : 60 มีขนาดอนุภาค 268.47 , 273.43 , 284.56 , 298.17 และมีค่า Zeta potential ประจุลบ 22.37 , 22.00 , 18.96 , 25.32 . นานอิมัลชัน ที่ประกอบด้วย น้ำมันมะพร้าว Tween 60 , น้ำ 19 : 20 : 60 ที่กักเก็บสารเคอร์คูมิน 1% มีขนาดอนุภาค 347.70 และ 456.47 มีค่า Zeta potential ประจุลบ 9.61 และ 7.85 สำหรับนานอิมัลชัน ที่ประกอบด้วย น้ำมันมะพร้าว Tween 60 , น้ำ 18 : 20 : 60 ที่กักเก็บสารเคอร์คูมิน 2% มีขนาดอนุภาค 548.32 และ 596.12 มีค่า Zeta potential ประจุลบ 15.36 และ 24.14 แสดงในตารางที่ 7

การประเมินขนาดประจุและการประเมินประสิทธิภาพในการซึมผ่านผิว

จากการศึกษาพบว่าสูตรนีโอโซม มีปัญหาในการกระจายตัวเมื่อทำการเจือจางด้วยน้ำก่อนการเตรียมตัวอย่าง มีหลายสูตรตำรับที่พบการตกตะกอนในทันทีหลังจากเตรียม ซึ่งสอดคล้องกับค่าที่ได้จากการวัดขนาดและค่าการกระจายตัวของขนาด จากผลที่ได้สูตรนีโอโซม 1% curcumin เป็นสูตรที่มีขนาดอนุภาคเล็กและมีแนวโน้มด้านความคงตัวดีสอดคล้องกับเมื่อวิเคราะห์ประจุที่ผิว ในส่วนของการเตรียมตัวอย่างสำหรับอนุภาคไลโปโซมนี้ ไม่พบปัญหาในการเตรียม ช่วงขนาดของอนุภาคที่ได้จากการวิเคราะห์มีขนาดไม่เกิน 1000 นาโนเมตรและมีประจุที่ผิวค่อนข้างสูง (>30 mV) สำหรับอนุภาคไลโปโซม สูตรไลโปโซม 1% curcumin มีความน่าสนใจในการนำไปศึกษาต่อมากที่สุด เมื่อศึกษาในส่วนของอนุภาคนาโนอิมัลชันพบว่า ไม่พบปัญหาในการเตรียมตัวอย่าง จากการวิเคราะห์อนุภาคนาโนอิมัลชันมีขนาดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับอนุภาคนีโอโซมและไลโปโซม รวมทั้งค่าประจุที่ผิวก็ไม่สูงมาก จากการศึกษาการซึมผ่านของสูตรตำรับทั้งสามจำนวน 1 กรัม พบว่าภายใน 12 ชั่วโมง มีการปลดปล่อยของสารสำคัญและการซึมผ่านภายใน 12 ชั่วโมง การใช้เครื่อง High Pressure Homogenizer ในการผลิตเครื่องสำอาง นาโนอิมัลชันในปริมาณสูง

การเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

การเอนแคปซูลเลชันสารสำคัญและการทำให้มีตัวนำส่งสารเพื่อนำไปใช้ในเครื่องสำอางและยกยาเทคนิคที่นำมาใช้สำหรับการเตรียมนีโอโซมไลโปโซมและนาโนอิมัลชันมีด้วยกันหลายวิธีเพื่อให้สารที่ได้สามารถกักเก็บสารสำคัญที่สกัดได้ ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารธรรมชาติที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ จึงได้นำเทคนิค SLN (Solid lipid nanoparticle) มาใช้โดยใช้ไขมันมะพร้าว ร่วมกับเทคนิค MEC (Melt-emulsify-chill) method มาใช้ในการเตรียมสารเพื่อหลีกเลี่ยงการระเหยสารโดยใช้เครื่องระเหยสารแบบสูญญากาศ ต่อมานำมาประยุกต์ใช้ในครีมบำรุงผิวหน้าในปริมาณสูง และนำเทคนิคการเตรียมนาโนอิมัลชันมาใช้ในการผลิตครีมขวด บรรเทาปวดขม้นชันและ เจลบรรเทาปวดขม้นชัน เซรั่ม ครีมบำรุงผิวหน้าขม้นชัน โลชั่นขม้นชัน การเพิ่มประสิทธิภาพการซึมสู่ผิวของเครื่องสำอางโดยใช้เครื่อง High pressure homogenizer ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีการซึมสู่ผิวได้ดีมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ที่มีความคงตัวสูง ในตารางที่ 8 แสดงขนาดอนุภาคของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางชนิดต่างๆ ดังนี้ Cream goldenkamin มีขนาดอนุภาคในช่วง 154-165 นาโนเมตร ขนาดประจุลบ 23.6-28.8 Cream moisturizer มีขนาดอนุภาคในช่วง 308-337 นาโนเมตร ขนาดประจุลบ 33.6-33.9 Curcumin serum มีขนาดอนุภาคในช่วง 318-326 นาโนเมตร ขนาดประจุลบ 25.1-26.2

การนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ (active agent) และการส่งสารออกฤทธิ์เข้าสู่ผิวหนังโดยการพัฒนาตัวนำพาหรือตัวนำส่ง ที่สามารถปกป้องสารออกฤทธิ์ไปสู่เป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นาโนอิมัลชันเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการกักเก็บสารออกฤทธิ์และสามารถซึมสู่ผิวได้ดีและเป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางในปัจจุบัน

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ได้การเตรียมอนุภาคนาโน นีโอโซม ไลโปโซม และนาโนอิมัลชันที่กักเก็บสารเคอร์คูมินในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธี Thin layer hydration , Phase inversion temperature และ Solid Lipid Nanoparticle เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง
2. ได้การสกัดน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันเพื่อใช้เป็นน้ำหอมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง
3. ได้การประเมินขนาดประจุและการประเมินประสิทธิภาพในการซึมผ่านผิว
4. ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง 4 ผลิตภัณฑ์ คือ ครีมขมิ้นทอง (Cream goldenkamin) , ครีมบำรุงผิวขมิ้นทอง (Cream moisturizer) ครีมเซรั่มเคอร์คูมิน (Curcumin serum)
5. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปขยายผลผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ และสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ผู้สนใจ ผู้ประกอบการเพื่อเป็นผู้ผลิต SME และ Start UP ได้

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

สามารถถ่ายทอดวิธีการเตรียมอนุภาคนาโน นีโอโซม ไลโปโซม และนาโนอิมัลชันที่กักเก็บสารสกัดขมิ้นโดยเทคนิคในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำไปใช้ในการผลิตเครื่องสำอางได้หลายชนิด เช่น ครีมขมิ้นทอง ครีมบำรุงผิวขมิ้นทอง ครีมเซรั่มเคอร์คูมิน รวมทั้งการสกัดสารสกัดขมิ้นชัน การสกัดน้ำมันหอมระเหยและการใช้ประโยชน์น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันในเครื่องสำอาง

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. จากโครงการศึกษาวิจัยนี้ สามารถได้เทคโนโลยีการสกัดสารเคอร์คูมิน น้ำมันหอมระเหย เพื่อนำมาเพิ่มมูลค่าเป็นสารสกัดเคอร์คูมินที่มีสารออกฤทธิ์สูง การเอนแคปซูลเลชันโดยการทำสารสกัดเคอร์คูมินผงและการทำเครื่องสำอางสกัดขมิ้นชันในน้ำผึ้งแบบพร้อมดื่มและแบบเข้มข้น
2. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้จำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ คือสารสกัดขมิ้นชัน สารสกัดขมิ้นชันผง เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่ม สามารถนำไปขยายผลเชิงพาณิชย์ได้ และสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ผู้สนใจ ผู้ประกอบการนำไปใช้ประโยชน์ได้
3. สำหรับงานวิจัยการผลิตตัวนำส่งสารที่กักเก็บสารสกัดขมิ้นชันเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางนั้น จากการวิจัยได้การเตรียมอนุภาคนาโน นีโอโซม ไลโปโซม และนาโนอิมัลชันที่กักเก็บสารเคอร์คูมินในห้องปฏิบัติการ เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และได้การสกัดน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันเพื่อใช้เป็นน้ำหอมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

4. ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง 4 ผลิตภัณฑ์ คือ ครีมขมิ้นทอง (Cream goldenkamin) , ครีมบำรุงผิวขมิ้นทอง (Cream moisturizer) ครีมเซรั่มเคอร์คูมิน (Curcumin serum) ได้การประเมินขนาดประจุและการประเมินประสิทธิภาพในการซึมผ่านผิว

5. ผลสำเร็จของงานวิจัยนี้จะทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในการสกัดสารเคอร์คูมินเพื่อการค้าเพื่อเพิ่มมูลค่าขมิ้นชันให้เพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีในการเตรียมอนุภาคนาโนเพื่อกักเก็บสารออกฤทธิ์ให้มีประสิทธิภาพสูง โดยสามารถนำเทคโนโลยีที่ได้ไปใช้ในเชิงพาณิชย์และเป็นต้นแบบการผลิตเครื่องสำอางนาโนอิมัลชัน

เอกสารอ้างอิง

กิจกรรมที่ 1

คณะกรรมการแห่งชาติด้านยา (2549) บัญชียาจากสมุนไพร พ.ศ. 2549, กรุงเทพฯ :

โรงพยาบาลชุมชนสหกรณ์เกษตรแห่งประเทศไทย

ทรงยศ อนุชปรีดา และคณะ (2007) Effect of Curcuminoids on MDR Phenotype in Human Embryonic Kidney Cell Lines. Srinagarind Medical Journal , October –December ,Vol 22. Number 4

ปารินทร์ ศุภจินทรรัตน์ และ จรัสศักดิ์ เรื่องพืระกูล (2552) การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากขมิ้นชันชนิดแคปซูลเพื่อลดน้ำหนักและลดระดับไขมันในเลือด วิทยานิพนธ์ นักศึกษาแพทยระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

สิงห์คำ ธิมา และคณะ (2550) ผลของเคอร์คิวมิน, ดีแมตทอกซีเคอร์คิวมินและบิสดีเมตทอกซีเคอร์คิวมินต่อการยับยั้งการแสดงออกของยีนและการผลิตโปรตีนวิล์มทูเมอร์วันในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงชนิดต่างๆ , วิทยานิพนธ์ ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 13 หน้า

Anand,P. Kunnunakrara, A.B., Newman, R.A. and Aggawal, B.B. (2007) Bioavailability of Curcumin problems and promises. Molecular Phamaceutics 4, 807-818.

Bhavani, S.B., and Sreenivasa. , M.S. (1979). Effect of turmeric (Curcuma longa) fraction on The Growth of some intestinal pathogenic bacteria in vitro. Indian Journal Experimental Biology,17,1363-1366.

Nishinaka, T. ,and et.al. (2007) Curcumin activates human glutathione S-transferase P1 expression through antioxidant response element. Toxicol Lett May 15. Pp 238-247

กิจกรรมที่ 2

นิตยา รุ่งพาณิชย์กุล (2548) Preparation and characterization of curcuminoids niosome. Thesis, M.Sc . Chulalongkorn University.

Bravo-Osuna , I. , Schmitz , T. , Bernkop-Schnurch, A.Vauthier, C.& Ponchel, G. 2006.

Elaboration and characterization of thiolated chitosan-coated acrylic nanoparticles. International journal of pharmaceutics. , 316 ,170-175

B.Prabagar and et.al..(2009). Formulation and in vitro assessment of minoxidil niosomes for enhanced skin delivery.International Journal of Pharmaceutics . 377.p1-8

- Chang. P.R. , Jian. R. ,Yu, J. and Ma , X. 2010. Fabrication and characterization of chitosan nanoparticles/plasticized-starch composites. *Food Chemistry* , 120. 736-740.
- C.Chi-Chang, W.Yang, K.Shun-Yao and H.Yi-Chiang (2012). Liposomeal curcuminoids for transdermal delivery; iontophoresis potential for breast cancer chemotherapeutics.vol7,No.1 January-March .p59-71
- Manosoi, A.W. Ruksiriwanich. ,M.Abe, H.Sakai, W. Manosoi,2010. Biological activities of the rice bran extract and physical characteristic of its entrapment in niosomes by supercritical carbon dioxide fluid . *J. Supercritical Fluids*. 54 (2010) : 137-144.
- Negi P.S., Jayaprakash GK,Jagal MRL.,Sakariah KK, (1999). Antibacterial activity of turmeric oil ; A byproducts from curcumin manufacture. *J.Agri.Food.Chem.*47,4297-4300.
- S.Anuchapreeda, . , Fukumori, Y. Okonogi, S. and Ichikawa, H. (2012) .Preparation of lipid nanoemulsions incorporating curcumin for cancer therapy. *Journal of Nanotechnology* 2012,p1-11
- US Patent 6541018 : Oil in Water Nanoemulsion.

ภาคผนวก :

กิจกรรมที่ 1

Table 1 Chemical and Physical Properties of Turmeric Trang 1.

Turmeric / Trang 1	Group1	Group2	Group3	Group4	Group5
Moisture content (%)	5.49±0.51	4.85±1.14	4.97±0.85	5.57±0.72	5.34±0.62
Oil content(%)	2.48±1.0	2.81±0.91	2.78±1.25	2.72±0.98	2.55±0.85
Protein content (%)	2.78±0.58	2.93±0.75	3.16±1.05	3.53±1.21	2.90±0.98
Fiber (%)	10.13±1.50	10.27±0.95	11.81±1.25	9.90±1.45	10.50±1.58
Essential oil (%)	6.80±1.51	8.7±0.96	7.9±0.43	8.58±1.25	7.68±0.95
Ethanol Extract (%)	36.93±2.97	31.21±2.56	31.59±1.84	29.25±3.46	33.62±1.07
Curcumin (%) by UV-Spectrophotometry	6.67±0.66	5.99±1.19	6.25±0.11	7.30±0.80	8.00±1.19
Total Curcumin (%) by HPLC	5.76	5.86	5.47	7.30	6.15
Curcumin (%)	4.37	4.46	4.15	5.48	4.84
Bisdemethoxy curcumin (%)	1.39	1.40	1.32	1.82	1.31

Table 2 Chemical composition of Turmeric Essential Oil by using GC-MS

Chemical composition	Trang 1
Alpha-phellandrene	0.74
1,8-cineole	1.55
p-cymene	0.65
Alpha-terpinolene	4.20
Trans-caryophyllene	0.80
zingiberene	2.74
Beta-bisabolene	0.40
Beta-sesquiphellandrene	3.09
Ar-curcumene	1.47
Alpha-atiantone	Tr.
Ar-turmerone	32.07
Alpha-turmerone	17.64
Beta-turmerone	23.64
Beta-atlantone	1.23

Table 3 Chemical composition of Ethanolic Turmeric Extract by using GC-MS.

Chemical composition	Trang 1
Alpha-phellandrene	Tr.
1,8-cineole	0.57
p-cymene	Tr.
Alpha-terpinolene	Tr.
Trans-caryophyllene	0.67
zingiberene	2.51
Beta-bisabolene	0.44
Beta-sesquiphellandrene	5.20
Ar-curcumene	3.28
Alpha-atlantone	Tr.
Ar-turmerone	24.42
Alpha-turmerone	16.68
Beta-turmerone	26.06
Beta-atlantone	1.74

Table 4 % Curcumin , IC50 and Total phenolic compound of ethanolic Turmeric Extracts.

Turmaric /Trang 1	Group1	Group2	Group3	Group4	Group5
% Curcumin UV-Spectrophotometry	15.82±2.7	13.53±0.64	15.87±1.24	16.31±0.64	16.61±1.92
% Total Curcumin by HPLC	11.16	12.58	14.64	12.87	13.86
Curcumin (%)	8.49	9.45	8.70	9.66	8.22
Bisdemethoxy curcumin (%)	2.67	3.13	5.93	3.20	5.64
IC 50 (mg/ml)	5.69±1.71	5.48±1.58	6.11±1.95	5.66±1.35	5.92±1.44
Total Phenolic Compounds. ¹	343.83±24.8 9	358.89±19. 11	351.57±11. 52	349.27±9.77	348.51±12. 53

1 Total phenolic compounds as gallic acid milligram equivalent (GAE) per gram of extract.

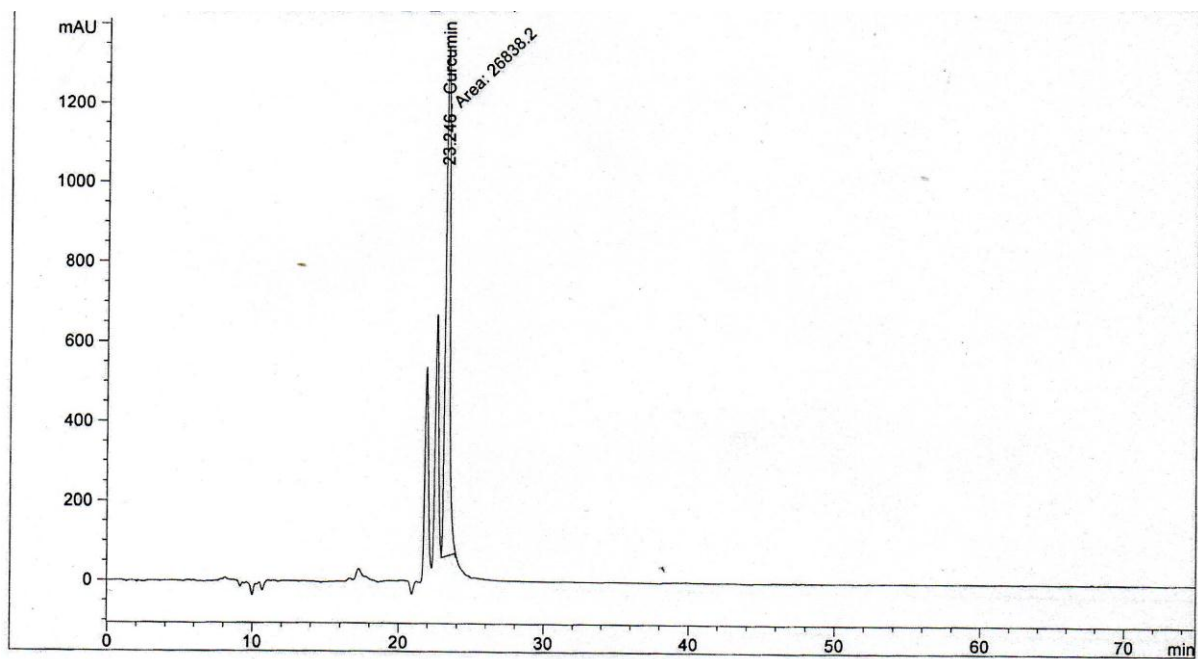
Table 5 Properties of curcumin extract powder.

Curcumin Extract Powder	Weight extract .(g)	Yield (%)	Moisture content(%)	Curcumin(%) UV-method	Color value		
					L*	a*	b*
Sample No.1	50	59	7.30	4.8±1.0	72.20	12.89	60.96
Sample No.2	50	62	8.28	5.7±0.98	72.74	13.17	61.91
Sample No.3	50	56	6.72	4.9±0.86	72.48	12.89	61.3

Table 6 Antioxidant capacity (DPPH method) and Total phenolic compounds content of curcumin extract powder.

Curcumin extract powder	Antioxidant capacity as IC50	Total phenolic compound content as mg (GAE)/1g sample.
Sample No. 1	1.87±0.69	116.52±11.32
Sample No.2	1.78±1.21	122.96±9.25
Sample No.3	1.74±0.88	126.58±10.62

Chromatogram of Curcumin , Bisdemethoxycurcumin and Demethoxycurcumin. by HPLC



กิจกรรมที่ 2

Table 1 Chemical and Physical Properties of Turmeric Trang 1.

Turmeric / Trang 1	Group1	Group2	Group3	Group4	Group5
Moisture content (%)	5.49±0.51	4.85±1.14	4.97±0.85	5.57±0.72	5.34±0.62
Oil content(%)	2.48±1.0	2.81±0.91	2.78±1.25	2.72±0.98	2.55±0.85
Protein content (%)	2.78±0.58	2.93±0.75	3.16±1.05	3.53±1.21	2.90±0.98
Fiber (%)	10.13±1.50	10.27±0.95	11.81±1.25	9.90±1.45	10.50±1.58
Essential oil (%)	6.80±1.51	8.7±0.96	7.9±0.43	8.58±1.25	7.68±0.95
Ethanol Extract (%)	36.93±2.97	31.21±2.56	31.59±1.84	29.25±3.46	33.62±1.07
Curcumin (%) by UV-Method	6.67±0.66	5.99±1.19	6.25±0.11	7.30±0.80	8.00±1.19
Total Curcumin (%) by HPLC	5.76	5.86	5.47	7.30	6.15
Curcumin (%)	4.37	4.46	4.15	5.48	4.84
Bisdemethoxy (%)	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3

Table 2 Chemical composition of turmeric essential oil by using GC-MS

Chemical composition (%)	Trang 1
Alpha-phellandrene	0.74
1,8-cineole	1.55
p-cymene	0.65
Alpha-terpinolene	4.20
Trans-caryophyllene	0.80
zingiberene	2.74
Beta-bisabolene	0.40
Beta-sesquiphellandrene	3.09
Ar-curcumene	1.47
Alpha-atiantone	Tr.
Ar-turmerone	32.07
Alpha-turmerone	17.64
Beta-turmerone	23.64
Beta-atlantone	1.23

Table 3 Chemical composition of ethanolic turmeric extract by using GC-MS.

Chemical composition (%)	Trang 1
Alpha-phellandrene	Tr.
1,8-cineole	0.57
p-cymene	Tr.
Alpha-terpinolene	Tr.
Trans-caryophyllene	0.67
zingiberene	2.51
Beta-bisabolene	0.44
Beta-sesquiphellandrene	5.20
Ar-curcumene	3.28
Alpha-atiantone	Tr.
Ar-turmerone	24.42
Alpha-turmerone	16.68
Beta-turmerone	26.06
Beta-atlantone	1.74

Table 4 % Curcumin , IC50 and total phenolic compound of ethanolic turmeric extracts.

Turmaric /Trang 1	Group1	Group2	Group3	Group4	Group5
% Curcumin (UV-Method)	15.82±2.74	13.53±0.64	15.87±1.24	16.31±0.64	16.61±1.92
% Total Curcumin by HPLC	11.16	12.58	14.64	12.87	13.86
Curcumin (%)	8.49	9.45	8.70	9.66	8.22
Bisdemethoxy curcumin (%)	2.67	3.13	5.93	3.20	5.64
IC 50 (mg/ml)	5.69±1.71	5.48±1.58	6.11±1.95	5.66±1.35	5.92±1.44
Total Phenolic Compounds. ¹	343.83±24.89	358.89±19.11	351.57±11.52	349.27±9.77	348.51±12.53

1 Total phenolic compounds as gallic acid milligram equivalent (GAE) per gram of extract.

Table 5 Particle size and Zeta potential of curcumin encapsulation niosome

curcumin encapsulation niosome	Particle size (nm)	Zeta potential
Cholesterol (1) + Tween 60 (1)	47.60	-62.43
Cholesterol (1) + Tween 60 (4)	58.69	-56.97
Cholesterol (1)+ Tween 60 (1) + 1% curcumin	293.80	-62.43
Cholesterol (1) + Tween 60 (1) + 2% curcumin	373.37	-56.97
Cholesterol (1) + Tween 60 (1) + 3% curcumin	466.99	-18.43
Cholesterol (1) + Tween 60 (1) + 3% curcumin	458.10	-10.80

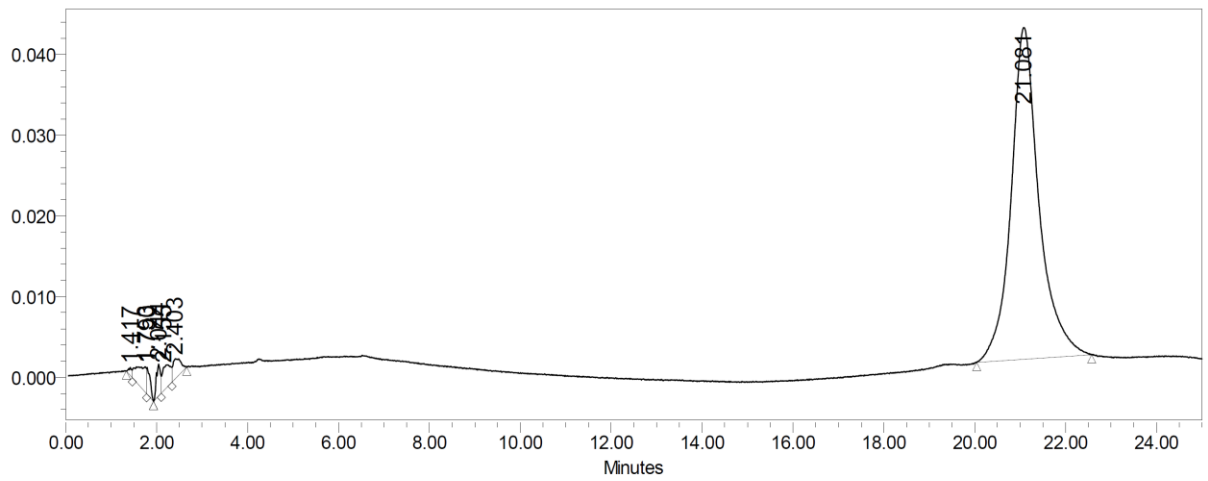
Table 6 Particle size and Zeta potential of curcumin encapsulation liposome

Curcumin encapsulation liposome	Particle size (nm)	Zeta potential
Cholesterol (1)+ Lecithin (1)	219.60	-59.80
Cholesterol (1)+ Lecithin (1)	333.90	-35.83
Cholesterol (1)+ Lecithin (1) + 1% curcumin	432.43	-40.47
Cholesterol (1)+ Lecithin (1) + 1% curcumin	436.57	-34.63
Cholesterol(1) + Lecithin (1) + 1% curcumin	433.80	-46.80
Cholesterol (1)+ Lecithin (1)+ 2% curcumin	659.83	-46.37
Cholesterol (1)+ Lecithin (1)+ 2% curcumin	714.80	-40.17
Cholesterol (1)+ Lecithin (1)+ 3% curcumin	710.27	-42.07
Cholesterol (1)+ Lecithin(1) + 3% curcumin	809.03	-39.33

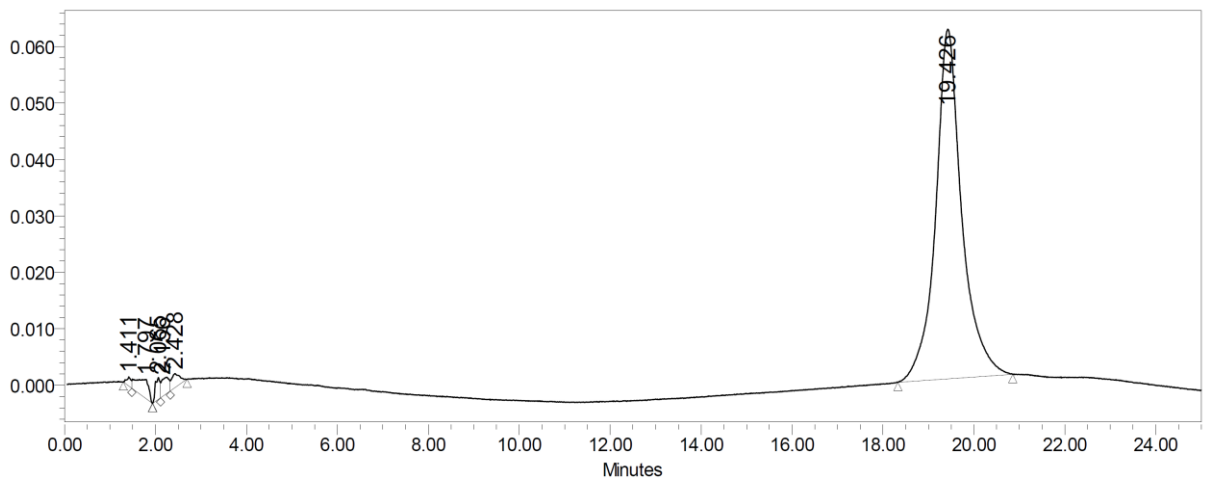
Table 7 Particle size and Zeta potential of curcumin encapsulation nanoemulsion

Curcumin encapsulation nanoemulsion	Particle size (nm)	Zeta potential
Coconut oil + Tween 60+ Water (20+20+60)	268.47	-22.37
Coconut oil + Tween 60+ Water (20+20+60)	273.43	-22.00
Coconut oil + Tween 60+ Water (20+20+60)	284.56	-18.96
Coconut oil + Tween 60+ Water (20+20+60)	298.17	-25.32
Coconut oil + Tween 60+ Water (19+20+60)+1% Curcumin	347.70	-9.61
Coconut oil + Tween 60+ Water (19+20+60)+1% Curcumin	456.47	-7.85
Coconut oil + Tween 60+ Water (18+20+60)+2% Curcumin	548.32	-15.36
Coconut oil + Tween 60+ Water (18+20+60)+2% Curcumin	596.12	-24.14

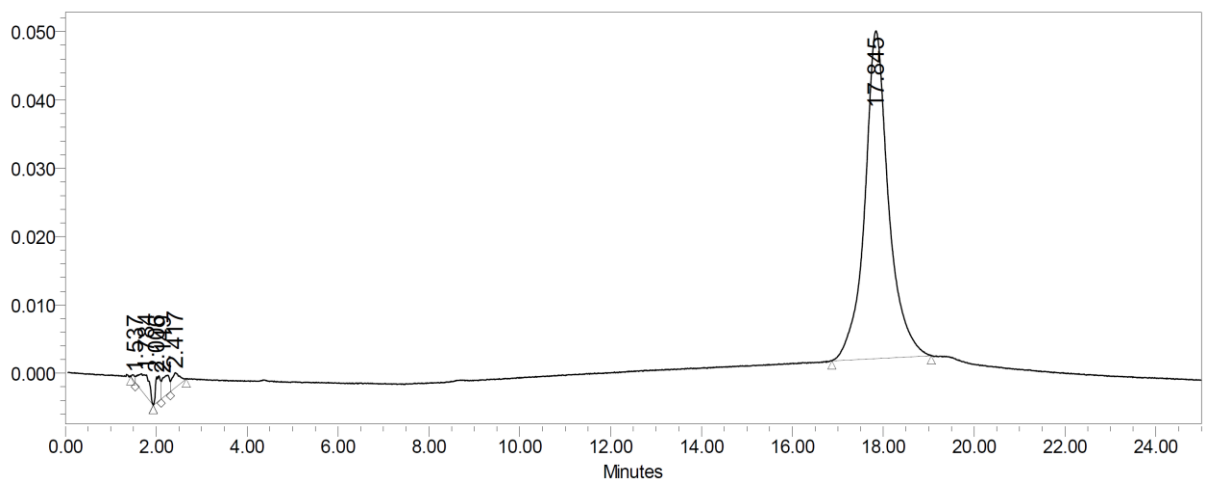
ภาพ แสดงผลการประเมินการวัดการกักเก็บสารเคอร์คูมินในอนุภาคนาโนไฮโดรเจลโพลิเมอร์และนาโนอิมัลชัน



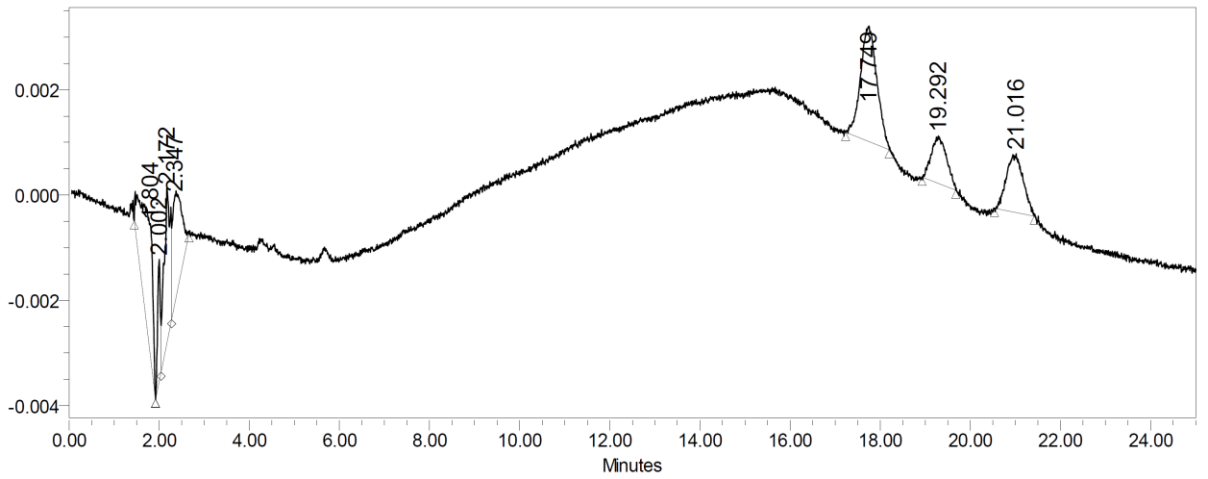
รูป 1 แสดงโครมาโตแกรมของ สารละลายมาตรฐานเคอร์คูมิน



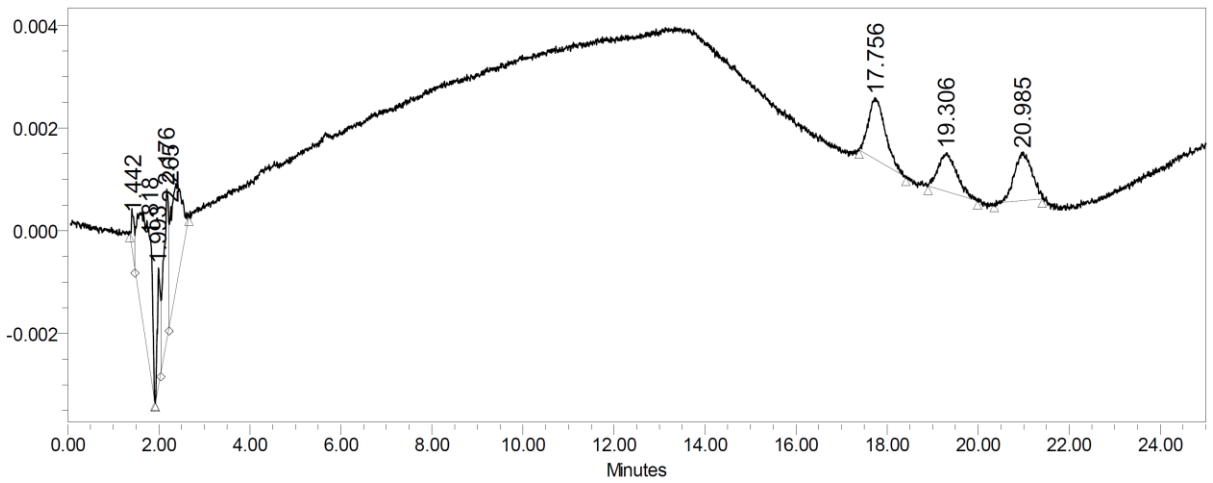
รูป 2 แสดงโครมาโตแกรมของ สารละลายมาตรฐานเดสเมท็อกซีเคอร์คูมิน



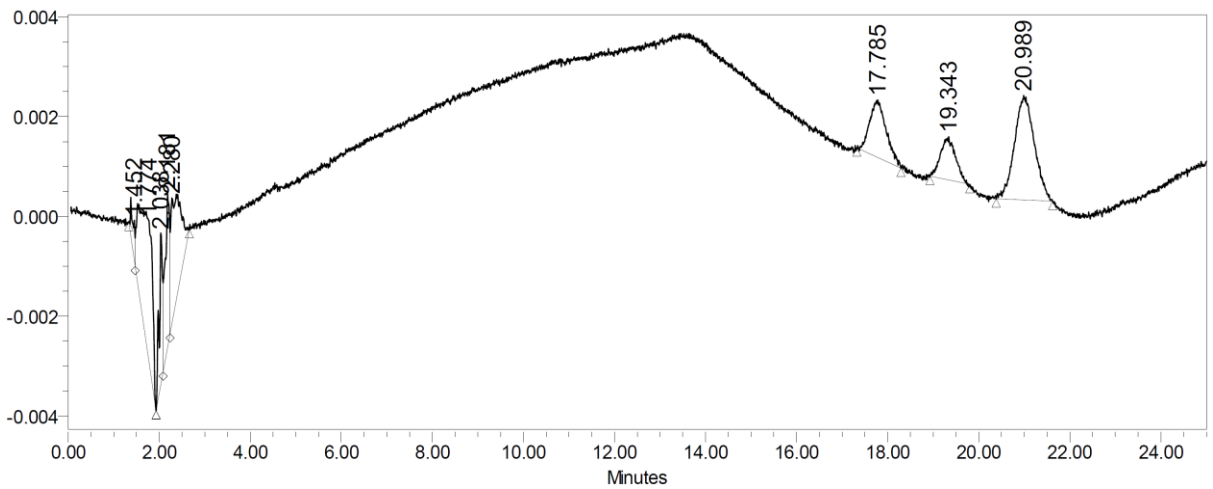
รูป 3 แสดงโครมาโตแกรมของ สารละลายมาตรฐานบิสเดสเมท็อกซีเคอร์คูมิน



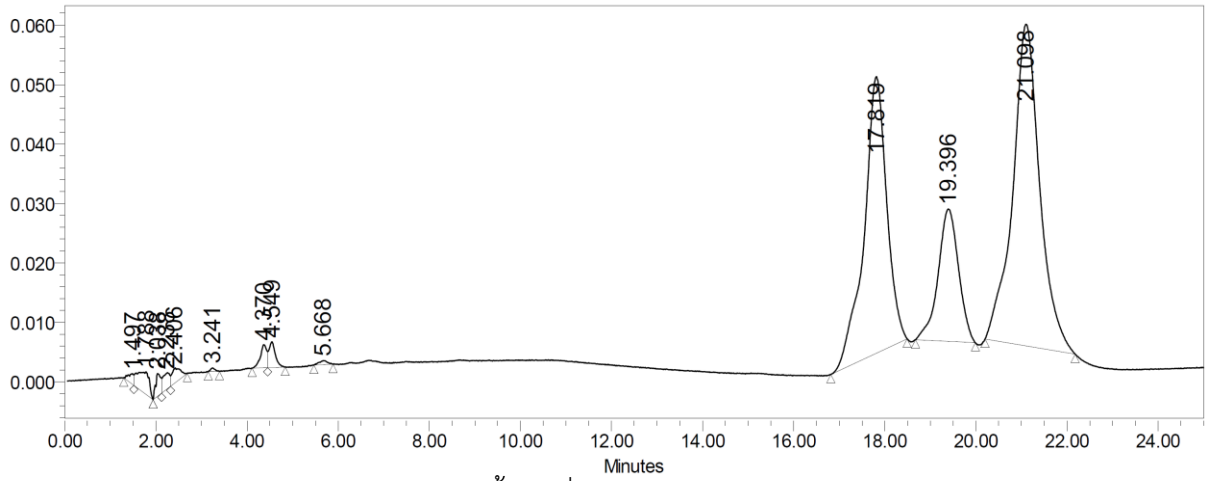
รูป 4 แสดงโครมาโตแกรมสารเคอร์คูมิน ของ สูตรตำรับ นีโอโซม



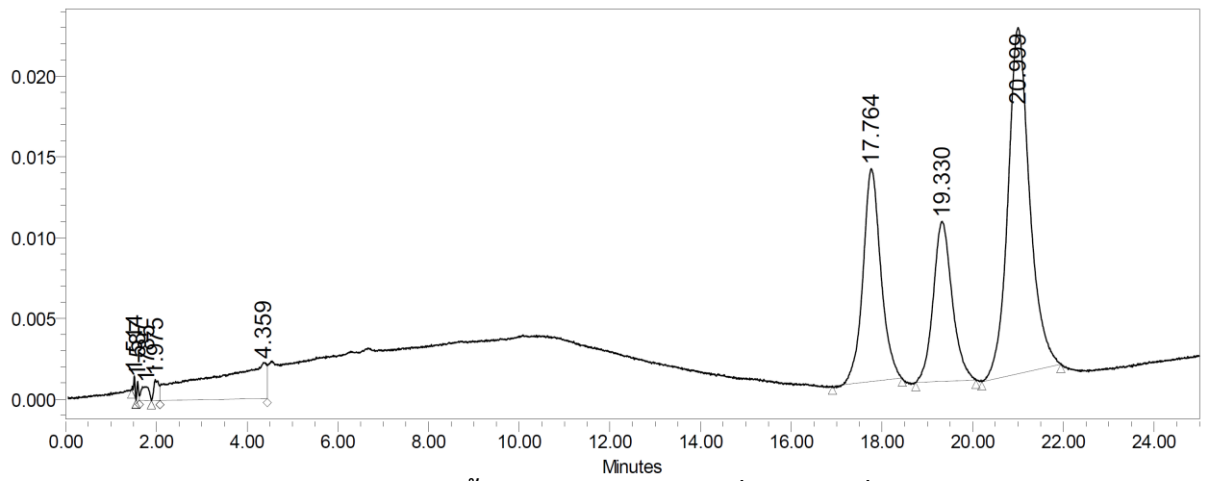
รูป 5 แสดงโครมาโตแกรมสารเคอร์คูมิน ของ สูตรตำรับ ไลโปโซม



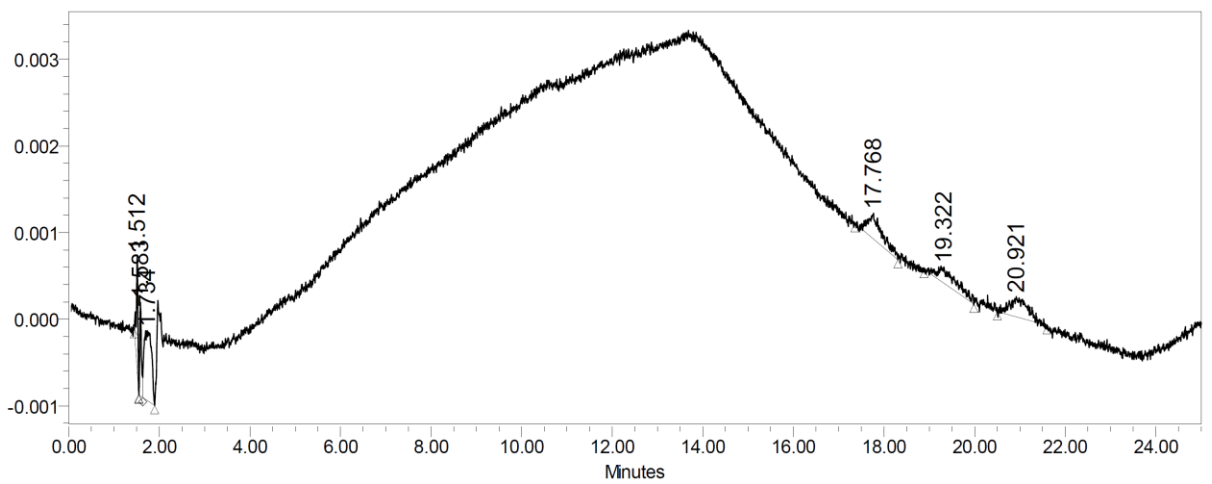
รูป 6 แสดงโครมาโตแกรมสารเคอร์คูมิน ของ สูตรตำรับ นาโนอิมัลชัน



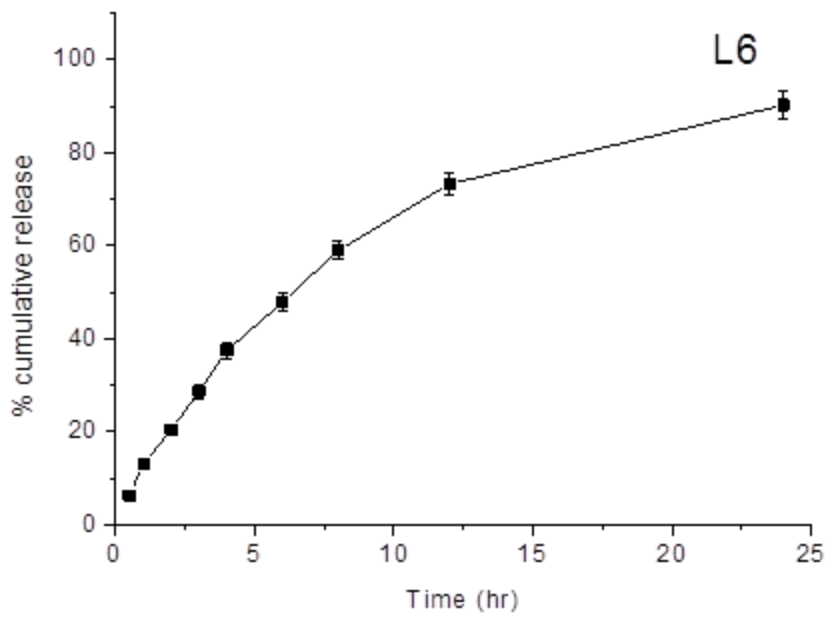
รูป 7 แสดงโครมาโตแกรมของสารสกัดขมิ้นชันที่ใช้ในสูตรตำรับ (0.1 กรัมในตัวทำละลาย ethanol)



รูป 8 แสดงโครมาโตแกรมของสารสกัดขมิ้นชันในสูตรตำรับ L6 ที่เวลา 24 ชั่วโมง



รูป 9 แสดงโครมาโตแกรมของสารสกัดขมิ้นชันในสูตรตำรับ Nanoemulsion 2% curcumin



รูป 10 แสดงการปลดปล่อยสะสมของสูตรตำรับของอนุภาคไลโปโซม 1% curcumin ที่เวลา 24 ชั่วโมง

Nanoemulsion formulation of Golden kamin cream

Virgin coconut oil	250	gram
Stearic acid	100	gram
Glycerine	100	gram
Cremophor A6	50	gram
Distilled water	2400	gram
Eucalytus oil	30	gram
Turmeric essential oil	20	gram
Methyl paraben	40	gram
Curcumin	10	gram

Nanoemulsion formulation of Moisturizer cream

Virgin coconut oil	150	gram
Stearic acid	100	gram
Glycerine	100	gram
Cremophor A6	50	gram
Cetearyl alcohol	50	gram
Distilled water	2000	gram
Methyl paraben	40	gram
Curcumin	10	gram
Turmeric essential oil	10	gram

Nanoemulsion formulation of Serum

Virgin coconut oil	150	gram
Stearic acid	100	gram
Glycerine	100	gram
Cremophor A6	50	gram
Cetearyl alcohol	50	gram
Distilled water	2500	gram
Methyl paraben	40	gram
Curcumin	10	gram
Turmeric essential oil	10	gram

Table 8 Particle size and Zeta potential of curcumin encapsulation nanoemulsion cosmetics.

Encapsulation of Curcumin Nanoemulsion cosmetics.	Particle size (nm)	Zeta potential
Cream goldenkamin 1	154	-23.6
Cream goldenkamin 2	165	-28.8
Cream Moisturizer 1	308	-33.9
Cream Moisturizer 2	337	-33.6
Curcumin Serum 1	318	-25.1
Curcumin Serum 2	326	-26.2