



## รายงานการวิจัย

ชื่อภาษาไทย การพัฒนาสารสกัดรกหมูเพื่อประยุกต์ใช้ทางเภสัชกรรมและเครื่องสำอาง  
ชื่อภาษาอังกฤษ Development of porcine placenta extract for pharmaceutical and  
cosmetic application

ชื่อผู้วิจัย (ภาษาไทย/ภาษาอังกฤษ)

ศ.ดร.ปราณีต โอปะณะโสภิต / Prof. Praneet Opanasopit

อ.ดร.นิตา ปฏิการมณฑล/ Dr. Nisa Patikarnmonthon

อ.ดร.นพรัตน์ นันทรัตนพงศ์/ Dr. Nopparat Nuntharatanapong

รศ.ดร.ชนะเศรษฐ์ จ้าวหิรัญพัฒน์/ Assoc. Prof. Tanasait Ngawhirunpat

รศ.ดร.สุวรรณี พนมสุข/ Assoc. Prof. Suwannee Panomsuk

อ.ดร.ประสพชัย พัฒน์โรจนโสภณ/Dr. Prasopchai Patrojanasophon

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

สำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2562

ปีที่ดำเนินการเสร็จ พ.ศ.2563



## Research Project

ชื่อภาษาอังกฤษ Development of porcine placenta extract for pharmaceutical and  
cosmetic application

ชื่อภาษาไทย การพัฒนาสารสกัดรกหมูเพื่อประยุกต์ใช้ทางเภสัชกรรมและเครื่องสำอาง

ชื่อผู้วิจัย (ภาษาอังกฤษ/ภาษาไทย)

Prof. Praneet Opanasopit/ศ.ดร.ปราณีต โอปนะโสภิต

Dr. Nisa Patikarnmonthon /อ.ดร.นิตา ปฏิการมณฑล

Dr. Nopparat Nuntharatanapong /อ.ดร. นพรัตน์ นันทรัตนพงศ์

Assoc. Prof. Tanasait Ngawhirunpat /รศ.ดร.ธนะเศรษฐ์ จ้าวหิรัญพัฒน์

Assoc. Prof. Suwannee Panomsuk/รศ.ดร.สุวรรณี พนมสุข

Dr. Prasopchai Patrojanasophon/อ.ดร. ประสพชัย พัฒน์โรจนโสภณ

This research is financially supported by  
Silpakorn University Innovation and Creativity Administration office  
(Fiscal Year 2019)

Year of completion : 2020

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณสำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยศิลปากร (สวรส.) ซึ่งให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยนี้ ปีงบประมาณ 2562 ขอขอบคุณ ทีมวิจัยทุกคนที่ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ สำหรับการวิจัย และขอขอบคุณบริษัทเบทาโกร ในการสนับสนุนรทท

คณะผู้ทำวิจัย

### ภาษาไทย

#### ส่วนที่ 1

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาสารสกัดรททเพื่อประยุกต์ใช้ทางเภสัชกรรมและเครื่องสำอาง

ชื่อผู้วิจัย 1. ศ.ดร. ปราณีต โอปะณะโสภิต (หัวหน้าโครงการ)

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

2. อ.ดร.นิตา ปฏิการมณฑล (ผู้ร่วมวิจัย)

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

3. อ.ดร. นพรัตน์ นันทรัตนพงศ์ (ผู้ร่วมวิจัย)

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

4. รศ.ดร.ธนะเศรษฐ์ จ้าวหิรัญพัฒน์ (ผู้ร่วมวิจัย)

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

5. รศ.ดร.สุวรรณี พนมสุข (ผู้ร่วมวิจัย)

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

6. อ.ดร.ประสพชัย พัฒน์โรจนโสภณ (ผู้ร่วมวิจัย)

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

แหล่งทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2562

สำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีที่เสร็จ 2563

ประเภทการวิจัย การวิจัยพื้นฐาน

สาขาวิชา (อ้างอิงตามวช.) สาขาวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัช

## ส่วนที่ 2 บทคัดย่อ

รกหมูเป็นวัสดุดิบที่เหลือใช้จากฟาร์มหมูในประเทศไทย โดยมีรายงานการนำสารสกัดจากรกหมูที่มีสารสำคัญต่างๆ เพื่อใช้ในการชะลอวัย โดยมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน กระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ กระตุ้นการสร้างคอลลาเจน จึงนำมาใช้ในการรักษาริ้วรอยบนใบหน้าทำให้ผิวขาวขึ้นและเพิ่มกรดอะมิโนได้ ในการศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีสกัดและวิธีวิเคราะห์สารสำคัญในสารสกัดจากรกหมู ทดสอบฤทธิ์ของสารสำคัญในสารสกัดรกหมูในด้านการต้านอนุมูลอิสระ การกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์และศึกษาความเป็นพิษ รวมทั้งพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าที่มีส่วนผสมสารสกัดรกหมู โดยใช้ตำรับนิโอโซมในการเพิ่มการนำส่งสารสกัดรกหมูทางผิวหนัง สารสกัดรกหมูสกัดโดย 4 วิธีคือ การสกัดโดยใช้เครื่องอัลตราซาวด์ (u-PPE) การสกัดโดยใช้เครื่องไฮโมจิเนเซอร์ (FD) การสกัดและย่อยให้อยู่ในรูปเพปไทด์ (h-PPE) และการสกัดสารสกัดจากรกหมู (s-PPE) พบว่าสารสกัดที่สกัดโดยวิธีการสกัดโดยใช้เครื่องอัลตราซาวด์มีปริมาณโปรตีนและโกรทแฟคเตอร์สูงสุดและพบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน กระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ กระตุ้นการสร้างคอลลาเจนทั้งในเซลล์ไฟโบรบลาสต์และเซลล์คีราติโนไซต์ โดยมีความเป็นพิษต่ำกับเซลล์ทั้งสองชนิด การบรรจุสารสกัดรกหมูในตำรับนิโอโซม พบว่าสามารถบรรจุได้โดยมีขนาดอนุภาคในระดับนาโนเมตร (247 ถึง 306 นาโนเมตร) การกระจายขนาดอนุภาคต่ำ และมีประจุเป็นลบ (-18 ถึง -29 mV) โดยที่ตำรับนิโอโซมที่เตรียมจาก PEG-DSPE ร้อยละ 2.8 สามารถเพิ่มการซึมผ่านผิวหนังของสารสกัดรกหมูได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับสารละลายของสารสกัดรกหมูในปริมาณที่เท่ากัน การวิจัยนี้สรุปได้ว่าวิธีการสกัดโดยใช้เครื่องอัลตราซาวด์สามารถสกัดรกหมูได้ดีที่สุดได้สารสกัดที่มีปริมาณโปรตีนและโกรทแฟคเตอร์สูง ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการชะลอวัย ตำรับนิโอโซมสามารถนำส่งสารสกัดรกหมูให้ซึมผ่านผิวหนังได้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำส่งสารสกัดรกหมูทางผิวหนัง

คำสำคัญ : สารสกัดจากรกหมู/การซึมผ่านผิวหนัง/ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว/เครื่องสำอาง

## ภาษาอังกฤษ

### ส่วนที่ 1

Research Title Development of drug delivery system and evaluation of protective effect on cisplatin-induced nephrotoxicity of active natural products

Researcher 1. Prof. Dr. Praneet Opanasopit (Project Leader)

Faculty of Pharmacy, Silpakorn University

2. Dr. Nisa Patikarnmonthon (Co-Researcher)

Faculty of science mahidol University

3. Dr. Nopparat Nuntharatanapong (Co-Researcher)

Faculty of Pharmacy, Silpakorn University

4. Assoc. Prof. Tanasait Ngawhirunpat (Co-Researcher)

Faculty of Pharmacy, Silpakorn University

5. Assoc. Prof. Suwannee Panomsuk (Co-Researcher)

Faculty of Pharmacy, Silpakorn University

6. Dr. Prasopchai Patrojanasophon (Co-Researcher)

Faculty of Pharmacy, Silpakorn University

Research Grants Fiscal Year 2019

Silpakorn University Research, Innovation and Creativity Administration

Office (SURIC)

Year of completion 2020

Type of research basic research

Subjects (based NRCT) Chemical Science and Pharmacy

ส่วนที่ 2 Abstract (ไม่เกิน 250 คำ)

Porcine placenta is generally found as a waste product from pig farms in Thailand. However, many bioactive compounds from placenta have been reported to be an effective anti-aging activity. The porcine placenta extracts (PPE) are claimed to be beneficial for skin improvement, including whitening, antiwrinkles and treatment of amino acid loss. This study aims to develop the suitable methods for obtaining the active compounds in porcine placenta, test the properties of extracts, and investigate the effect of extracts on cell proliferation and cytotoxicity. Moreover, for transdermal delivery system, niosomes were developed to transport PPE through the skin. PPEs were obtained by different methods including ultra-sonication (u-PPE), peptide extraction (h-PPE), solvent extraction by homogenization (FD) and sterol extract (s-PPE). Among the extraction method, u-PPE showed the highest protein and growth factors and demonstrated antioxidant, enhance cell proliferation and collagen production in fibroblast and keratinocyte (HaCaT) cells with low cytotoxicity. The u-PPE was loaded into PEGylated niosomes, which all formulations exhibited small vesicles size in nanometer scale (247 to 306 nm), narrow size distribution and negative zeta potential (-18 to -29 mV). 2.8% PEG-DSPE in niosomes significantly enhanced PPE penetrated through the skin compared with PPE solution. In conclusion, high amount of protein and growth factors in PPE act as a useful ingredient for skin anti-aging treatment. PEGylated niosomes might be alternative transdermal delivery system to improve skin permeation of this compound.

**Keywords:** porcine placental extracts/skin permeation/ skincare/cosmetics

## สารบัญเรื่อง

|   | หน้า |
|---|------|
| กิตติกรรมประกาศ                           | ก    |
| บทคัดย่อภาษาไทย                           | ข    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                        | ง    |
| สารบัญเรื่อง                              | ฉ    |
| สารบัญตาราง                               | ช    |
| สารบัญรูป                                 | ซ    |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย | ญ    |
| บทที่ 1 บทนำ                              | 1    |
| - ความสำคัญและที่มาของปัญหา               | 1    |
| - วัตถุประสงค์ของงานวิจัย                 | 3    |
| - ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ               | 3    |
| บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย                | 4    |
| - สารเคมี                                 | 5    |
| - อุปกรณ์                                 | 6    |
| - ระเบียบวิธีวิจัย                        | 8    |
| บทที่ 3 ผลการวิจัยและอภิปรายผล            | 13   |
| บทที่ 4 บทสรุป                            | 31   |
| บทที่ 5 เอกสารอ้างอิง                     | 33   |
| ผลรับที่ได้จากโครงการ                     | 36   |
| ประวัติผู้ทำวิจัย                         | 37   |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |   | หน้า |
|----------|---|------|
| 1        | ปริมาณโปรตีนและปริมาณ Growth factor (IGF-1, EGF และ TGF- $\beta$ 1) ที่พบในสารสกัดรกหมูสด ซึ่งได้จากการสกัดด้วยวิธีต่าง ๆ (n=3)   | 15   |
| 2        | น้ำหนักโมเลกุลของพอลิเพปไทด์สายเดี่ยวที่คำนวณได้จากอัตราการเคลื่อนที่ของสายพอลิเพปไทด์ที่ไม่ทราบน้ำหนักโมเลกุลเปรียบเทียบกับอัตราการเคลื่อนที่ของโปรตีนมาตรฐาน  | 17   |
| 3        | ตำรับนิโอโซมที่ใช้ในการนำส่งสารสกัดรกหมู และอัตราส่วนของส่วนประกอบต่างๆ ในแต่ละตำรับ  | 28   |
| 4        | การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ niosome vesicles ในแต่ละตำรับ ได้แก่ ขนาดอนุภาค (size), การกระจายตัวของขนาดอนุภาค (PDI), ค่าประจุไฟฟ้า (zeta potential), อัตราร้อยละการกักเก็บสารสกัด (%Entrapment efficiency: %EE) และอัตราร้อยละการบรรจุสารสกัด (%Loading capacity: %LC) | 29   |

## สารบัญรูป

| รูปที่ |  | หน้า |
|--------|--|------|
| 1      | กราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน BSA   | 14   |
| 2      | กราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน A) IGF-1, B) EGF และ C) TGF- $\beta$ 1  | 15   |
| 3      | (A) ภาพสารสกัดรกหมูหลังจาก freeze dry จากการสกัดด้วยวิธี Probe sonication (B-1) แสดงอัตราของการเคลื่อนที่ของสายพอลิเพปไทด์ของโปรตีนมาตรฐานเปรียบเทียบกับ (B-2) อัตราการเคลื่อนที่ของสายพอลิเพปไทด์ของโปรตีนจากสารสกัดรกหมู   | 16   |
| 4      | ความสัมพันธ์ระหว่าง %ABTS และความเข้มข้นของสารสกัดจากรกหมูที่ได้จากวิธีต่างๆ   | 18   |
| 5      | แสดงความสามารถในการต่อต้านสารอนุมูลอิสระของ s-PPE ด้วยวิธี DPPH assay ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 5 mg/ml   | 18   |
| 6      | ร้อยละของเซลล์ HaCaT ที่มีชีวิต เมื่อเติมสารสกัดรกหมูชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 5 mg/ml และข้อมูลที่มีเครื่องหมาย * คือข้อมูลที่มีความแตกต่างจากเซลล์ควบคุม (เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด) ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05  | 19   |
| 7      | ร้อยละของเซลล์ Human skin fibroblast ที่มีชีวิต เมื่อเติมสารสกัดรกหมูชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 5 mg/ml และข้อมูลที่มีเครื่องหมาย * คือข้อมูลที่มีความแตกต่างจากเซลล์ควบคุม (เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด) ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05  | 20   |
| 8      | ร้อยละของเซลล์ที่ยังมีชีวิตจากผลของสารสกัด h-PPE ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, และ 1 mg/ml ที่เวลา 6 ชั่วโมงหลังการทดสอบ และเปรียบเทียบกับ control media คือ เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จาก 3 การทดลอง * คือข้อมูลที่มีความแตกต่างจากcontrol media ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 | 21   |
| 9      | ร้อยละของเซลล์ที่ยังมีชีวิตจากผลของสารสกัด u-PPE ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, และ 1 mg/ml ที่เวลา 6 ชั่วโมงหลังการทดสอบ และเปรียบเทียบกับ control media คือ เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จาก 3 การทดลอง * คือข้อมูลที่มีความแตกต่างจากcontrol media ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 | 22   |
| 10     | ร้อยละของเซลล์ที่ยังมีชีวิตจากผลของสารสกัด FD ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, และ 1 mg/ml ที่เวลา 6 ชั่วโมงหลังการทดสอบ และเปรียบเทียบกับ control media คือ เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จาก 3 การทดลอง * คือ   | 23   |

- ข้อมูลที่มีความแตกต่างจาก control media ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- 11 ร้อยละของเซลล์ที่ยังมีชีวิตจากผลของสารสกัด s-PPE ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, และ 1 mg/ml ที่เวลา 6 ชั่วโมงหลังการทดสอบ และเปรียบเทียบกับ control media คือ เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จาก 3 การทดลอง \* คือ ข้อมูลที่มีความแตกต่างจาก control media ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 24
- 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการแบ่งตัวหรือการเพิ่มจำนวนของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ต่อสารสกัด u-PPE ที่ความเข้มข้นต่างๆ (0.01, 0.1, 0.5, 1, 1.5 mg/ml) ที่ระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง, □ □ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ( $p < 0.05$ ), (N=3) 25
- 13 ภาพกำลังขยาย 4x จากกล้องไมโครสโคป แสดงการเคลื่อนที่ของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์หลังการสัมผัสสารสกัด u-PPE ที่ความเข้มข้น 1 mg/ml (รูป c, f, i) เปรียบเทียบกับ TGF- $\beta$ 1 (positive control; b, e, h) ที่ความเข้มข้น 55.2 pg/ml และอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ไม่มีสารสกัด (negative control; a, d, g) ที่เวลา 0, 24, 48 ชั่วโมง 27
- 14 ร้อยละการซึมผ่านสะสมของตำรับนิโอโซมที่บรรจุสารสกัดรกหมู 4 ตำรับ 30 เปรียบเทียบกับสารละลายของสารสกัดรกหมูที่เวลา 24 ชั่วโมง □ □ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายของสารสกัดรกหมู ( $p < 0.05$ ), (N=3)

### คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

|    |                      |
|----|----------------------|
| %  | percentage           |
| °C | degree Celsius       |
| <  | less than            |
| >  | more than            |
| ®  | registered trademark |

|                 |   |
|-----------------|---|
| μL              | microliter (s)  |
| μm              | micrometer(s)   |
| μM              | micromolar  |
| <b>β</b>        | beta  |
| ABTS            | 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)                             |
| ANOVA           | one-way analysis of variance  |
| BSA             | Bovine serum albumin  |
| cm <sup>2</sup> | square centimeter   |
| CO <sub>2</sub> | carbon dioxide  |
| DPPH            | 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl   |
| DMSO            | dimethyl sulfoxide  |
| ELISA           | Enzyme-linked immunosorbent assay   |
| EE              | Entrapment efficiency   |
| EGF             | Epidermal Growth Factor   |
| g               | gram (s)  |
| HaCaT           | Immortalized human keratinocytes  |
| h               | hour (s)  |
| IGF-1           | Insulin like growth factor I  |
| L               | liter (s)   |
| LC              | Loading capacity  |
| M               | molar (s)   |
| MEM             | modified Eagle's medium   |
| mg              | milligram (s)   |
| min             | minute (s)  |
| mL              | milliliter (s)  |
| MTT             | 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5diphenyltetrazolium bromide                         |
| mV              | millivolt   |
| MW              | molecular weight  |
| nm              | nanometer (s)   |
| PBS             | Phosphate buffered saline   |
| PDI             | polydispersity index  |
| PEG2000-DSPE    | 1,2-distearoyl-sn-glycero-3-phosphoethanolamine-N-[amino(polyethylene glycol)-2000] |
| pH              | potentiahydrogenii (latin); power of hydrogen                                       |
| pKa             | the negative logarithm of the ionization constant of an acid                        |
| PPE             | porcine placenta extracts   |
| rpm             | revolutions per minute or rounds per min  |
| SDS-PAGE        | Sodium Dodecylsulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis                            |

|                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| TGF- $\beta$ 1 | Transforming growth factor beta 1 |
| UV             | ultraviolet (spectroscopy)        |
| v/v            | volume by volume                  |
| w/v            | weight by volume                  |
| w/w            | weight by weigh                   |

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

นโยบายของรัฐบาลผลักดันให้ประเทศไทยมีอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อการพัฒนาประเทศไทยอย่างยั่งยืน ทางด้าน อุตสาหกรรมเกษตร โดยหนึ่งในนโยบายที่สำคัญคือ การพัฒนาประเทศไทยให้เป็นครัวโลก (kitchen of the world) อุตสาหกรรมปศุสัตว์ในประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกต่อปีมากกว่า 1.2 ล้านล้านบาท สะท้อนให้เห็นได้ว่า ประเทศไทยมีบริษัทขนาดใหญ่หลายบริษัทในอุตสาหกรรมนี้ และมีแนวโน้มที่จะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ผลกระทบที่ตามมาจากการขยายผลผลิตทางอุตสาหกรรมคือผลผลิตเหลือใช้และของเสียจากอุตสาหกรรมที่มากขึ้น รกหมูจัดเป็นผลผลิตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเลี้ยงหมูที่มีปริมาณมากในแต่ละปี ยกตัวอย่างเช่น บริษัท เบทาโกร จำกัด (มหาชน) มีปริมาณของรอกหมูเฉลี่ยสูงถึง 42 ตันต่อเดือน ซึ่งจัดว่าเป็นของเหลือจากอุตสาหกรรมเลี้ยงหมูปริมาณมหาศาล ซึ่งปัจจุบันส่งออกไปต่างประเทศในรูปผงแห้งด้วยราคาที่ต่ำ โดยรอกหมูจะถูกแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีมูลค่าสูงแล้วถูกนำกลับมาขายในประเทศไทย ในราคาที่สูงขึ้นหลายเท่าตัว โดยมีราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 100,000 ถึง 200,000 บาท เป็นเหตุให้ประเทศไทยเกิดการเสียดุลการค้าอย่างมหาศาล ดังนั้นการแปรรูปผลผลิตเหลือใช้โดยการเพิ่มมูลค่าจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ โดยที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า แต่มีการวิจัยและพัฒนาน้อยมาก ดังนั้นหากประเทศไทยมีการพัฒนาองค์ความรู้และความสามารถในการแปรรูปผลผลิตเหลือใช้ เหล่านี้ได้ด้วยเทคโนโลยีภายในประเทศเพื่อการส่งออกผลิตภัณฑ์สู่การแข่งขันในระดับนานาชาติจะนับเป็นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศได้อย่างยั่งยืนและสอดคล้องกับแผนพัฒนาความมั่นคงของเศรษฐกิจของชาติในระยะยาว

รอกสามารถจำแนกตามลักษณะทาง Histology ออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ Hemochorial พบในสัตว์จำพวกหนู กระต่าย และมนุษย์ Endotheliochorial พบในสุนัข แมวและ Epitheliochorial พบในวัว ม้า หมู ซึ่งมีผนังค่อนข้างบางที่สุด (PrabhuDas et al., 2015) ในส่วนของรอกหมู มีผนังค่อนข้างบางอยู่ที่ประมาณ 2 ไมโครเมตร ทำให้มีความสามารถในการแพร่ผ่านของสารค่อนข้างสูง เกิดการแลกเปลี่ยนสารอาหารที่จำเป็นจากเลือดของแม่หมู (maternal) ไปยังลูกหมู (fetal blood) ได้ง่าย แต่สำหรับสารจำพวกกรดไขมัน และ keto acid ในรอกหมูจะมีการถ่ายเทได้น้อยกว่าในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นๆ ทั้งนี้อาจเกี่ยวกับกระบวนการเกิดเมแทบอลิซึมของกรดไขมันในรอกหมู (Ramsay, Kasser, Hausman, & Martin, 1986) อย่างไรก็ตามกรดอะมิโนในหมูเต็มวัยและลูกหมูที่ยังอยู่ในรอกอยู่ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้รอกหมูถือเป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่กักเก็บ cytokines ฮอร์โมน เพปไทด์ เอนไซม์ วิตามินและแร่ธาตุ รอกหมูเริ่มอวัยวะที่ถูกสร้างขึ้นในระยะตั้งครรภ์โดยจะเชื่อมต่อระหว่างผนังมดลูกของแม่สุกรและเส้นเลือดที่สายสะดือของทารก หมู ซึ่งรอกทำหน้าที่สำคัญในการส่งผ่านสารอาหาร อากาศ และแลกเปลี่ยนของเสียระหว่างแม่และทารก ทำให้รอกมีความหลากหลายขององค์ประกอบต่าง ๆ เช่น โปรตีน ไขมัน และ ฮอร์โมน เป็นต้น รอกจึงเป็นแหล่งทรัพยากรที่น่าสนใจนำไปศึกษาต่อในแง่ของการวิจัยเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานจากวัตถุดิบที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรม โดยมีรายงานการนำเอาสารสกัดจากรอกหมูที่ประกอบไปด้วยสารอาหารและวิตามินต่างๆ เหล่านี้ไปใช้เพื่อเป็นยาทารักษาแผล (Tiwary et al., 2006) ยาฉีดเข้ากล้ามเนื้อที่มีชื่อการค้าว่า “Placentrex” เพื่อรักษา radiation mucositis ในคนไข้ที่ได้รับการฉายรังสี (Kaushal et al., 2001) อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านอาการอักเสบในคนไข้ข้ออักเสบรูมาตอยด์และอาการบวมจากการกระตุ้นของ carrageenan (Banerjee et al.,

1992; Rosenthal, 1982)นอกจากนี้สารอาหารจำพวกกรดอะมิโนในรกหมู เช่น glutamic acid, glycine, arginine, prolineสามารถนำมาใช้เพื่อรักษาอาการอ่อนเพลียจากภาวะทุพโภชนาการได้ (Han et al., 2013)

เนื่องจากมีรายงานการศึกษาพบว่ารกหมูเป็นแหล่งของ alpha-fetoprotein ซึ่งมีสมบัติเป็น anti-oxidant (Choi et al., 2014) กระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ Saos-2 ผ่านทางการกระตุ้นการสร้าง collagen และการหลั่ง alkaline phosphatase (Imamura, Honda, Masuno, Nakamura, & Wang, 2017) ซึ่งการเพิ่มอัตราการสร้าง collagen และ fibroblast สามารถนำมาใช้ในการรักษา ริ้วรอยเหี่ยวย่นได้ (Yoshikawa et al., 2013) ป้องกันการทำลายเซลล์ keratinocyte อันเนื่องมาจาก ultraviolet B (UVB) กระตุ้นให้เกิด oxidative stress (Park et al., 2015) ช่วยสมานแผลที่เกิดเนื่องจากความร้อน (Wu, Chang, Chang, Hsu, & Chen, 2003) และลดการทำงานของเอนไซม์ tyrosinase และเมลานินในเซลล์ B16 melanoma ส่งผลให้ผิวหนังขาว (Yamasaki et al., 2015) ดังนั้น จึงมีการนำเอารกหมูมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและเครื่องสำอางเพื่อความงามต่าง ๆ อย่างไรก็ตามข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารสำคัญในสูตรตำรับ ประสิทธิภาพ และความปลอดภัยของสูตรตำรับเหล่านั้นยังไม่มีรายงานอย่างแน่ชัด

อุตสาหกรรมด้านสุขภาพและการแพทย์ นับได้ว่ามีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างยิ่งโดยส่วนใหญ่ยังต้องมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มาจากต่างประเทศและราคาสูงมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้านการแพทย์ขึ้นมา นั้น ต้องอาศัยการดำเนินการวิจัยที่ต่อเนื่องด้วยเงินลงทุนจำนวนมาก ซึ่งยังเป็นไปได้ยากสำหรับวงการวิจัยในประเทศไทย แต่ปัจจุบันด้วยนโยบายการพัฒนาและปฏิรูปรูปแบบการบริหารการวิจัยมีการสนับสนุนการทำวิจัยในประเทศอย่างจริงจัง จึงทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้านสุขภาพและการแพทย์ขึ้นมาเพื่อทดแทนการนำเข้า ปัจจุบันการพัฒนาผลิตภัณฑ์ยาและเครื่องสำอางได้รับความสนใจสูง โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการพัฒนาวิธีการสกัด การควบคุมคุณภาพสารสกัดและการเพิ่มประสิทธิผลการออกฤทธิ์ได้มีการนำเทคโนโลยีการผลิตมาใช้ เพื่อเพิ่มเสถียรของผลิตภัณฑ์และเพิ่มประสิทธิผลในการออกฤทธิ์ของสารสำคัญ เช่น ลิโปโซม นิโอโซม ระบบอนุภาคไขมันแข็ง และ nanostructured lipid carriers (NLC) ผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหมายที่จะทำการวิจัย มุ่งเน้นเพื่อพัฒนาระบบอนุภาคระดับนาโน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดรกหมูและนำอนุภาคนาโนที่บรรจุสารสกัดรกหมูมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าที่มีส่วนผสมสารสกัดรกหมู รวมทั้งทดสอบ ประสิทธิภาพของสารสำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เพื่อให้ได้ข้อมูลยืนยันประสิทธิภาพทั้งในทางการทดสอบในห้องปฏิบัติการและผลความพึงพอใจในอาสาสมัคร

## วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาวิธีสกัดและวิธีวิเคราะห์สารสำคัญในสารสกัดจากรกหมู
2. เพื่อทดสอบฤทธิ์ประสิทธิภาพและสมบัติของสารสำคัญในสารสกัดรกหมูในด้านการต้านอนุมูลอิสระ การกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ และการยับยั้งการสร้างเม็ดสี
3. เพื่อศึกษาความเป็นพิษและขนาดของสารสกัดรกหมูที่ปลอดภัยต่อเซลล์ปกติของคน
4. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าที่มีส่วนผสมสารสกัดรกหมู รวมทั้งทดสอบประสิทธิภาพของสารสำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เพื่อให้ได้ข้อมูลยืนยันประสิทธิภาพทั้งในทางการทดสอบในห้องปฏิบัติการและผลความพึงพอใจในอาสาสมัคร
5. เพื่อทดสอบเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าที่มีส่วนผสมสารสกัดรกหมู

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีสกัดและวิธีวิเคราะห์สารสำคัญในสารสกัดจากกรกหมู
2. ทราบประสิทธิภาพและสมบัติของสารสำคัญในสารสกัดกรกหมูในด้านการต้านอนุมูลอิสระ การกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ และการยับยั้งการสร้างเม็ดสี
3. เกิดความร่วมมือในสังคมในการทำวิจัยและแลกเปลี่ยนถ่ายทอดประสบการณ์ร่วมกันระหว่างอาจารย์นักวิจัย และนักศึกษาในมหาวิทยาลัย เพื่อสร้างสรรค์งานวิจัยที่ตอบโจทย์ได้ตรงจุดและนำไปสู่การใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง
4. สามารถผลิตนักศึกษาเภสัชศาสตร์ที่เห็นความสำคัญและเข้าใจในกระบวนการการวิจัย
5. สามารถเผยแพร่ในวารสารนานาชาติไม่น้อย 1 เรื่อง

## บทที่ 2

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### สารเคมี

#### อุปกรณ์

#### ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล จัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการทำวิจัย
2. การสกัดสารสำคัญจากกรกหมู
3. การทดสอบหาปริมาณโปรตีนและเพปไทด์ในสารสกัด
4. การแยกโปรตีน
5. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS assay
6. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH
7. การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์
8. การทดสอบการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์

9. การศึกษากระบวนการเคลื่อนที่ของเซลล์ (Cell migration)
10. การพัฒนาสูตรตำรับเพื่อนำส่งสารสกัดรกหมูผ่านผิวหนัง
11. การวิเคราะห์ข้อมูล

## สารเคมี

### สารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเซลล์

- Dulbecco's modified eagle medium (DMEM) (GIBCO®, Grand Island, NY, USA)
- Fetal bovine serum (FBS) (GIBCO®, Grand Island, NY, USA)
- Human fibroblast (HF) (the American Type Culture Collection (ATCC), Rockville, MD, USA)
- Human keratinocyte cell line (HaCaT) (the American Type Culture Collection (ATCC), Rockville, MD, USA)
- Penicillin/Streptomycin (GIBCO®, Grand Island, NY, USA)
- Trypsin-EDTA (0.25 %) solution (GIBCO®, Grand Island, NY, USA)

### สารเคมีอื่นๆ

- 0.25% Trypsin-EDTA (GIBCO™)
- 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl-tetrazolium bromide, MTT (Sigma-Aldrich, MO, USA)
- Bovine serum albumin (BSA) (Sigma-Aldrich®, St. Louis, MO, USA)
- Chloroform
- Dimethyl sulfoxide (DMSO) (Fisher Scientific, UK Limited, UK)
- Disodium hydrogen phosphate (Ajax Finechem Australia, New Zealand)
- Ethanol (RCI Labscan Limited, Bangkok, Thailand)

- Folin-Ciocalteu (Fluka, Buchs, Switzerland)
- Human ELISA Kit (Abcam<sup>®</sup>, MA, USA)
- Hydrochloric acid (QRëC)
- Magnesium chloride (Ajax Finechem Australia, New Zealand)
- Methanol (RCI Labscan Limited, Bangkok, Thailand)
- Orthophosphoric acid (Fluka, Buchs, Switzerland)
- Phosphoric acid (Fisher Scientific, UK Limited, UK)
- Potassium chloride (Ajax Finechem Australia, New Zealand)
- Potassium dihydrogen phosphate (Ajax Finechem Australia, New Zealand)
- Sodium bicarbonate (BDH AnalaR<sup>®</sup>, VWR International Ltd. England)
- Sodium chloride (Ajax Finechem Australia, New Zealand)
- Sodium dihydrogen phosphate (Ajax Finechem Australia, New Zealand)
- Sodium dodecylsulfate (Fisher Scientific, UK Limited, UK)
- Sodium hydroxide pellet (Ajax chemicals, New South Wales, Australia)
- Trisodium phosphate (Ajax Finechem Australia, New Zealand)

## อุปกรณ์

- 1.5 ml, 2 ml Eppendorf<sup>®</sup> tubes
- 10 ml test tube
- 15 mL, 50 mL centrifuge tubes-sterile (Biologic research company)
- 25 cm<sup>2</sup> and 75 cm<sup>2</sup> cell culture flask (Corning<sup>®</sup>; Corning Incorporated)
- 5 $\mu$  C18 HPLC column (phenomenex<sup>®</sup>, USA)
- 96-well cell culture cluster (Costar<sup>®</sup>; Corning Incorporated)
- Aluminium foil
- Analytical balance (Satorius CP224S, Scientific promotion Co., Ltd.)
- Automatic autoclave (Model: LS-2D; Scientific promotion CO., Ltd.)
- Bath sonicator
- Beaker (Pyrex, USA)
- Cellulose acetate filter 0.45  $\mu$ m
- Centrifuge (ALC Multispeed centrifuge, PK 121R)
- Centrifuged filter (Amicon<sup>®</sup> Ultra - 4, Merck, IRELAND)
- CO<sub>2</sub> incubator (HERA Cell 240 Heraeus)
- Desiccator
- Dialysis bag (CelluSep<sup>®</sup> 6000-8000 MWCO Membrane Filtration Products, USA).
- Duran bottle 500 mL, 1 L, 2 L
- Franz diffusion cell

- Freeze dry (Model: Freezone 2.5, LABCONCO, USA)
- Glass bottle
- Homogenizer
- Laminar air flow (BIO-II-A)
- Laminar hood
- Magnetic stirrer and magnetic bar
- Micropipette 2-20  $\mu\text{L}$ , 10-100  $\mu\text{L}$ , 20-100  $\mu\text{L}$ , 100-1000  $\mu\text{L}$ , 1-5 mL (Masterpette<sup>®</sup>; Bio-Active Co., Ltd.) and micropipette tip
- Microplate reader (VICTOR Nivo<sup>™</sup> Multimode Plate Reader, PerkinElmer, Germany)
- Microscope
- N<sub>2</sub> gas
- Parafilm
- Peristaltic pump on the suction line
- pH meter (HORIBA compact pH meter B-212)
- pH meter (Mettler Toledo; Switzerland)
- Pipette aid (Powerpette Plus; Bio-Active Co., Ltd.)
- Probe sonicator (Sonics VibraCell<sup>™</sup>)
- Refrigerator 4 °C, -20 °C and -80 °C
- Sartorius<sup>®</sup> filter set (Sartorius BORO 3.3 Goettingen, Germany)
- Shaking incubator (GFL 3031)
- Strat-M<sup>®</sup> membrane (Merck, USA)
- Syringe 1 mL, 10 mL, 50 mL
- Thermometer
- ultrasonic
- UV-visible spectrophotometer (PG Instrument, Oasis Scientific Inc., USA).
- Vortex mixer (Model: Labnet, USA)
- Water bath (Hetofrig CB60; Heto High Technology)
- Well-plate (48 and 96 Well plate) (Corning Incorporated, NY, USA)
- Zetasizer Nano ZS (Malvern instruments Ltd., Malvern, UK)

## ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล จัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการทำวิจัย
2. การสกัดสารสำคัญจากรกหมู

รกหมูที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้รับมาจากบริษัทเบทาโกร ซึ่งผ่านกระบวนการเพาะเลี้ยงเช่นเดียวกับรกหมูที่ถูกสกัดเป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดที่ทางบริษัทส่งออกให้ต่างประเทศ โดยรกหมูที่ได้อยู่ในลักษณะของรกสดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ซึ่งในขั้นตอนการสกัด เป็นการนำรกหมูแช่แข็งมาทำละลายที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาล้างในน้ำกลั่น ที่ผสมด้วยด้วย 0.9% NaCl ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และชั่งน้ำหนักเปียก (Wet weight) หลังจากนั้นนำรกหมูมาซับเพื่อนำเอาน้ำออก และชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง (Dry weight) แล้วจึงปั่น รวมกับสารละลาย PBS (137 mM NaCl, 2.7 mM, KCl 10 mM, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 2 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) ด้วยอัตราส่วน 1:1 (PBS ต่อน้ำหนักของรกหมู) ด้วย Blender เพื่อให้ได้รกหมูที่อยู่ในรูปของการบดละเอียด ก่อนผ่านเข้าสู่กระบวนการสกัดในแต่ละวิธี กระบวนการที่นำมาใช้สกัดมีดังนี้

1. การสกัดโดยใช้อัลตราซาวด์แบบหัว probe (Probe sonication: u-PPE)

นำรกหมู 1 กรัม เติมน้ำกลั่น 15 ml นำไปปั่นด้วยเครื่อง ultrasonic แบบหัว probe เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไป centrifuge 3000 rpm เป็นเวลา 15 นาที เก็บเฉพาะส่วนน้ำไปทำให้แห้งด้วยเครื่อง freeze dry

2. การสกัดด้วยวิธี Homogenization (FD)

นำรกหมู 1 กรัม เติมน้ำกลั่น 15 ml นำไปสกัดด้วยเครื่อง Homogenizer เป็นเวลา 30 นาที นำไปทำแห้งด้วยเครื่อง freeze dry

3. การสกัดและย่อยให้อยู่ในรูปของเปปไทด์ (Peptide extraction: h-PPE)

รกหมูในรูปปั่นละเอียด ถูกนำมาทำให้มีขนาดอนุภาคเล็กลงด้วยเครื่อง Homogenizer ด้วยความเร็วรอบ 10,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที โดยหยุดพักทุก 2 นาที หลังจากนั้น รกหมูถูกนำไปต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เพื่อให้เลือดที่หลงเหลือภายในรกหมูเกิดการเกาะตัว และสามารถแยกออกได้ หลังจากนั้น สารละลายของรกหมูถูกย่อยด้วยเอนไซม์ Trypsin ที่ความเข้มข้นเอนไซม์ 25 BAEE unit/mg porcine เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปผ่านความร้อน เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ และทำแห้งด้วยเครื่อง Freeze dryer ที่อุณหภูมิ -86 องศาเซลเซียส และความดันที่ 0.040 mBar เก็บสารสกัดในรูปผงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Tang et al., 2013)

4. การสกัดสาร Sterol จากรกหมู (s-PPE)

โดยการนำรกหมูมาสกัดด้วย Chloroform/methanol ในสัดส่วน 50-50 (%v/v) และปั่นด้วยเครื่องปั่นความเร็วรอบสูง จากนั้นนำไปผ่านกระดาษกรองเบอร์ 2 และล้างด้วย 0.9% NaCl จากนั้นทำให้แห้ง ตัวอย่างแห้งที่ได้จะนำมาละลายใน 85% Ethanol และ 5 M NaOH และบ่มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น และปรับพีเอช โดยใช้ 6N HCl ให้เป็น 2-3 แล้วผสมกับ ether จากนั้นสารที่อยู่ในชั้นของ ether จะถูกแยกออกและทำให้แห้ง จากนั้นละลายด้วย Chloroform ทำให้แห้ง และล้างด้วยน้ำและทำให้แห้ง เพื่อให้ได้สารสกัด sterol (Lee et al., 2012)

### 3. การทดสอบหาปริมาณโปรตีนและเพปไทด์ในสารสกัด

นำสารสกัดรอกหมูมาตรวจสอบปริมาณโปรตีนและเพปไทด์เบื้องต้น ด้วยวิธี bicinchoninic acid (BCA) Protein Assay Reagent Kit (Pierce, USA) ซึ่งจะวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 562 นาโนเมตร และนำไปเปรียบเทียบกับ bovine serum albumin ซึ่งใช้เป็นสารมาตรฐาน

ส่วนการทดสอบปริมาณโกรทแฟคเตอร์ ได้แก่ EGF, IGF-1 และ TGF- $\beta$ 1 โดยใช้ Human ELISA Kit (Abcam<sup>®</sup>, MA, USA) จากนั้นทำการคำนวณปริมาณ growth factor และโปรตีนเทียบกับน้ำหนักสารสกัด ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณ growth factor} = \text{ปริมาณ growth factor} / \text{น้ำหนักของสารสกัด (g)}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีน} = \text{ปริมาณโปรตีน (mg)} / \text{น้ำหนักของสารสกัด (g)}$$

### 4. การแยกโปรตีน

การแยกโปรตีนของสารสกัดรอกหมูใช้วิธี Sodium Dodecylsulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis (SDS-PAGE) เป็นเทคนิคการแยกทางไฟฟ้าโดยใช้เจลเพื่อใช้วิเคราะห์หาน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเพปไทด์สายเดี่ยว แล้วทำการย้อมสีแผ่นเจลด้วยวิธี silver staining เพื่อทำให้เห็นแถบของพอลิเพปไทด์ และสามารถหาน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเพปไทด์แต่ละสายของสารสกัดรอกหมูได้ ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้สารสกัด u-PPE มาทดสอบ

### 5. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS assay

สาร 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) เป็นสารที่มีสีเขียวปนน้ำเงิน เมื่อทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระ จะทำให้ปริมาณของอนุมูลอิสระลดลง มีผลทำให้สีจางลง

วิธีทดสอบ เริ่มจากการเตรียมสารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7 mmol และสารละลาย Potassium persulfate ความเข้มข้น 2.45 mM ผสมสารละลาย ABTS กับสารละลาย Potassium persulfate ในอัตราส่วน 2:1 ตั้งทิ้งไว้ที่มืด 12-16 ชั่วโมง จะได้สารละลาย ABTS•+ เตรียมสารตัวอย่างที่ความเข้มข้น 1  $\mu\text{g/ml}$  ในเอทานอล ปิเปตสารตัวอย่าง 100  $\mu\text{l}$  เติมสารละลาย ABTS•+ เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm เพื่อคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยนำค่าที่ได้จากสารสกัด มาหักด้วยค่ามาตรฐาน ดังสมการ

$$\% \text{ ABTS} = [(A_{\text{เอบีทีเอส}} - A_{\text{สารตัวอย่าง}}) / (A_{\text{เอบีทีเอส}} - A_{\text{สารอ้างอิง}})] \times 100$$

### 6. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

เนื่องจากความสามารถในการต่อต้านสารอนุมูลอิสระของสารสกัด s-PPE ผู้วิจัยเลือกวิธีดีพีพีเอช (DPPH radical scavenging assay) มาใช้ในการทดสอบแทนวิธี ABTS assay เนื่องจากสารสกัด s-PPE มีองค์ประกอบเป็น Sterol ซึ่งมีความสามารถในการละลายที่ค่อนข้างต่ำในน้ำ และสามารถละลายได้ดีในตัวทำละลาย วิธี ABTS assay ที่ใช้น้ำเป็นสารทำละลายจึงไม่เหมาะสม ส่วน 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl หรือ DPPH เป็นสารจำพวก Stable radical ซึ่งสามารถละลายได้ใน Ethanol และสามารถดูดกลืนแสงได้ดีที่

ความยาวคลื่น 515-520 nm (Kai Marxen et al., 2007) จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมมากกว่า ทั้งนี้ โดยทั่วไปแล้ว DPPH จะสามารถทำปฏิกิริยากับสารต่อต้านอนุมูลอิสระ แล้วเปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง ในการวัดความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรกหมูจึงใช้หลักการนี้ โดยวิธีทดสอบ เริ่มจากการเตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 1 mM โดยใช้ 95% Ethanol เป็นตัวทำละลาย แล้วทำการผสมละลายตัวอย่างด้วย Ethanol ก่อนการผสมกับสารละลาย DPPH ในอัตราส่วน 1:1 จากนั้นทำการบ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm ด้วย Spectrophotometer

$$\%DPPH \text{ radical scavenging activity} = [(A_{DPPH} - A_{\text{sample}}) / (A_{DPPH} - A_{\text{สารอ้างอิง}})] \times 100$$

## 7. การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์

การศึกษานี้ได้มีการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ 2 ชนิดคือ Immortalized human keratinocytes (HaCaT) และ human skin fibroblast ซึ่งเป็นเซลล์จำพวก epithelial cell และนิยมใช้เป็นตัวอย่างของการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อเซลล์ผิวหนังของสิ่งมีชีวิต HaCaT เป็นเซลล์เนื้อเยื่อผิวหนังหรือ keratinocytes ของมนุษย์ (Mosmann, T., 1983)

ในการประเมินค่าความเป็นพิษของเซลล์ จะประเมินผ่านค่าของ cell viability ซึ่งบ่งบอกถึงปริมาณเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ภายใต้สภาวะที่ถูกควบคุม วิธีการ MTT เป็นวิธีการที่นิยมใช้เพื่อประเมินค่าของ cell viability ของตัวอย่างโดยภายในเซลล์ที่มีชีวิต เอนไซม์จำพวก mitochondrial สามารถทำงานย่อย MTT-Substrate ให้กลายเป็น Formazan ซึ่งดูดกลืนแสงที่ 550-570 nm โดยในการทดลองนี้ สำหรับเซลล์ HaCaT ใช้สารสกัดจากรกหมูชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นที่ต่างกัน ได้แก่ 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 5 mg/ml และใช้ dimethyl sulfoxide (DMSO) เป็นสารควบคุมสำหรับการทดลอง ส่วนเซลล์ human skin fibroblast ใช้สารสกัดจากรกหมูจากวิธีการสกัดต่างๆ ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้แก่ 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 5 mg/ml

## 8. การทดสอบการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์

Immortalized human keratinocytes (HaCaT) และ human skin fibroblast cells ใช้เป็นตัวอย่างในการทดลอง เช่นเดียวกับการทดสอบความพิษต่อเซลล์ของสารสกัดจากรกหมู ซึ่งในการทดลองนี้ HaCaT ได้รับการทดสอบด้วยสารสกัดจากรกหมูที่สกัดด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน 4 วิธีที่ความเข้มข้นต่างกัันดังนี้ 0.001, 0.01, 0.1 และ 1 mg/ml ส่วน human skin fibroblast cells เนื่องจากผลการทดลอง cell viability แสดงผลแนวโน้มการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์ในสารสกัด u-PPE ที่มากกว่าวิธีอื่น ๆ จึงได้เลือกสารสกัด u-PPE มาศึกษาต่อที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0.001, 0.01, 0.1 และ 1 mg/ml ในช่วงเวลาบ่มสาร 24, 48, 72 ชั่วโมง และประเมินค่าความสามารถในการเพิ่มจำนวนของเซลล์ด้วยวิธีการ MTT assay โดยทั่วไปแล้วการวัด cell proliferation มีหลายวิธี ซึ่งการวัด metabolic activity ภายในเซลล์เป็นวิธีหนึ่งที่น่ามาใช้ในการศึกษา โดยเซลล์ที่มี metabolic activity มาก จำนวนเซลล์ที่มีชีวิตจะเพิ่มมากขึ้นด้วย จากหลักการของ MTT assay ซึ่งเป็นการวัดสภาวะ reduction environment ของ mitochondria ในเซลล์ เมื่อ MTT ถูก reduced จะทำให้สีของ MTT เปลี่ยนเป็นสีม่วงของ formazan หลังละลายด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น dimethyl sulfoxide (DMSO) แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย UV-VIS spectrophotometer ในช่วงความยาวคลื่น 500-600 nm ปริมาณของสีม่วงที่เพิ่มขึ้นจะหมายถึงปริมาณของเซลล์มีชีวิตที่เพิ่มขึ้นด้วย

## 9. การศึกษากระบวนการเคลื่อนที่ของเซลล์ (Cell migration)

ในสภาวะการแก่ กระบวนการการเคลื่อนที่ของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ซึ่งอยู่ในชั้นผิวหนังแท้ในคนแก่จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ไฟโบรบลาสต์ของคนที่อยู่ในช่วงวัยรุ่น โดยหนึ่งในหลายๆ ปัจจัยที่ช่วยกระตุ้นการเคลื่อนที่ของเซลล์ก็คือโกรทแฟคเตอร์ (Schneider EL., et al, 1976. และ Kondo H., et al, 1992) ดังนั้น การทดสอบกระบวนการเคลื่อนที่ของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ จึงเป็นการศึกษาฤทธิ์ของสารต่อการเสริมสร้างชั้นผิวใหม่เพื่อช่วยให้ลดเลือนริ้วรอย ซึ่งวิธีที่ใช้ในการศึกษานี้คือ cell migration assay โดยวิธีการคือ นำเซลล์จำนวน  $2 \times 10^5$  ใส่ในหลุมเพาะเลี้ยงชนิด 6 หลุม แล้วนำมาบ่มในตู้ incubator ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนกระทั่งเซลล์โตเต็มเพลทและเรียงตัวเป็นชั้นเดียว หลังจากนั้นใช้ปลายทิปขนาด 200 ไมโครลิตรกรีดเป็นแนวเส้นตรงจนเกิดช่องว่างของเซลล์ที่พื้นเพลท หลังจากนั้นล้างด้วย PBS pH7.4 แล้วจึงให้สารสกัด u-PPE ความเข้มข้น 1 mg/ml, TGF- $\beta$ 1 ความเข้มข้น 55.2 pg/ml และอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ไม่ใส่สารสกัดสัมผัสกับเซลล์และถ่ายภาพด้วยกล้องไมโครสโคปที่ระยะเวลา 0, 24 และ 48 ชั่วโมง

## 10. การพัฒนาสูตรตำรับเพื่อนำส่งสารสกัดรกหมูผ่านผิวหนัง

### 10.1 การพัฒนาสูตรตำรับนีโอโซม และการพิสูจน์เอกลักษณ์

ตำรับนีโอโซมเพื่อนำส่งสารสกัดรกหมูเตรียมด้วยวิธี thin film hydration และ probe sonication method มีทั้งหมด 4 ตำรับ ส่วนประกอบในตำรับประกอบด้วย Span 20, Cholesterol, PEG2000-DSPE, u-PPE 1 mg/ml และ PBS (pH7.4) โดยมีวิธีการเตรียมคือ นำ Span 20, cholesterol, และ PEG2000-DSPE ในสารละลาย chloroform: methanol อัตราส่วน 1:1 มาผสมเข้าด้วยกัน หลังจากนั้นนำไประเหยตัวทำละลายด้วยก๊าซไนโตรเจนเพื่อเตรียม thin film และเก็บไว้ใน desiccator อย่างน้อย 6 ชั่วโมง เติมสารสกัด u-PPE ที่ละลายใน PBS pH7.4 ปริมาตร 5 ml ในสัดส่วน 1 mg/ml แล้ว bath sonicate และ vortex เพื่อ form เป็น niosome vesicles ต่อมาจึงนำไปลดขนาดอนุภาคด้วยวิธี Probe sonication เป็นเวลา 30 นาที จำนวน 3 รอบ นำสารละลายที่ได้ไปหมუნเหวี่ยงด้วยความเร็ว 15000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ตำรับที่ได้นำมาพิสูจน์เอกลักษณ์โดยการวัดขนาดอนุภาค (size) ด้วยวิธีการกระเจิงแสงเลเซอร์, การกระจายตัวของขนาดอนุภาค (PDI) และค่าประจุไฟฟ้า (zeta potential) ที่ผิวอนุภาคด้วยการสะท้อนของประจุที่ผิวอนุภาคด้วยเครื่อง Zetasizer Nano ZS (Malvern Instruments, UK) หลังจากนั้นนำตำรับปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ลงใน centrifuged filter (Amicon® Ultra - 4, Merck, IRELAND) แล้วนำไปหมუნเหวี่ยงด้วยความเร็ว 4000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เก็บสารละลายส่วนบนมาผสมกับ 0.1% Triton X-100 ในอัตราส่วน 1:1 มาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนด้วยวิธี BCA assay kit และวัดค่าการดูดกลืนแสงยูวี (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 562 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader (VICTOR Nivo™ Multimode Plate Reader, PerkinElmer, Germany) เพื่อดำเนินการคำนวณค่าอัตราการกักเก็บสารสกัด (%Entrapment efficiency: %EE) และอัตราการบรรจุสารสกัด (%Loading capacity: %LC)

### 10.2. การศึกษาการซึมผ่านผิวหนัง (skin permeation) ของสารสกัดรกหมูในหลอดทดลอง

ในการศึกษานี้ ใช้อุปกรณ์เซลล์ทดสอบแบบแฟรนซ์ชนิดแนวตั้ง (Franz diffusion cells) ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่ใส่สารสกัด (acceptor compartment) และตัวรับ (receptor compartment) โดยมี

หนังเทียม (Strat-M® membrane, Merck, USA) เป็นแผ่นกั้น ตัวอย่างแต่ละตำรับปริมาตร 2 มิลลิลิตรถูกใส่ลงไปในส่วนให้สารสกัด ในส่วนตัวรับของเซลล์บรรจุสารละลาย PBS pH7.4 พร้อมกับปั่นด้วย magnetic bar และควบคุมอุณหภูมิ  $32 \pm 1^{\circ}\text{C}$  ตลอดการทดสอบ เก็บตัวอย่างสารละลายในส่วนตัวรับที่เวลาต่าง ๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนที่ซึมผ่านผิวหนังได้ด้วยวิธี BCA assay kit และวัดค่าการดูดกลืนแสงยูวี (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 562 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader (VICTOR Nivo™ Multimode Plate Reader, PerkinElmer, Germany) พร้อมทั้งเติมสารละลาย PBS pH7.4 ด้วยปริมาตรเท่ากับปริมาณสารละลายที่เก็บไปวิเคราะห์ไปแทนที่เพื่อให้เกิดการซึมผ่านอย่างต่อเนื่อง

#### 11. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลมีการรายงานเป็นค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยการประเมินความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญด้วย two-pair t-test และ one-way analysis of variance (ANOVA) ซึ่งระดับนัยสำคัญกำหนดไว้ที่ค่า  $p$  คือ น้อยกว่า 0.05

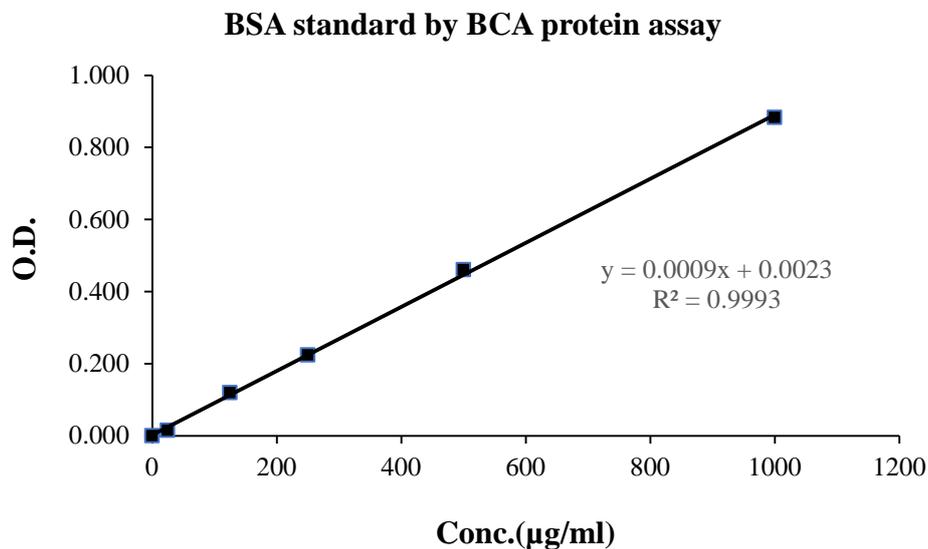
### บทที่ 3

#### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การสกัดสารสำคัญจากรกหนูโดยการทดสอบหาปริมาณโปรตีนและเพปไทด์ และโกรทแฟกเตอร์ในสารสกัด
2. การแยกโปรตีน
3. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS assay
4. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH
5. การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์
6. การทดสอบการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์
7. การศึกษากระบวนการเคลื่อนที่ของเซลล์ (Cell migration)
8. การพัฒนาสูตรตำรับเพื่อนำส่งสารสกัดรกหนูผ่านผิวหนัง

## 1. ปริมาณโปรตีนและโกรทแฟคเตอร์ ในสารสกัดจากรกหมู

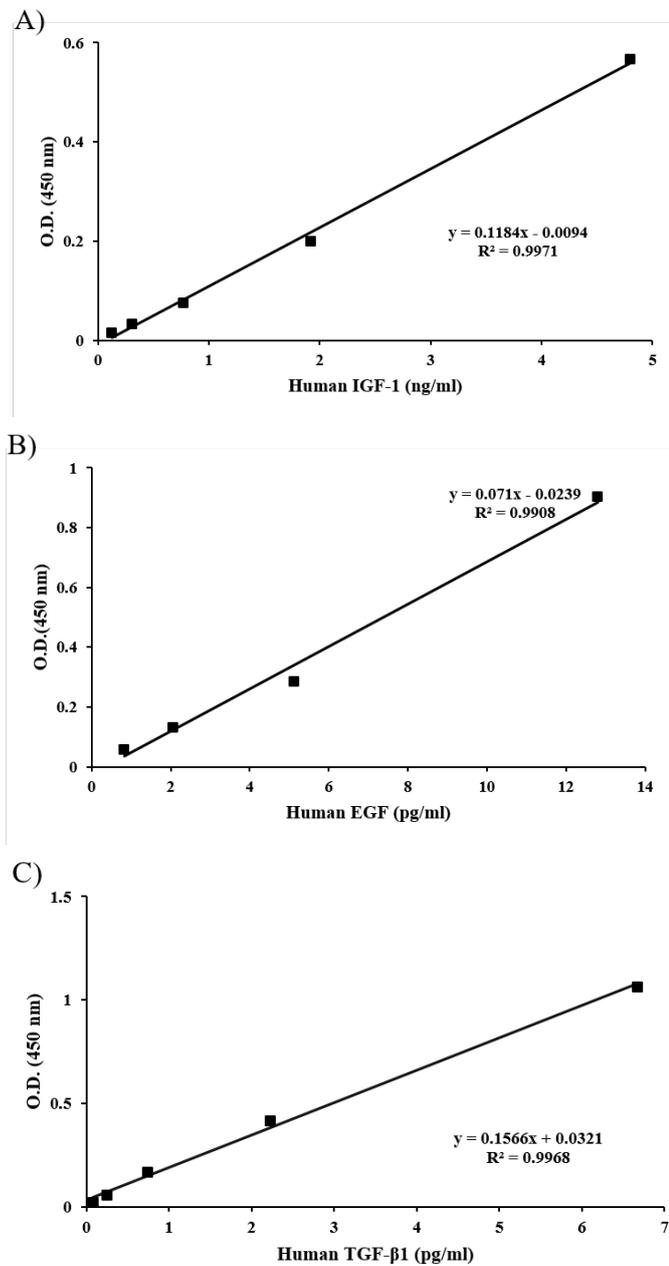
การสกัดสารสกัดรกหมูด้วยวิธีที่ต่างกัน 4 วิธี พบว่า ให้ลักษณะของสารสกัดหลังจากทำให้แห้งด้วยวิธี freeze dry แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณ protein คำนวณจากกราฟมาตรฐานที่แสดงในรูปที่ 1 พบว่า ตัวอย่างที่สกัดโดย ultrasonication (u-PPE), สกัดโดยวิธีการปั่น (FD) และสกัดโดยวิธีการย่อยด้วยเอนไซม์ (h-PPE) มีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกัน ส่วนการสกัดสาร sterol จากรกหมู (s-PPE) พบปริมาณโปรตีนน้อย เนื่องจากวิธีการสกัดนี้มุ่งเน้นการสกัดเฉพาะ sterol ซึ่งไม่ได้คาดหวังว่าจะพบโปรตีนในสารสกัด สำหรับ growth factor นั้นเป็นการหาปริมาณโดยการใช้ ELISA Kit โดยคำนวณปริมาณจาก standard curve ของ growth factor แต่ละชนิด ดังแสดงในรูปที่ 2 และแสดงผลการทดสอบในตารางที่ 1 พบว่า สารสกัด u-PPE และ FD สามารถสกัดโกรทแฟคเตอร์ทั้ง 3 ชนิดออกมาได้ โดยสารสกัด u-PPE ให้สารสกัดที่มีปริมาณ IGF-1 และ TGF- $\beta$ 1 ออกมาได้มากที่สุด ส่วนสารสกัด FD ให้สารสกัดที่มี EGF สูงที่สุด ส่วน h-PPE พบเพียง IGF-1 สำหรับ s-PPE ไม่พบโกรทแฟคเตอร์หรืออาจมีปริมาณต่ำมากจนไม่สามารถตรวจวัดปริมาณได้



รูปที่ 1 กราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน BSA

ตารางที่ 1 ปริมาณโปรตีนและปริมาณ Growth factor (IGF-1, EGF และ TGF- $\beta$ 1) ที่พบในสารสกัดรกหมู ซึ่งได้จากการสกัดด้วยวิธีต่าง ๆ (N=3)

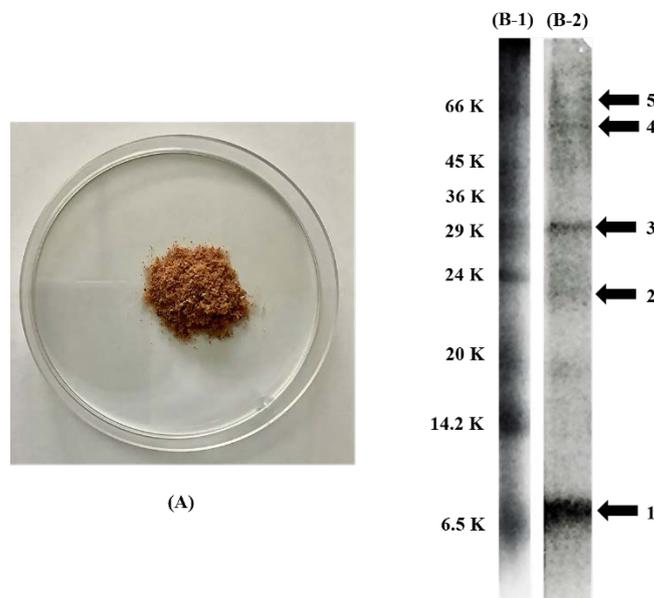
| วิธีการสกัด                | Protein (mg/g)    | EGF (pg/g)       | IGF-1 (ng/g)      | TGF- $\beta$ 1 (pg/g) |
|----------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------------|
| Probe sonication (u-PPE)   | 151.44 $\pm$ 3.40 | 5.79 $\pm$ 2.47  | 40.38 $\pm$ 6.00  | 55.20 $\pm$ 1.21      |
| Homogenization (FD)        | 146.09 $\pm$ 8.54 | 27.46 $\pm$ 3.08 | 28.55 $\pm$ 10.00 | 45.54 $\pm$ 3.40      |
| Peptide extraction (h-PPE) | 153.62 $\pm$ 0.64 | n/v              | 0.64 $\pm$ 1.11   | n/v                   |
| Sterol extraction (s-PPE)  | 17.65 $\pm$ 0.52  | n/v              | n/v               | n/v                   |



รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน A) IGF-1, B) EGF และ C) TGF- $\beta$ 1

โดยสรุป การทดลองสกัดรอกหมูด้วยวิธีการต่าง ๆ พบว่า สารสกัด u-PPE เป็นวิธีการที่ให้สารสำคัญ จำพวกโปรตีนและโกรทแพคเตอร์ในปริมาณสูง จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจในการนำไปศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

ผลการทดลองการแยกโปรตีนของสารสกัดรอกหมูใช้วิธี SDS-PAGE พบแถบของอัตราการเคลื่อนที่ของ สายพอลิเพปไทด์ที่ไม่ทราบน้ำหนักโมเลกุลทั้งหมด 5 แถบ (1-5) ดังแสดงในรูปที่ 3 การคำนวณหาน้ำหนัก โมเลกุลของพอลิเพปไทด์สายเดี่ยวสามารถหาได้จากการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง log ของน้ำหนัก โมเลกุลกับอัตราเร็วการเคลื่อนที่ของโปรตีนมาตรฐาน หลังจากนั้นจึงนำอัตราการเคลื่อนที่ของแถบสายพอลิ เพปไทด์ที่ไม่ทราบน้ำหนักโมเลกุลมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน ซึ่งน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเพปไทด์สาย เดี่ยวหลังการคำนวณแสดงค่าดังตารางที่ 2



**รูปที่ 3** (A) ภาพสารสกัดรอกหมูหลังจาก freeze dry จากการสกัดด้วยวิธี Probe sonication (B-1) แสดง อัตราของการเคลื่อนที่ของสายพอลิเพปไทด์ของโปรตีนมาตรฐาน เปรียบเทียบกับ (B-2) อัตราการ เคลื่อนที่ของสายพอลิเพปไทด์ของโปรตีนจากสารสกัดรอกหมู

**ตารางที่ 2** น้ำหนักโมเลกุลของพอลิเพปไทด์สายเดี่ยวที่คำนวณได้จากอัตราการเคลื่อนที่ของสายพอลิเพปไทด์ ที่ไม่ทราบน้ำหนักโมเลกุลเปรียบเทียบกับอัตราการเคลื่อนที่ของโปรตีนมาตรฐาน

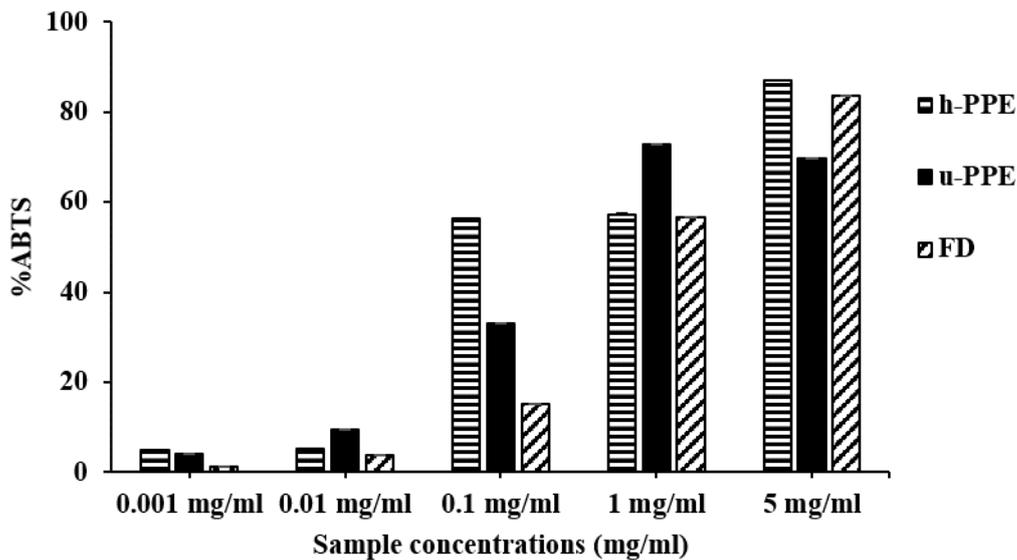
| แถบโปรตีนที่ไม่ทราบน้ำหนักโมเลกุล | น้ำหนักโมเลกุลของพอลิเพปไทด์สายเดี่ยว (Da) |
|-----------------------------------|--|
|-----------------------------------|--|

|   |                 |
|---|-----------------|
| 1 | 7197.90 ± 0.42  |
| 2 | 23144.12 ± 0.67 |
| 3 | 32254.86 ± 1.24 |
| 4 | 56086.86 ± 1.19 |
| 5 | 64207.65 ± 2.05 |

โดยสรุป จากผลของน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเพปไทด์สายเดี่ยวของโปรตีนในสารสกัดรกหมูจากการแยกด้วยวิธี SDS-PAGE มีความสอดคล้องกับ Growth factor IGF-1 ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นแถบ 1 เนื่องจากน้ำหนักโมเลกุลของ IGF-1 คือ 7,649 Da TGF- $\beta$ 1 คาดว่าน่าจะเป็นแถบ 2 เพราะน้ำหนักโมเลกุลของ TGF- $\beta$ 1 คือ 25 KDa สำหรับ EGF ไม่สามารถตรวจสอบได้เนื่องจาก EGF มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย คือ 6 KDa ทำให้ตรวจสอบได้ยาก

## 2. ความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระ

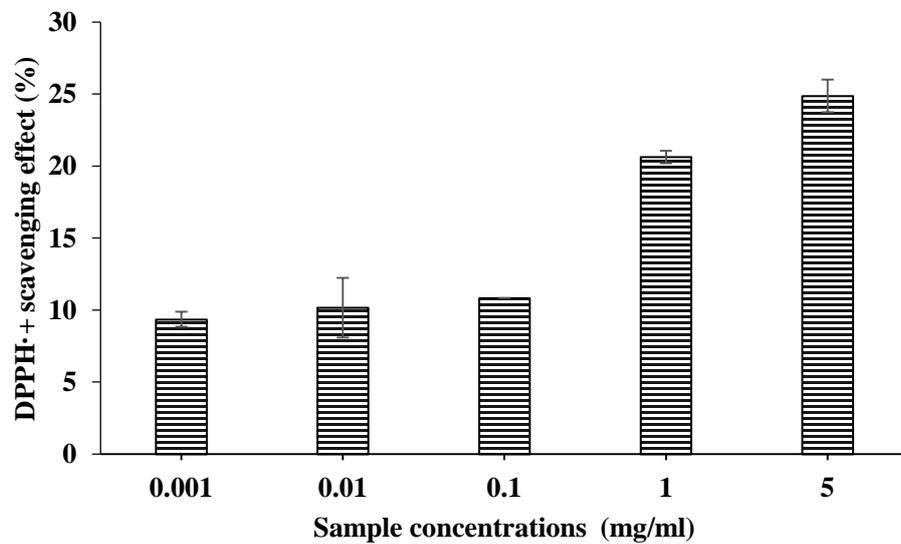
วิธี ABTS ถูกนำมาใช้ เพื่อประเมินความสามารถทางการต่อต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรกหมู ซึ่งจากผลการทดลองที่แสดงในรูปที่ 4 พบว่า สารสกัด h-PPE มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าวิธีการสกัดอื่น ๆ ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.1 และ 5 mg/ml ในขณะที่ที่ความเข้มข้น 0.01 และ 1 mg/ml สารสกัด u-PPE มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิธีการสกัดอื่น ๆ



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่าง %ABTS และความเข้มข้นของสารสกัดจากรกหมูที่ได้จากวิธีต่างๆ

สำหรับการประเมินความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด s-PPE ที่ได้เลือกใช้วิธี DPPH พบว่า s-PPE มีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้น ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งถือว่ายังมีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับสารควบคุม (วิตามินซี ที่ความ

เข้มข้น 25 µg/ml มี DPPH activity ที่ประมาณ 38%) ดังนั้น ความสามารถในการเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระของ s-PPE สามารถเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระ โดยมีฤทธิ์ขึ้นกับความเข้มข้นของตัวอย่าง



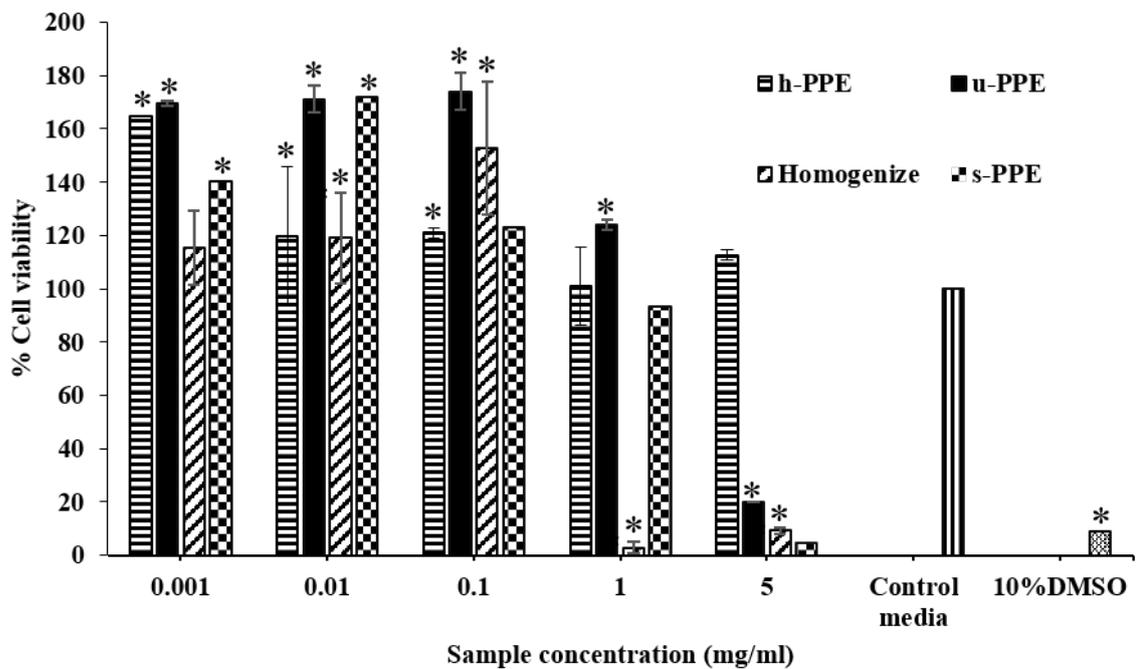
รูปที่ 5 แสดง

0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 5 mg/ml

นมเข้มข้น

#### 4. การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์

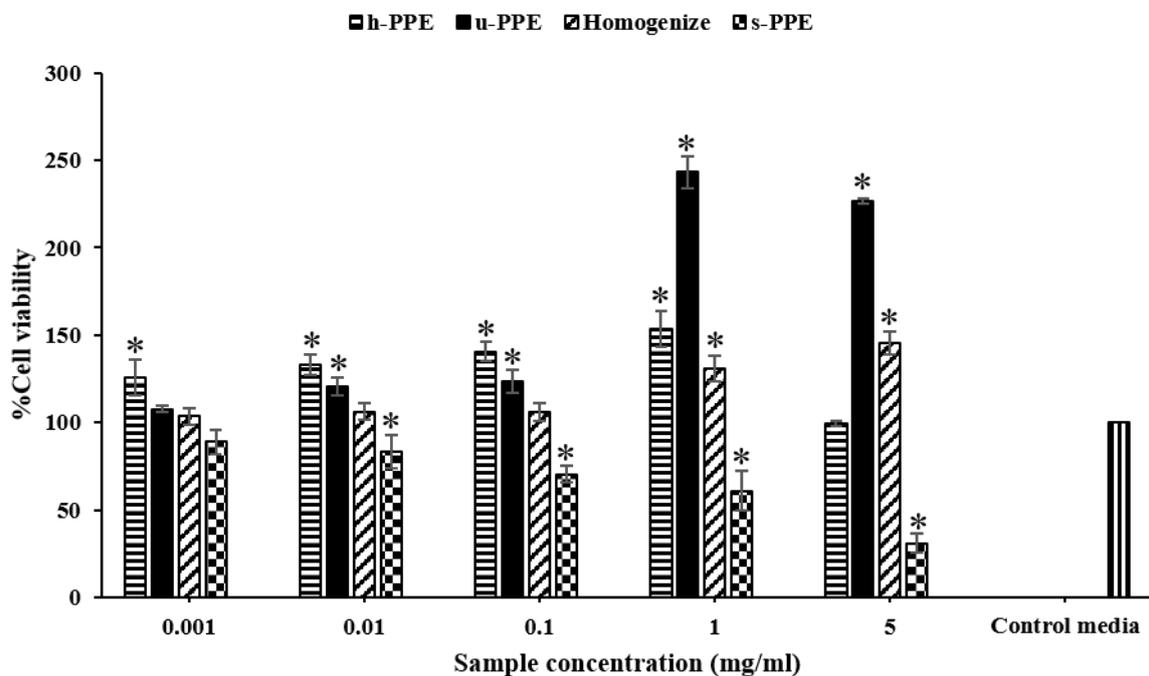
ผลการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดรอกหมูแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 5 mg/ml ต่อเซลล์ HaCaT โดยประเมินจากร้อยละของเซลล์ที่มีชีวิตอยู่ (% Cell viability) ดังแสดงในรูปที่ 6



**รูปที่ 6** ร้อยละของเซลล์ HaCaT ที่มีชีวิต เมื่อเติมสารสกัดรกหมูชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 5 mg/ml และข้อมูลที่มีเครื่องหมาย \* คือข้อมูลที่มีความแตกต่างจากเซลล์ควบคุม (เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด) ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ทั้งนี้หากเปรียบเทียบกับรกหมูที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ (รูปที่ 6) พบว่า เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ ความเข้มข้นสูงสุดที่สารสกัด u-PPE ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ HaCaT คือความเข้มข้นไม่เกิน 1 mg/ml ส่วน FD (Homogenize) และ s-PPE ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ที่ความเข้มข้นไม่เกิน 0.1 mg/ml ในขณะที่สารสกัด h-PPE ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ที่ความเข้มข้นสูงสุดที่ทดสอบคือ 5 mg/ml ดังนั้นจากผลการทดลองสรุปได้ว่า สารสกัดรกหมูจากวิธีการสกัดต่างๆ มีความเป็นพิษต่อเซลล์ที่ต่างกันและขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารสกัด นอกจากนี้สารสกัดรกหมูทั้ง 4 ชนิด มีแนวโน้มในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์ HaCaT ได้ดีที่ความเข้มข้นน้อยกว่า 1 mg/ml และยังเป็นที่น่าสังเกตว่าที่ความเข้มข้นต่ำๆ เซลล์ที่ทดสอบมีร้อยละของเซลล์ที่มีชีวิตอยู่สูงกว่าเซลล์ที่ไม่มีการเติมสารสกัดอย่างมีนัยสำคัญ

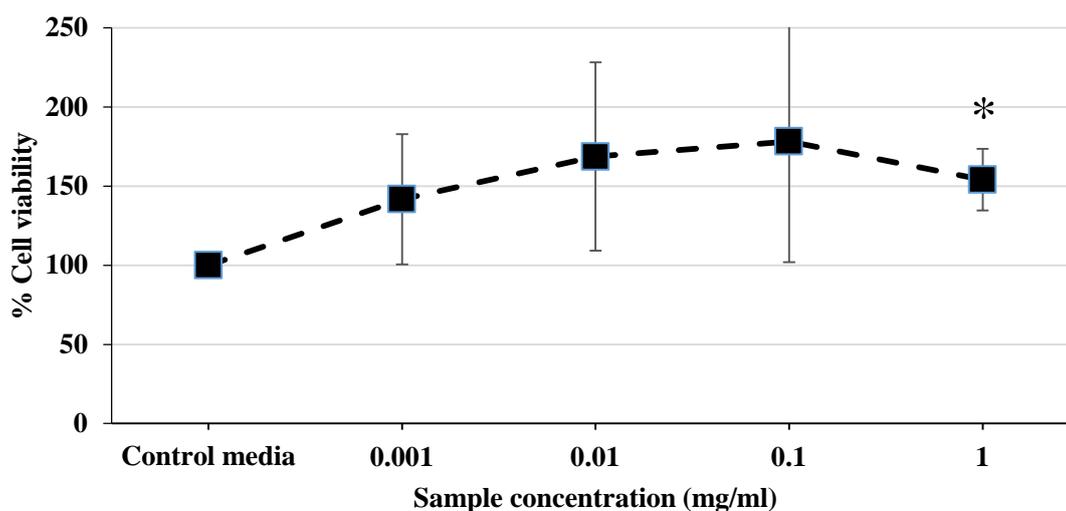
สำหรับการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดรกหมูที่สกัดด้วยวิธีต่าง ๆ ต่อเซลล์ human skin fibroblast จากผลการทดสอบพบว่า หลังการให้สารสกัดรกหมูจากวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน 4 วิธีที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กับเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า สารสกัด u-PPE, FD, และ h-PPE ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ตามความเข้มข้นสูงสุดที่ทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในขณะที่สารสกัด s-PPE มีความเป็นพิษต่อเซลล์เมื่อความเข้มข้นมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ (7)



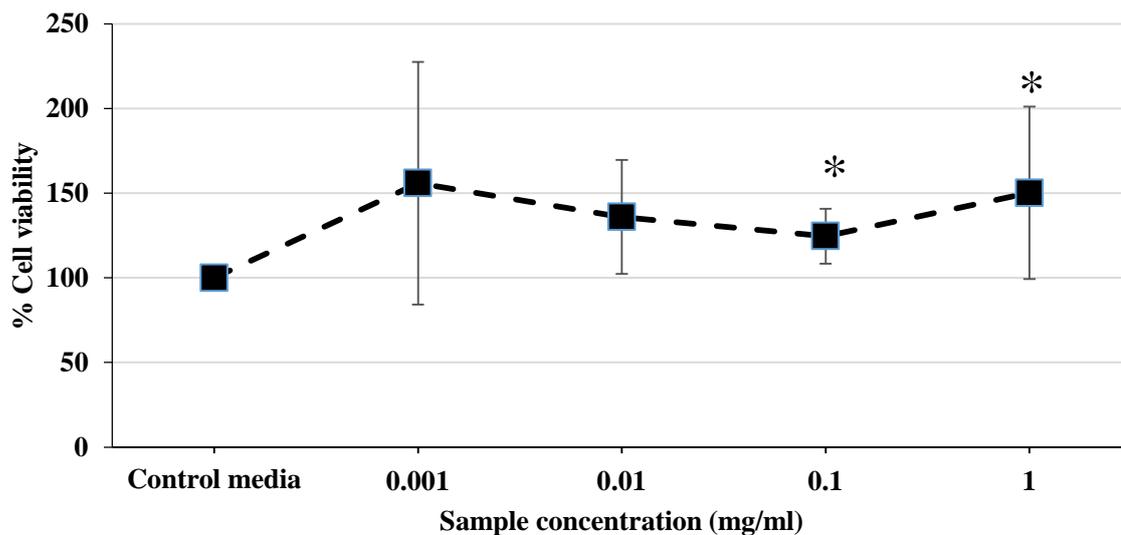
**รูปที่ 7** ร้อยละของเซลล์ Human skin fibroblast ที่มีชีวิต เมื่อเติมสารสกัดรกหมูชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 5 mg/ml และข้อมูลที่มีเครื่องหมาย \* คือข้อมูลที่มีความแตกต่างจากเซลล์ควบคุม (เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด) ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## 5. การทดสอบการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์

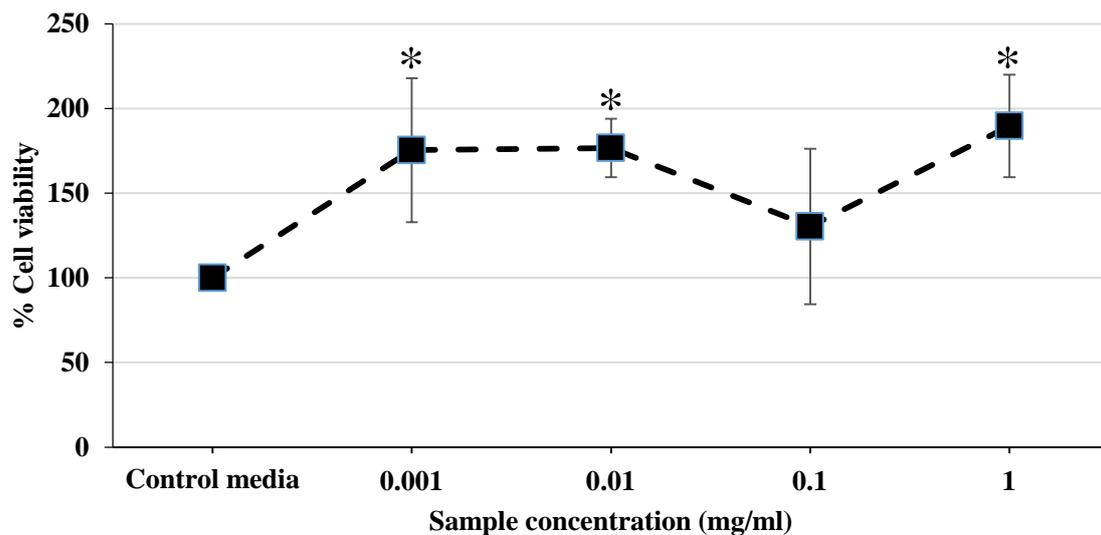
จากการทดสอบด้วยสารสกัดจากรกหมู h-PPE (รูปที่ 8) u-PPE (รูปที่ 9) FD (รูปที่ 10) และ s-PPE (รูปที่ 11) พบว่า ร้อยละของเซลล์ที่มีชีวิตอยู่ (%Cell viability) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากกลุ่มทดลองควบคุม (เซลล์ที่ไม่ได้เติมสารสกัดจากรกหมู) โดยเซลล์ที่เลี้ยงร่วมกับ h-PPE (รูปที่ 8) ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.1 และ 1 mg/ml มีการเพิ่มขึ้นเป็น 169%, 178% และ 154% ตามลำดับ สำหรับเซลล์ที่เลี้ยงร่วมกับ u-PPE (รูปที่ 9) ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 1 mg/ml มีการเพิ่มขึ้นของร้อยละของเซลล์ที่มีชีวิตอยู่ เป็น 125% และ 150% ตามลำดับ สำหรับเซลล์ที่เลี้ยงร่วมกับ FD (รูปที่ 10) ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 1 mg/ml พบเซลล์ที่มีชีวิตเพิ่มขึ้นเป็น 175%, 177% และ 190% ตามลำดับ และสำหรับเซลล์ที่เลี้ยงร่วมกับ s-PPE (รูปที่ 11) ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.1 mg/ml มีเซลล์ที่มีชีวิตเพิ่มขึ้นเป็น 139% และ 129% ตามลำดับ ในการทดลองครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า สารสกัดจากรกหมูสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์ HaCaT ได้และมีความการทดลองยืนยันความสามารถของสารสกัดจากรกหมูชนิดอื่น จากการทดลองก่อนหน้านี้ พบว่าสารสกัดจากรกหมู ที่ความเข้มข้น 6.25-100  $\mu\text{g/ml}$  สามารถเพิ่มความสามารถในการเจริญเติบโตของเซลล์จำพวก Human Dermal Fibroblast (NHDF) cells (Imamura, Y., et al.,2017)



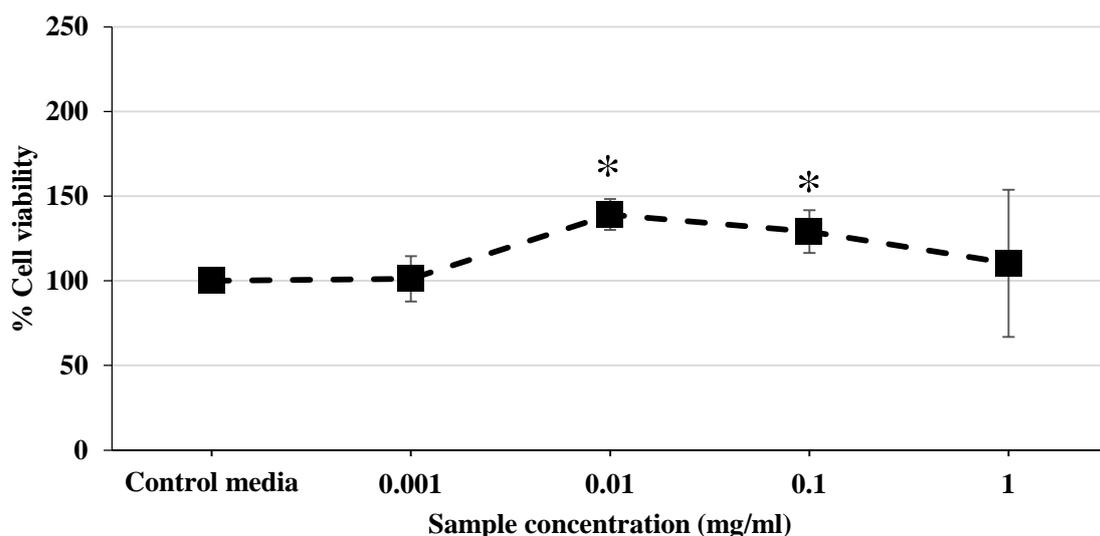
รูปที่ 8 ร้อยละของเซลล์ที่ยังมีชีวิตจากผลของสารสกัด h-PPE ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, และ 1 mg/ml ที่เวลา 6 ชั่วโมงหลังการทดสอบ และเปรียบเทียบกับ control media คือ เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จาก 3 การทดลอง \* คือข้อมูลที่มีความแตกต่างจากcontrol media ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



รูปที่ 9 ร้อยละของเซลล์ที่ยังมีชีวิตจากผลของสารสกัด u-PPE ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, และ 1 mg/ml ที่เวลา 6 ชั่วโมงหลังการทดสอบ และเปรียบเทียบกับ control media คือ เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จาก 3 การทดลอง \* คือข้อมูลที่มีความแตกต่างจาก control media ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

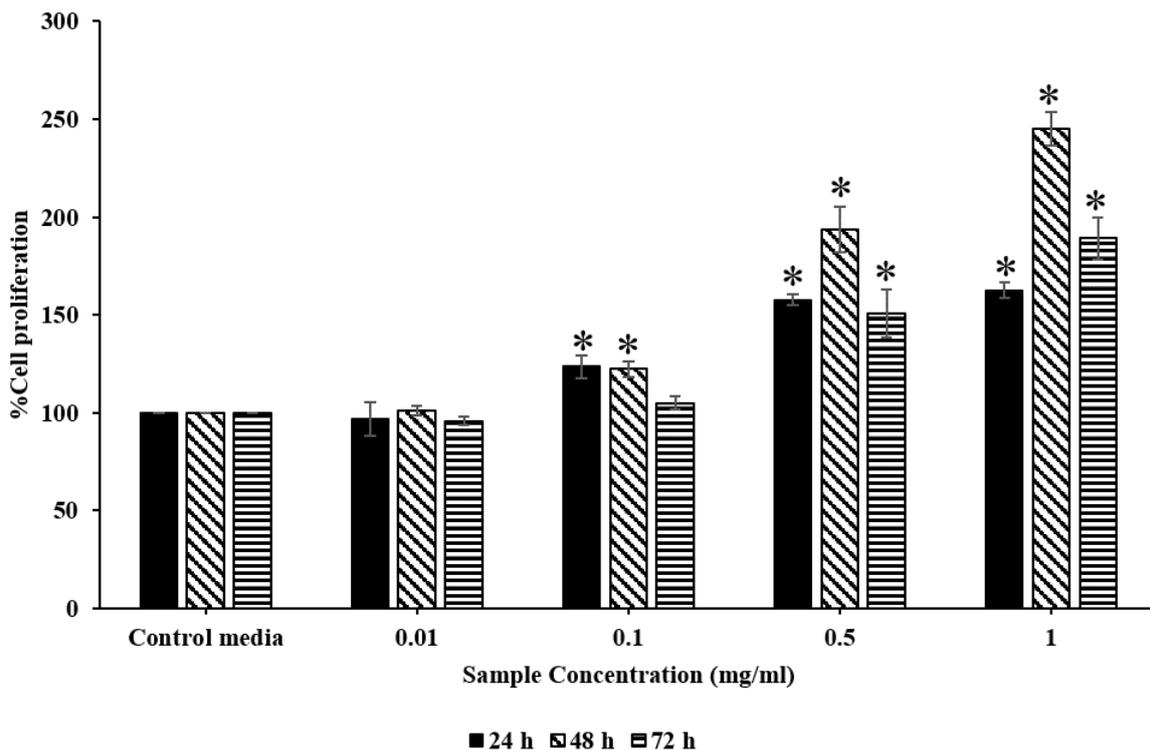


รูปที่ 10 ร้อยละของเซลล์ที่ยังมีชีวิตจากผลของสารสกัด FD ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, และ 1 mg/ml ที่เวลา 6 ชั่วโมงหลังการทดสอบ และเปรียบเทียบกับ control media คือ เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จาก 3 การทดลอง \* คือข้อมูลที่มีความแตกต่างจาก control media ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



รูปที่ 11 ร้อยละของเซลล์ที่ยังมีชีวิตจากผลของสารสกัด s-PPE ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, และ 1 mg/ml ที่เวลา 6 ชั่วโมงหลังการทดสอบ และเปรียบเทียบกับ control media คือ เซลล์ที่เลี้ยงโดยไม่มีการเติมสารสกัด โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จาก 3 การทดลอง \* คือข้อมูลที่มีความแตกต่างจาก control media ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สำหรับการทดสอบการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์ human skin fibroblast จากผลการทดลองพบว่า เมื่อนำสารสกัด u-PPE ที่ความเข้มข้นต่างๆ (0.01, 0.1, 0.5, 1 mg/ml) มาสัมผัสกับเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์เป็นระยะเวลา 24, 48, และ 72 ชั่วโมง พบว่า สารสกัด u-PPE มีความสามารถในการเพิ่มจำนวนของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ที่ระยะเวลา 24, 48, และ 72 ชั่วโมงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการแบ่งตัวหรือการเพิ่มจำนวนของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ต่อสารสกัด u-PPE ที่ความเข้มข้นต่างๆ (0.01, 0.1, 0.5, 1 mg/ml) ที่ระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมงแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ( $p < 0.05$ ), (N=3)

จากผลการศึกษาพบว่า สารสกัด u-PPE มีความสามารถในการเพิ่มจำนวนเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ โดยที่ความเข้มข้น 1 mg/ml มีความสามารถในการเพิ่มจำนวนของเซลล์ได้มากกว่าความเข้มข้นอื่นๆ ที่ระยะเวลา 24, 48, และ 72 ชั่วโมง และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการรายงานว่าเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ซึ่งอยู่ในชั้นผิวหนังแท้มีการเจริญเติบโตจากผลการควบคุมของโกรทแฟคเตอร์และไซโตไคน์หลายชนิด (Takehara K, 2000 และ Schlessinger J, et al., 1983)

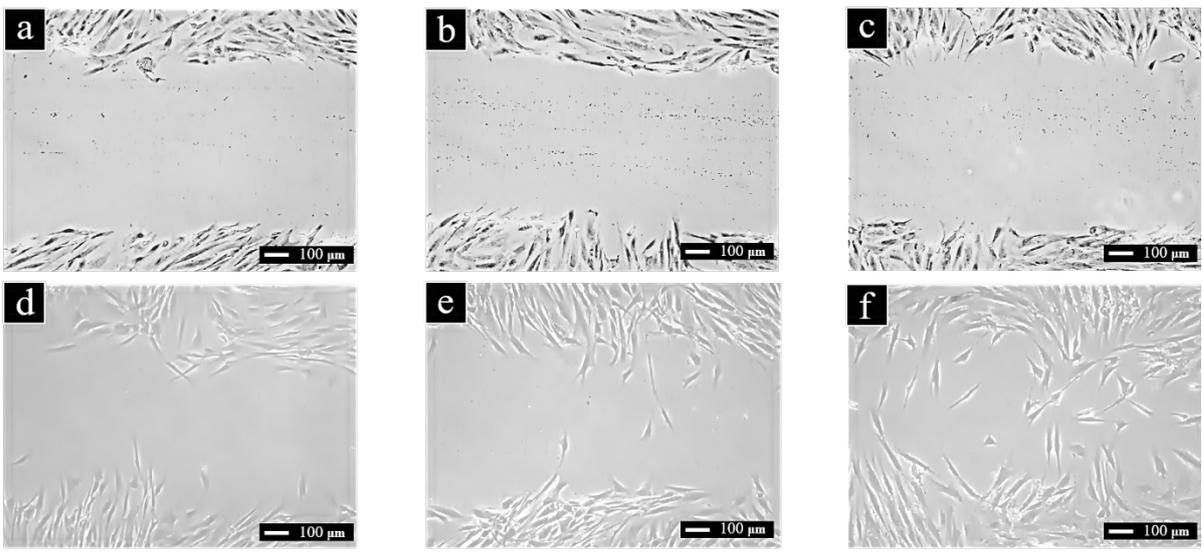
ทั้งนี้จึงเป็นที่น่าสนใจว่าสารสกัดจากรกหมู มีสารสำคัญบางชนิดที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเซลล์ได้ ซึ่งสารสกัดแต่ละชนิดอาจมีความสามารถในการออกฤทธิ์ เช่น การต้านอนุมูลอิสระ การกระตุ้นการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในการนำไปใช้งานจริงจำเป็นต้องคำนึงถึงความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ควบคู่ไปกับความเข้มข้นที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ รวมทั้งวิธีการสกัดที่เหมาะสม

โดยสรุป ในการนำสารสกัดรกหมูไปประยุกต์ใช้ทางเครื่องสำอางซึ่งผลิตภัณฑ์ต้องมีการสัมผัสผิวหนัง จะต้องพิจารณาองค์รวมถึงความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดรกหมูที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ ต่อเซลล์ HaCaT และ Human skin fibroblast ซึ่งทั้ง 2 เซลล์เป็นองค์ประกอบหลักของเซลล์ผิวหนัง รวมทั้งวัตถุประสงค์ของการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยมีการมุ่งเน้นในการสร้างผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าเพื่อใช้ในการชะลอวัย จึงมุ่งเน้นศึกษาในเซลล์ไฟโบรบลาสต์เนื่องจากมีการศึกษาในอดีตว่า มีปริมาณลดลงเมื่อเกิด

ภาวะการแก่ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างคอลลาเจนที่ลดลงด้วย จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่า สารสกัด u-PPE ไม่มี ความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ในความเข้มข้นที่ทดสอบ และมีแนวโน้มในการกระตุ้นการแบ่งตัว และการเพิ่มจำนวนของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์มากกว่าวิธีอื่นๆ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1 mg/ml และเมื่อพิจารณาเซลล์ HaCaT พบว่า ที่ความเข้มข้นไม่เกิน 1 mg/ml ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์และมีแนวโน้มในการกระตุ้นการแบ่งตัวและการเพิ่มจำนวนของเซลล์ ดังนั้น จึงได้นำสารสกัดรกหมูที่สกัดด้วยวิธี u-PPE มาทดสอบฤทธิ์อื่นๆ ต่อไป

## 6. การศึกษากระบวนการเคลื่อนที่ของเซลล์ (Cell migration)

จากการศึกษาการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัด u-PPE ต่อการกระตุ้นการเคลื่อนที่ของเซลล์ไฟโบรบลาสต์ ที่ความเข้มข้น 1 mg/ml เปรียบเทียบกับสาร TGF- $\beta$ 1 ที่ความเข้มข้น 55.2 pg/ml ซึ่งเป็น positive control และกลุ่มควบคุม (negative control) พบว่า สารสกัด u-PPE ที่ความเข้มข้นดังกล่าวมีความสามารถในการกระตุ้นการเคลื่อนที่ของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ที่เวลา 24 ชั่วโมงได้มากกว่า TGF- $\beta$ 1 และกลุ่มควบคุม และมีฤทธิ์กระตุ้นการเคลื่อนที่ของเซลล์มากขึ้นที่เวลา 48 ชั่วโมงอย่างชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 13



**รูปที่ 13** ภาพกำลังขยาย 4x จากกล้องไมโครสโคป แสดงการเคลื่อนที่ของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์หลังการสัมผัสสารสกัด u-PPE ที่ความเข้มข้น 1 mg/ml (รูป c, f, i) เปรียบเทียบกับ TGF- $\beta$ 1 (positive control; b, e, h) ที่ความเข้มข้น 55.2 pg/ml และอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ไม่มีสารสกัด (negative control; a, d, g) ที่เวลา 0, 24, 48 ชั่วโมง

โดยสรุป สารสกัด u-PPE ที่ความเข้มข้น 1 mg/ml สามารถกระตุ้นการเคลื่อนที่ของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับสาร TGF- $\beta$ 1 และกลุ่มที่ได้รับอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ไม่มีสารสกัดที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ซึ่งในกระบวนการการเคลื่อนที่ของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ในคนแก่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ไฟโบรบลาสต์ของคนที่อยู่ในช่วงวัยรุ่น โดยหนึ่งในหลายๆ ปัจจัยที่ช่วยกระตุ้นการเคลื่อนที่ของเซลล์ก็คือโกรทแฟคเตอร์ (Schneider EL., et al, 1976. และ Kondo H., et al, 1992) ดังนั้น สารสกัด u-PPE ที่ความเข้มข้น 1 mg/ml มีฤทธิ์ช่วยกระตุ้นการเคลื่อนที่ของเซลล์ผิวหนังไฟโบรบลาสต์ อาจเป็นผลมาจากโกรทแฟคเตอร์ซึ่งเป็นหนึ่งในสารสำคัญที่พบในสารสกัด u-PPE

## 7. การพัฒนาสูตรตำรับเพื่อนำส่งสารสกัดรกหมูผ่านผิวหนัง

### 7.1 การพัฒนาสูตรตำรับนิโอโซม และการพิสูจน์เอกลักษณ์

ตำรับนิโอโซมเพื่อนำส่งสารสกัดรกหมูเตรียมด้วยวิธี thin film hydration และ probe sonication method มีทั้งหมด 4 ตำรับ ส่วนประกอบในตำรับแสดงดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ตำรับนิโอโซมที่ใช้ในการนำส่งสารสกัดรกหมู และอัตราส่วนของส่วนประกอบต่างๆ ในแต่ละตำรับ

| ตำรับ            | Span 20 (mM) | Cholesterol (mM) | PEG2000-DSPE (mM) |
|------------------|--------------|------------------|-------------------|
| Niosomes         | 1.25 mM      | 1.25 mM          | 0                 |
| 1%PEG Niosomes   | 1.25 mM      | 1.25 mM          | 0.025 mM          |
| 2.8%PEG Niosomes | 1.25 mM      | 1.25 mM          | 0.07 mM           |
| 5%PEG Niosomes   | 1.25 mM      | 1.25 mM          | 0.125 mM          |

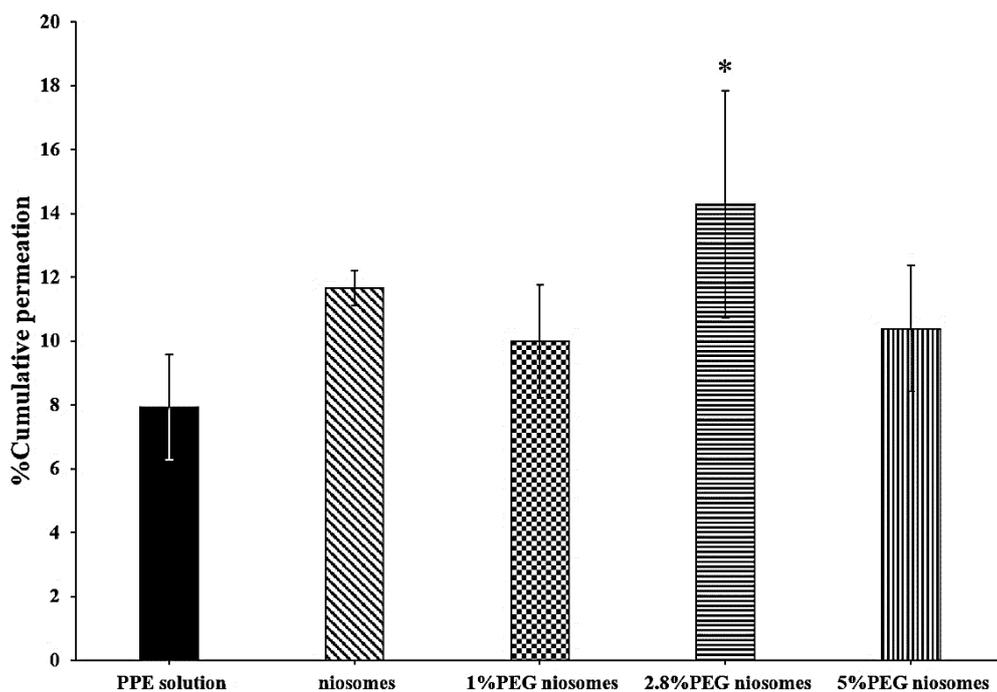
นีโอโซมทั้ง 4 ตำรับมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 240-300 นาโนเมตร การกระจายตัวของอนุภาคน้อยกว่า 0.4 ค่าประจุไฟฟ้าของทุกตำรับเป็นลบ และค่าประจุไฟฟ้าเป็นลบน้อยลงเมื่อปริมาณ PEG เพิ่มขึ้นในตำรับ อัตราร้อยละการกักเก็บสารสกัด (%EE) และอัตราร้อยละการบรรจุสารสกัด (%LC) แสดงให้เห็นว่าตำรับนีโอโซมที่ไม่ได้เติม PEG สามารถกักเก็บและบรรจุสารสกัดรกหมูได้มากที่สุด และลดลงเมื่อปริมาณ PEG เพิ่มขึ้น โดยคำนวณอัตราส่วนร้อยละของปริมาณโปรตีนรวมที่นีโอโซมสามารถกักเก็บได้เปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนรวมที่นำมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์นีโอโซมในสัดส่วน 1 mg ของน้ำหนักแห้งในตัวทำละลาย 1 ml เป็นเพราะ PEG อาจทำให้โครงสร้างของ niosome แข็งแรงมากขึ้นและลดการกักเก็บสาร (Bin S., et al., 2005) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ niosome vesicles ในแต่ละตำรับ ได้แก่ ขนาดอนุภาค (size), การกระจายตัวของขนาดอนุภาค (PDI), ค่าประจุไฟฟ้า (zeta potential), อัตราร้อยละการกักเก็บสารสกัด (% Entrapment efficiency: %EE) และอัตราร้อยละการบรรจุสารสกัด (%Loading capacity: %LC)

| สูตรตำรับ        | ขนาด (nm)      | การกระจายขนาดอนุภาค (PDI) | ค่าประจุไฟฟ้า (mV) | อัตราร้อยละการกักเก็บสารสกัด (%EE) | อัตราร้อยละการบรรจุสารสกัด (%LC) |
|------------------|----------------|---------------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| niosomes         | 246.90 ± 1.65  | 0.346 ± 0.02              | -28.83 ± 1.07      | 42.68 ± 2.49                       | 45.33 ± 2.65                     |
| 1%PEG niosomes   | 283.17 ± 9.96  | 0.316 ± 0.01              | -21.80 ± 1.01      | 29.59 ± 0.75                       | 29.19 ± 0.74                     |
| 2.8%PEG niosomes | 305.97 ± 15.02 | 0.347 ± 0.03              | -20.63 ± 2.47      | 25.49 ± 1.59                       | 22.29 ± 1.39                     |
| 5%PEG niosomes   | 258.30 ± 0.30  | 0.360 ± 0.01              | -17.87 ± 0.68      | 11.51 ± 1.09                       | 8.84 ± 0.83                      |

## 7.2 การศึกษาการซึมผ่านผิวหนัง (skin permeation) ของสารสกัดรกหมูในหลอดทดลอง

ตำรับนีโอโซมที่บรรจุสารสกัดรกหมู 1 mg/ml ทั้ง 4 ตำรับสามารถนำส่งสารสกัด u-PPE ให้ซึมผ่านผิวหนังได้และมากกว่าตำรับสารละลายของสารสกัดรกหมูที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ในตำรับนีโอโซมที่เติม PEG ลงไป 2.8% เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายของสารสกัดรกหมู ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ร้อยละการซึมผ่านสะสมของตำรับนิโอโซมที่บรรจุสารสกัดรกหมู 4 ตำรับ เปรียบเทียบกับสารละลายของสารสกัดรกหมูที่เวลา 24 ชั่วโมง □ □ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายของสารสกัดรกหมู ( $p < 0.05$ ), (N=3)

โดยสรุป ตำรับนิโอโซมที่บรรจุสารสกัด u-PPE 1 mg/ml มีความสามารถในการซึมผ่านผิวหนังได้ดีกว่าตำรับสารละลายของสารสกัดรกหมู โดยตำรับนิโอโซมที่เติม PEG ลงไปในตำรับ 2.8% มีความสามารถในการนำส่งสารสกัด u-PPE ได้มากกว่าตำรับอื่นๆ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบการสารละลายของสารสกัดรกหมู เป็นเพราะในกระบวนการ PEGylation ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อกันระหว่างสาย PEG และโปรตีนด้วยพันธะ covalent สามารถช่วยเพิ่มการนำส่งโปรตีนได้ (Mero A., et al., 2011)

## บทที่ 4 บทสรุป

ในการศึกษานี้ทำการศึกษาวิธีการสกัดสารและวิธีวิเคราะห์สารสำคัญในสารสกัดจากรกหมูโดยสกัดด้วยวิธีการสกัดที่ต่างกัน 4 วิธีคือ 1) การสกัดโดยใช้อัลตราซาวด์ (u-PPE) 2) ด้วยการปั่น Homogenization (FD) 3) การสกัดและย่อยให้อยู่ในรูปของเพปไทด์ (h-PPE) 4) การสกัดสาร Sterol จากรกหมู (s-PPE) และทำการควบคุมคุณภาพสารสกัด โดยหาปริมาณโปรตีน หลังจากนั้นทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ในหลอดทดลองด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Assay และ วิธี ABTS assay ทดสอบความเข้มข้นของสารสกัดที่มีความปลอดภัยในการใช้ต่อเซลล์ รวมทั้งทดสอบการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์ HaCaT และ Human skin fibroblast เมื่อให้สารสกัดจากรกหมูและวิเคราะห์ผลด้วยวิธี MTT assay และทดสอบการกระตุ้นการเคลื่อนที่ของเซลล์ Human skin fibroblast จากการให้สารสกัดจากวิธีสกัดที่เหมาะสม หลังจากนั้นนำสารสกัดที่ได้จากวิธีการสกัดที่เหมาะสม มาพัฒนาให้อยู่ในรูประบบนำส่งอนุภาคระดับนาโนสำหรับบรรจุสารสกัด ซึ่งในปีที่ 1 นี้ได้ทำการพัฒนา ระบบนำส่งยาคือตำรับนีโอโซม และทดสอบประสิทธิภาพการซึมผ่านผิวหนังของสารสกัดที่บรรจุในระบบนำส่งนีโอโซม โดยสามารถสรุปผลการศึกษาดังต่อไปนี้

การศึกษาวิธีการสกัดสารและวิธีวิเคราะห์สารสำคัญในสารสกัดจากรกหมูโดยสกัดด้วยวิธีการสกัดที่ต่างกัน 4 วิธี พบว่า ให้ลักษณะของสารสกัดหลังจากทำให้แห้งด้วยวิธี freeze dry แตกต่างกัน ปริมาณ protein ในตัวอย่างที่สกัดโดย ultrasonication (u-PPE) สกัดด้วยวิธีการปั่น (FD) และสกัดด้วยวิธีการย่อยด้วยเอนไซม์ (h-PPE) มีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกัน ส่วนการสกัดสาร sterol จากรกหมู (s-PPE) พบปริมาณโปรตีนน้อย เนื่องจากวิธีการสกัดนี้มุ่งเน้นการสกัดเฉพาะ sterol ซึ่งไม่ได้คาดหวังว่าจะพบโปรตีนในสารสกัดสำหรับ growth factor นั้นเป็นการหาปริมาณโดยใช้ ELISA Kit โดยคำนวณปริมาณจาก standard curve ของ growth factor แต่ละชนิด พบว่า สารสกัด u-PPE และ FD สามารถสกัดโกรทแฟคเตอร์ทั้ง 3 ชนิดออกมาได้ โดยสารสกัด u-PPE ให้สารสกัดที่มีปริมาณ IGF-1 และ TGF- $\beta$ 1 ออกมาได้มากที่สุด ส่วนสารสกัด FD ให้สารสกัดที่มี EGF สูงที่สุด ส่วน h-PPE พบเพียง IGF-1 สำหรับ s-PPE ไม่พบโกรทแฟคเตอร์หรืออาจมีปริมาณต่ำมากจนไม่สามารถตรวจวัดปริมาณได้

การประเมินความสามารถทางการต่อต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรกหมูด้วยวิธี ABTS พบว่า สารสกัด h-PPE มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าวิธีการสกัดอื่น ๆ ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.1 และ 5 mg/ml ในขณะที่ความเข้มข้น 0.01 และ 1 mg/ml สารสกัด u-PPE มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิธีการสกัดอื่น ๆ ส่วนการประเมินทางการต่อต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรกหมูด้วยวิธี DPPH พบว่า s-PPE มีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้น ซึ่งถือว่ายังมีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับสารควบคุม (วิตามินซี)

ผลการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดรกหมูแต่ละชนิด พบว่า สารสกัดรกหมูจากวิธีการสกัดต่างๆ มีความเป็นพิษต่อเซลล์ที่แตกต่างกันและขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารสกัด โดย u-PPE ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ HaCaT ที่ความเข้มข้นไม่เกิน 1 mg/ml ส่วน FD และ s-PPE ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ที่ความเข้มข้นไม่เกิน 0.1 mg/ml ในขณะที่สารสกัด h-PPE ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ที่ความเข้มข้นสูงสุดที่ทดสอบคือ 5 mg/ml นอกจากนี้สารสกัดรกหมูทั้ง 4 วิธี มีแนวโน้มในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์ HaCaT ได้ดีที่ความเข้มข้น น้อยกว่า 1 mg/ml และที่ความเข้มข้นต่ำๆ เซลล์ที่ทดสอบมีร้อยละของเซลล์ที่มีชีวิตอยู่สูงกว่าเซลล์ที่ไม่มีการเติมสารสกัดอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดรกหมูที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ ต่อเซลล์ human skin fibroblast สารสกัด u-PPE, FD, และ h-PPE ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนังไฟโบร بلاสต์ตามความเข้มข้นสูงสุดที่ทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในขณะที่สารสกัด s-PPE มีความเป็นพิษต่อเซลล์เมื่อความเข้มข้นมากขึ้น และสารสกัด u-PPE มีแนวโน้มในการกระตุ้นการแบ่งตัวและการเพิ่มจำนวนของเซลล์ผิวหนังไฟโบร بلاสต์มากกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการสร้างผลิตภัณฑ์บำรุง ผิวหน้าเพื่อใช้ในการชะลอวัย จึงมุ่งเน้นที่เซลล์ไฟโบร بلاสต์เนื่องจากการรายงานในอดีตว่า มีปริมาณลดลง เมื่อเกิดภาวะการแก่ และนำไปสู่การสร้างคอลลาเจนที่ลดลง นอกจากนี้ในสภาวะการแก่ กระบวนการการ เคลื่อนที่ของเซลล์ผิวหนังไฟโบร بلاสต์ซึ่งอยู่ในชั้นผิวหนังแท้ในคนแก่จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อ เปรียบเทียบกับเซลล์ไฟโบร بلاสต์ของคนที่อยู่ในช่วงวัยรุ่น จึงได้เลือกสารสกัด u-PPE ซึ่งมีแนวโน้มในการ เพิ่มการเจริญเติบโตของเซลล์ผิวหนังไฟโบร بلاสต์ได้มากกว่าวิธีอื่น ๆ โดยพิจารณาจากผลการทดสอบ cell viability ของเซลล์ Human skin fibroblast ร่วมกับผลของเซลล์ HaCaT ที่ u-PPE ไม่มีความเป็นพิษต่อ เซลล์ จึงเลือกความเข้มข้นไม่เกิน 1 mg/ml หลังการทดสอบการกระตุ้นการเคลื่อนที่ของเซลล์ พบว่า ที่ความ เข้มข้น 1 mg/ml มีความสามารถในการเพิ่มจำนวนของเซลล์ได้มากกว่าความเข้มข้นอื่น ๆ ที่ระยะเวลา 24, 48, และ 72 ชั่วโมง และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยที่มีการรายงานที่เซลล์ผิวหนังไฟโบร بلاสต์ซึ่งอยู่ในชั้นผิวหนังแท้มีการเจริญเติบโตจากการ ควบคุมของโกรทแฟคเตอร์และไซโตไคน์หลายชนิด ดังนั้น ในการนำไปใช้งานจริง จำเป็นต้องคำนึงถึงความ เข้มข้นของสารออกฤทธิ์ควบคู่ไปกับความเข้มข้นที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ซึ่งอาจจะมีผลต่อเซลล์ที่แตกต่างกัน รวมทั้งคำนึงถึงวิธีการสกัดที่เหมาะสมและวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ เนื่องจากสารสกัดจากรกหมูมี สารสำคัญหลายชนิด ได้แก่ nucleic acids, amino acids, peptides, cytokines, growth factors, vitamins, minerals, และอื่นๆ (Pan SY., et al., 2017) ที่ส่งผลต่อฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น การต้านอนุมูล อิศระ การกระตุ้นการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

การพัฒนาสูตรตำรับนิโอโซมเพื่อนำส่งสารสกัดรกหมูผ่านผิวหนัง ตำรับนิโอโซมที่บรรจุสารสกัด u-PPE 1 mg/ml ทั้ง 4 ตำรับสามารถนำส่งสารสกัดรกหมูให้ซึมผ่านผิวหนังได้และมากกว่าสารละลายของสาร สกัด u-PPE โดยตำรับนิโอโซมที่เติม PEG ลงไปในตำรับร้อยละ 2.8 มีความสามารถในการนำส่งสารสกัดรก หมูได้มากกว่าตำรับอื่นๆ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบการสารละลายของสารสกัดรกหมู

## เอกสารอ้างอิง

1. Choi, H. Y., Kim, S. W., Kim, B., Lee, H. N., Kim, S.-J., Song, M., Cho, S.-G. (2014). Alpha-Fetoprotein, Identified as a Novel Marker for the Antioxidant Effect of Placental Extract, Exhibits Synergistic Antioxidant Activity in the Presence of Estradiol. *PLoS ONE*, 9(6), e99421.
2. Floegel, A., Kim, D.-O., Chung, S.-J., I. Koo, S., & Chun, O. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods (Vol. 24).
3. Han, N. R., Kim, K. Y., Kim, M. J., Kim, M. H., Kim, H. M., Jeong, H. J. (2013). Porcine placenta mitigates protein-energy malnutrition-induced fatigue. *Nutrition*.29(11-12):1381-7.
4. Imamura, Y., Honda, Y., Masuno, K., Nakamura, H., & Wang, P.-L. (2017). Effects of Placental Extract on Cell Proliferation, Type I Collagen Production, and ALP Secretion in Human Osteosarcoma Cell Line Saos-2. *Journal of Hard Tissue Biology*, 26(2), 157-160.
5. Imamura, Y., Honda, Y., Masuno, K., Nakamura, H., & Wang, P.-L. (2017). Effects of Placental Extract on Cell Proliferation, Type I Collagen Production, and ALP Secretion in Human Osteosarcoma Cell Line Saos-2 (Vol. 26).
5. Kai, M., Vanselow, K., Sebastian, L., Ralf, H., Ruser, A., & Ulf-Peter, H. (2007). Determination of DPPH Radical Oxidation Caused by Methanolic Extracts of Some Microalgal Species by Linear Regression Analysis of Spectrophotometric Measurements (Vol. 7).
6. Lee, E. J., Kamli, M. R., Bhat, A. R., Pokharel, S., Lee, D.-M., Kim, S. H., Choi, I. (2012). Effect of porcine placenta steroid extract on myogenic satellite cell proliferation, transdifferentiation, and lipid accumulation. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Animal*, 48(5), 326-333.
7. Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., & Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265-275.
8. Mareček, V., Mikyška, A., Hampel, D., Čejka, P., Neuwirthová, J., Malachová, A., & Cerkal, R. (2017). ABTS and DPPH methods as a tool for studying antioxidant capacity of spring barley and malt. *Journal of Cereal Science*, 73, 40-45.
9. Mitsui, Y., Bagchi, M., Marone, P. A., Moriyama, H., & Bagchi, D. (2015). Safety and toxicological evaluation of a novel, fermented, peptide-enriched, hydrolyzed swine placenta extract powder. *Toxicology Mechanisms and Methods*, 25(1), 13-20. doi:10.3109/15376516.2014.971139
10. Mosmann, T. (1983). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: Application to proliferation and cytotoxicity assays. *Journal of Immunological Methods*, 65(1), 55-63.
11. Park, Y., Han, B. K., Choi, H.-S., Hong, Y. H., Jung, E. Y., & Suh, H. J. (2015). Effect of Porcine Placenta Extract from Subcritical Water Extraction on Photodamage in Human Keratinocytes. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(2), 164-170. doi:10.5851/kosfa.2015.35.2.164

12. PrabhuDas, M., Bonney, E., Caron, K., Dey, S., Erlebacher, A., Fazleabas, A., Yoshinaga, K. (2015). Immune mechanisms at the maternal-fetal interface: perspectives and challenges. *Nat Immunol*, 16(4), 328-334.
13. Ramsay, T. G., Kasser, T. R., Hausman, G. J., & Martin, R. J. (1986). Metabolic development of the porcine placenta in response to alterations in maternal or fetal homeostasis.
14. Tang, W.-L., Zhang, M., & Fang, Z. (2015). Optimization of ultrasound-assisted-extraction of porcine placenta water-soluble proteins and evaluation of the antioxidant activity. *Journal of food science and technology*, 52(7), 4042-4053.
15. Tang, W.-L., Zhang, M., & Fang, Z. (2015). Optimization of ultrasound-assisted-extraction of porcine placenta water-soluble proteins and evaluation of the antioxidant activity. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4042-4053. doi:10.1007/s13197-014-1444-1
16. Wu, C. H., Chang, G. Y., Chang, W. C., Hsu, C. T., & Chen, R. S. (2003). Wound healing effects of porcine placental extracts on rats with thermal injury. *British Journal of Dermatology*, 148(2), 236-245.
17. Yamasaki, M., Hasegawa, S., Takahashi, H., Kobayashi, Y., Sakai, C., Ashizawa, Y., Asai, Y., Kanzaki, M., Fukui, T. (2015). Placental extracts induce the expression of antioxidant enzyme genes and suppress melanogenesis in B16 melanoma cells. *Natural Product Research*, 29(22):2103-6.
18. Yoshikawa, C., Takano, F., Ishigaki, Y., Okada, M., KYO, S., Suzuki, N., Sugiura, K., Koike, K. (2013). Effect of Porcine Placental Extract on Collagen Production in Human Skin Fibroblasts In Vitro. *Gynecol Obstet.*, 3(6): 1-4.
19. Takehara K. Growth regulation of skin fibroblasts. *Journal of Dermatological Science*. 2000;24:S70-S7.
20. Schlessinger J, Schreiber AB, Levi A, Lax I, Libermann T, Yarden Y. Regulation of cell proliferation by epidermal growth factor. *CRC Crit Rev Biochem*, 14, 93–111 (1983).
21. Schneider EL, Mitsui Y. The relationship between in vitro cellular aging and in vivo human age. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1976;73(10):3584.
22. Kondo H, Yonezawa Y. Changes in the migratory ability of human lung and skin fibroblasts during in vitro aging and in vivo cellular senescence. *Mechanisms of Ageing and Development*. 1992;63(3):223-33.
23. Mero A, Clementi C, Veronese FM, Pasut G., Covalent Conjugation of Poly (Ethylene Glycol) to Proteins and Peptides: Strategies and Methods. *Bioconjugation Protocols* pp 95-129 (2011).
24. Bin S, Fang C, Pei Y. Stealth PEG-PHDCA Niosomes: Effects of chainlength of PEG and particle size on niosomes surface properties, in vitro drug release, phagocytic uptake, in vivo pharmacokinetics and antitumor activity. *J. Pharm. Sci.*, 95, 1873–1887 (2005).
25. Pan SY, Chan MKS, Wong MBF, Klokol D and Chernykh V. Placental therapy: An insight to their biological and therapeutic properties. 2017;1(3):1-6.

## ผลรับที่ได้จากโครงการ

### ผลงานที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ

1. Kritsanaporn Tansathien, Puvamin Suriyaaumporn, Tanasait Ngawhirunpat, Worranan Rangsimawong, Praneet Opanasopit. Effect of PEGylated transfersomes containing macromolecular protein on transdermal delivery. Interprofessional Journal of Health Sciences 2019. (accepted).
2. Kritsanaporn Tansathien, Praneet Opanasopit, Worranan Rangsimawong. Skin anti-aging activities of protein and growth factor from porcine placenta extract for using as an active compound in transdermal delivery system. Manuscript submitted in Journal of Drug Delivery Science and Technology.

### ผลงานที่เสนอในที่ประชุมวิชาการ

1. Pantanat Mahasupachai, Praneet Opanasopit, Nisa Patikarnmonthon. Biological activities of porcine placenta extracts and their pharmaceutical application. The 30th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology and International Conference "Bridging

Research and Society's Needs, 22-23 November 2018, The Ambassador Hotel, Bangkok Thailand. (Poster presentation)

2. Kritsanaporn Tansathien, Puvamin Suriyaaumporn, Worranan Rangsimawong, Praneet Opanasopit. Effect of PEGylated transfersomes containing macromolecular protein on transdermal delivery. The 6th International Conference on Advanced Pharmaceutical Resesearch (6th ICAPH 2019) "Sustainable Life through Pharmaceutical Research & Innovation", March 28-29, 2019, Rangsit University, Thailand.

### จดอนุสิทธิบัตร

1. อนุสิทธิบัตร เรื่อง "กรรมวิธีการสกัดรอกหมูเพื่อให้ได้โปรตีนและโกรทแฟคเตอร์ (Growth Factor) ผู้ประดิษฐ์ ปราณีต โอปณะโสภิต วรรณันท์ รังคิมาวงค์ เลขที่คำขอ 1903000977 ปีที่ยื่นจดสิทธิบัตร 25 เมษายน 2562

### ประวัตินักวิจัย

#### หัวหน้าโครงการ

ศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต โอปณะโสภิต

Professor Dr. Praneet Opanasopit

สังกัดและสถานที่ทำงาน พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

โทรศัพท์ 0 3425 5800 โทรสาร 0 3425 5801

E-mail: opanasopit\_p@su.ac.th

#### ประวัติการศึกษา

| ปีที่จบการศึกษา | ระดับปริญญา | อักษรย่อปริญญา     | สาขาวิชา                  | ชื่อสถาบันการศึกษา |
|-----------------|-------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 2535            | ตรี         | ภ.บ. (เกียรตินิยม) | เภสัชศาสตร์               | ศิลปากร            |
| 2537            | โท          | ภ.ม.               | เภสัชอุตสาหกรรม           | มหาวิทยาลัย        |
| 2545            | เอก         | Ph.D.              | Pharmaceutical Technology | ity (Japan)        |

#### รางวัลเกี่ยวกับงานวิจัยที่ได้รับ

| ชื่อรางวัล   | หน่วยงานที่ให้   |
|--|--|
| รางวัลนักเรียนที่มีผลงานวิจัยดีเด่นในงาน Millennial world congress of pharmaceutical sciences. San Francisco, USA. | ผู้จัดการประชุม Millennial World Congress of Pharmaceutical Sciences |
| รางวัลศิษย์เก่าดีเด่น ด้านวิชาการในวาระครบรอบ 20 ปี  | คณะเภสัชศาสตร์ม.ศิลปากร และชมรมศิษย์เก่า                             |

|      |  |   |
|------|--|---|
|      | คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร  | คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร   |
|      | รางวัลผลงานวิจัยตีประจำปี 2550   | สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร                                    |
|      | รางวัลผลงานวิจัยตีพิมพ์ดีเด่น ประจำปี 2551 (Nagai Award Thailand 2008) ในสาขา Pharmaceutical Sciences  | คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย                                      |
|      | รางวัลผลงานวิจัยตีประจำปี 2552   | สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร                                    |
| 2552 | รางวัลนักศึกษาเก่าดีเด่น ประเภทผู้ส่งเสริมการศึกษา วิชาการ ประจำปี 2552 ในวันที่ 12 ตุลาคม 2552  | สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร                                    |
| 2552 | รางวัลนักวิจัยรุ่นใหม่ดีเด่น สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ประจำปี 2552 เรื่อง “นาโนเทคโนโลยีสำหรับนำส่งยา หรือสารชีวภาพสู่เป้าหมาย” ในงานประชุม “นักวิจัยรุ่นใหม่ พบ...เมธีวิจัยอาวุโส” ระหว่างวันที่ 15-17 ตุลาคม 2552 | สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ) และ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว) |
| 2552 | รางวัลผลงานวิจัยตี สาขาวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัช ประจำปี 2552 เรื่อง “การพัฒนาาระบบตัวพาชนิดใหม่ สำหรับนำส่งยีนโดยใช้อนุพันธ์ของโคโคซาน”   | สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ   |
| 2557 | รางวัลผลงานวิจัยตีประจำปี 2557   | สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร                                    |
| 2558 | รางวัลผลงานวิจัย เงินทุนช่วยเหลือการวิจัยด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง Natural product-based drug discovery and development for treatment of anticancer drug-induced toxicity                              | มูลนิธิโทรเรเพื่อการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ ประเทศไทย ครั้งที่ 22             |
| 2559 | รางวัล FAPA Ishidate Award ปี 2016 สาขา Pharmaceutical Research  | The Federation of Asian Pharmaceutical Associations (FAPA)                |
| 2560 | รางวัลเภสัชกรดีเด่น สาขาเภสัชกรรมด้านการวิจัยและ นวัตกรรม  | เภสัชกรรมสมาคมแห่งประเทศไทย   |
| 2561 | รางวัลนักวิจัย/นวัตกรรม/สร้างสรรค์ดีเด่น ประจำปี 2561  | มหาวิทยาลัยศิลปากร  |
| 2561 | เมธีวิจัยอาวุโส ประจำปี 2561   | สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)                                      |

## ผลงานวิชาการ / วิจัย

### บทความวิจัยที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการนานาชาติ (refereed journals)

1. Kaisri Umprayn and Praneet Opanasopit. Development of a matrix-membrane transdermal delivery system for nicotine. *Pharm. Tech. Europe* 12 (12), 54-59 (2000).
2. Praneet Opanasopit, Keiko Shiraishi, Makiya Nishikawa, Fumiyoshi Yamashita, Yoshinobu Takakura, and Mitsuru Hashida In vivo recognition of mannosylated proteins by hepatic mannose receptors and mannan-binding protein. *Am. J. of Physiol. Gastrointest liver Physiol*, 280, G879-G889 (2001) impact factor 3.223
3. Praneet Opanasopit, Yuriko Higuchi, Shigeru Kawakami, Fumiyoshi Yamashita, Makiya Nishikawa, and Mitsuru Hashida Involvement of serum mannan binding proteins and mannose receptors in uptake of mannosylated liposomes by macrophages. *Biochim. Biophys. Acta*. 1511(1), 134-145. (2001) impact factor 3.161
4. Praneet Opanasopit, Makiya Nishikawa, Fumiyoshi Yamashita, Yoshinobu Takakura, and Mitsuru Hashida Pharmacokinetic analysis of Lectin-dependent biodistribution of fucosylated bovine serum albumin: A possible carrier for kupffer cells. *J. Drug Targeting*. 9, 341-351 (2001) impact factor 1.569
5. Praneet Opanasopit, Megumi Sakai, Makiya Nishikawa, Shigeru Kawakami, Fumiyoshi Yamashita, and Mitsuru Hashida Inhibition of experimental liver metastasis by lectin-mediated targeting of immunomodulators to liver nonparenchymal cells using mannosylated liposomes. *J. Controlled Release*. 80 (1-3), 283-294 (2002). impact factor 4.756

6. **Praneet Opanasopit**, Kenji Hyoudou, Makiya Nishikawa, Fumiyoshi Yamashita, and Mitsuru Hashida Serum mannan binding protein inhibits mannosylated liposome-mediated transfection to macrophages. *Biochim. Biophys. Acta.* 1570, 203-209 (2002). impact factor 3.161
7. **Praneet Opanasopit**, Makiya Nishikawa, and Mitsuru Hashida Factors affecting drug and gene delivery: effects of interaction with blood complements. *Crit. Rev. Ther Drug Carrier Sys.* 19(3),199-233 (2002). impact factor 3.696
8. **Praneet Opanasopit**, Makiya Nishikawa, Xhittima Managit, Fumiyoshi Yamashita and Mitsuru Hashida. Control of hepatic disposition of mannosylated liposomes by PEGylation: effect of molecular weight of PEG and the density of PEG and mannose. *S.t.p.Pharma Sciences.* 13 (1), 57-62 (2003). impact factor 0.656
9. Tanasait Ngawhirunpat, **Praneet Opanasopit**, Sompol Prakongpan Comparison of skin transport and metabolism of ethyl nicotinate in various species. *Eur J Pharm Biopharm.* 58(3), 645-651 (2004). impact factor 2.611
10. **Praneet Opanasopit**, Masayuki Yokoyama, Masato Watanabe, Kumi Kawano, Yoshie Maitani, Teruo Okano. Block copolymer design for camptothecin incorporation into polymeric micelles for passive tumor targeting. *Pharm Res.* 21 (11), 2001-2008 (2004). impact factor 3.441
11. Masayuki Yokoyama, **Praneet Opanasopit**, Teruo Okano, Kumi Kawano, Yoshie Maitani. Polymer design and incorporation methods for polymeric micelle carrier system containing water-insoluble anti-cancer agent camptothecin. *J Drug Target.* Jul;12(6):373-84. (2004). impact factor 1.569
12. **Praneet Opanasopit**, Masayuki Yokoyama, Masato Watanabe, Kumi Kawano, Yoshie Maitani, Teruo Okano. Influence of serum and albumins from different species on stability of camptothecin- loaded micelles. *J. Controlled Release.* 104(2), 313-321(2005). impact factor 4.756
13. Manee Luangtana-anan, **Praneet Opanasopit**, Tanasait Ngawhirunpat, Jurairat Nunthanid , Pornsak Sriamornsak, Sontaya Limmatvapirat, Lee-Yong Lim. Effect of chitosan salts and molecular weight on a nanoparticulate carrier for therapeutic protein. *Pharm Dev Technol.* 10(2),189-196 (2005). impact factor 0.816
14. Shigeru Kawakami, **Praneet Opanasopit**, Masayuki Yokoyama, Narin Chansri, Tatsuhiro Yamamoto, Teruo Okano, Fumiyoshi Yamashita and Mitsuru Hashida. Biodistribution characteristics of all-trans retinoic acid incorporated in liposomes and polymeric micelles following intravenous administration. *J Pharm Sci.* 94(12), 2606-2615 (2005).
15. Tanasait Ngawhirunpat, Suwannee Panomsuk, **Praneet Opanasopit**, Theerasak Rojanarata, Tomomi Hatanaka. Comparison of the percutaneous absorption of hydrophilic and lipophilic compounds in shed snake skin and human skin. *Pharmazie.* 61(4):331-335 (2006).
16. Masato Watanabe, Kumi Kawano, Masayuki Yokoyama, **Praneet Opanasopit**, Teruo Okano, Yoshie Maitani. Preparation of camptothecin-loaded polymeric micelles and evaluation of their incorporation and circulation stability. *Int. J Pharm.* 308(1-2),183-189 (2006).
17. Kawano K, Watanabe M, Yamamoto T,Yokoyama M, **Opanasopit P**, Okano T,Maitani Y. Enhanced antitumor effect of camptothecin loaded in long-circulating polymeric micelles. *J Control Release.* 112(3):329-332 (2006).
18. Wanlop Weecharangsan, **Praneet Opanasopit**, Monrudee Sukma, Tanasait Ngawhirunpat, Uthai Sotanaphun, Pongpan Siripong. Antioxidative and neuroprotective activities of the extracts from fruit hull of mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.). *Med Princ Pract.*;15(4):281-287 (2006).
19. Wanlop Weecharangsan, **Praneet Opanasopit**, Tanasait Ngawhirunpat, Auayporn Apirakaramwong, Theerasak Rojanarata. Chitosan lactate as non-viral gene delivery vector in COS-1 cells. *AAPS PharmSciTech.* 7(3) article 66 (2006).
20. **Praneet Opanasopit**, Tanasait. Ngawhirunpat, Amornrut Chaidedgumjorn, Theerasak. Rojanarata,Auayporn Apirakaramwong, Sasiprapha Phongying, Chantiga Choochottiros, Suwabun Chirachanchai. Incorporation of camptothecin into N-phthaloyl chitosan-g-mPEG self-assembly micellar system.. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 64, 269-276 (2006).
21. Wanlop Weecharangsan, **Praneet Opanasopit**, and Robert J. Lee. In vitro Gene Transfer Using Cationic Vectors, Electroporation and Their Combination. *Anticancer Res.* 27, 309-314 (2007). impact factor 1.604
22. **Praneet Opanasopit**, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Chantiga Choochottiros, Suwabun Chirachanchai. N-phthaloyl chitosan-g-mPEG design for All-trans retinoic acid-loaded polymeric micelles. *Eur. J. Pharm. Science.* 30, 424-431(2007). impact factor 2.347
23. **Praneet Opanasopit**, Polawan Aumklad, Jariya Kowapradit,Tanasait Ngawhirunpat, Auayporn Apirakaramwong, Theerasak Rojanarata, Satit Puttipipatkachorn. Effect of salt forms and molecular weight of chitosans on in vitro permeability enhancement in intestinal epithelial cells (Caco-2). *Pharm Dev Technol.* 2007;12(5):447-55

24. **Praneet Opanasopit**, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Chantiga Choochottiros, Suwabun Chirachanchai. Camptothecin-incorporating N-phthaloyl chitosan-g-mPEG self assembly micellar system: Effect of degree of deacetylation. *Colloid Surface B* 2007 Oct 15;60(1):117-24.
25. Akkayachad Chinsriwongkul, Praneet Opanasopit, Warisada Sila-on, Tansait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai. Physicochemical properties of lipid emulsions formulated with high loaded-all-trans retinoic acid. *PDA J Pharm Sci Tech.* 61(6),461-471 (2007)
26. Tatsuhiro Yamamoto, Masayuki Yokoyama, Praneet Opanasopit, Akihiro Hayama, Kumi Kawano and Yoshie Maitani. What are determining factors for stable drug incorporation into polymeric micelle carriers? Consideration on physical and chemical characters of the micelle inner core. *J Control Release.* 123(1):11-18 (2007).
27. Orawan Suwantong, **Praneet Opanasopit**, Uracha Ruktanonchai and Pitt Supaphol. Electrospun cellulose acetate fiber mats containing curcumin and release characteristic of the herbal substance. *Polymer.* 2007, 48: 7546-7557
28. **Praneet Opanasopit**, Uracha Ruktanonchai, Orawan Suwantong, Suwannee Panomsuk, Tanasait Ngawhirunpat, Chavalit Sittisombut, Tittaya Suksamran, Pitt Supaphol. Electrospun polyvinyl alcohol polymeric fibrous system as carriers for extracts from fruit hull of mangosteen. *J. Cosmet. Sci.* 59 (3):233-42 (2008)
29. Jariya Kowapradit, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Auayporn Apirakaramwong, Theerasak Rojanarata, Uracha Ruktanonchai and Warayuth Sajomsang. Methylated N-(4-N,N-dimethylaminobenzyl) chitosan, a novel chitosan derivative, enhances paracellular permeability across intestinal epithelial cells (Caco-2)" *AASP PharmSciTech.* 9(4)1143-1152 (2008).
30. Weecharangsan W, Opanasopit P, Lee RJ. Effect of depsiptide on in vitro transfection efficiency of PEI/DNA complexes. *Anticancer Res.* 28(2A):793-798 (2008) impact factor 1.604
31. Nuttapon Pimpha, Uracha Rattanonchai, Suvimol Surassmo, Praneet Opanasopit, Chonticha Rattananungchai, Panya Sunintaboon. Preparation of PMMA/acid-modified chitosan core-shell nanoparticles and their potential as gene carriers *Colloid Polym Sci* 286:907-916(2008).
32. Theerasak Rojanarata, Maleenart Petchsangsa, **Praneet Opanasopit**, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai, Warayuth Sajomsang, Supawan Tantayanon. Methylated N-(4-N,N-dimethylaminobenzyl) Chitosan for a Novel Effective Gene Carriers. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 70(1):207-214.(2008)
33. **Praneet Opanasopit**, Warayuth Sajomsang, Uracha Ruktanonchai, Varissaporn Mayen, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat. Methylated N-(4-pyridinylmethyl) chitosan as a novel effective safe gene carrier. *Int. J. Pharm.* 368:127-134 (2008)
34. Wanlop Weecharangsan, **Praneet Opanasopit**, Tanasait Ngawhirunpat, Auayporn Apirakaramwong, Theerasak Rojanarata, Uracha Ruktanonchai, Robert J. Lee. **Evaluation of Chitosan Salts as Nonviral Gene Vectors in CHO-K1 Cells.** *Int. J. Pharm.* 348,161-168 (2008)
35. **Praneet Opanasopit**, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Uracha Ruktanonchai. Development and characterization of pectinate micro/nanoparticles for gene delivery. *AAPS PharmSciTech* 9(1):67-74 (2008).
36. Akkaramongkolporn P, Ngawhirunpat T, Nunthanid J, Opanasopit P. Effect of a Pharmaceutical Cationic Exchange Resin on the Properties of Controlled Release Diphenhydramine Hydrochloride Matrices Using Methocel K4M or Ethocel 7cP as Matrix Formers. *AAPS PharmSciTech.* 9(3):899-908 (2008).
37. Tanasait Ngawhirunpat, **Praneet Opanasopit**, Theerasak Rojanarata, and Suwannee Panomsuk. Evaluation of Simultaneous Permeation and Metabolism of Methyl Nicotinate in Human, Snake, and Shed Snake Skin. *Pharm Dev Technol.* 13 (1):75-83 (2008).
38. Theerasak Rojanarata, **Praneet Opanasopit**, Sunee Techaarpornkul, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai. Chitosan - thiamine pyrophosphate as a novel carrier for siRNA delivery. *Pharm Res.* 25(12):2807-14 (2008)
39. **Praneet Opanasopit**, Maleenart Petchsangsa, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Warayuth Sajomsang and Uracha Ruktanonchai. Methylated N-(4-N,N-dimethylaminobenzyl) chitosan as effective gene carriers: effect of degree of Substitution. *Carbohydr. Polym.* 75 (2009) 143-149.
40. Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai. Nuclear localization signal peptides enhance transfection efficiency of chitosan/DNA complexes. *Int. J. Pharm.* (2009) 382,291-295.
41. Tittaya Suksamran, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai, Pitt Supaphol. Biodegradable alginate microparticles developed by electrohydrodynamic spraying techniques for oral delivery of protein. *J. Microencapsulation.* 26(7),563-570 (2009).

42. Ngawhirunpat T, Opanasopit P, Rojanarata T, Akkaramongkolporn P, Ruktanonchai U, Supaphol P. Development of meloxicam-loaded electrospun polyvinyl alcohol mats as a transdermal therapeutic agent. *Pharm Dev Technol*. 2009;14(1):70-79.
43. Uracha Ruktanonchai, Piyawan Bejrapha, Usawadee Sakulkhu, **Praneet Opanasopit**, Bunyapraphatsara, Varaporn Junyaprasert, Satit Puttipipatkachorn, Physicochemical characteristics, cytotoxicity and antioxidant activity of three lipid nanoparticulate formulations of alpha-lipoic acid, *AAPS PharmSciTech*, 2009; 10(1):227-234
44. Prasert Akkaramongkolporn Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Preparation and evaluation of differently sulfonated styrene-divinylbenzene cross-linked copolymer cationic exchange resins as novel carriers for drug delivery. *AAPS PharmSciTech*. 2009;10(2):641-8.
45. Tanasait Ngawhirunpat, Nanthida Wonglertnirant, Praneet Opanasopit, Uracha Ruktanonchai, Kaewkarn Wasanasuk, Suwabun Chirachanchai, Rangrong Yoksan. Incorporation methods for cholic acid chitosan-g-mPEG self-assembly micellar system containing camptothecin. *Colloid Surface B Biointerfaces*. (2009)74,253-259.
46. Uracha Ruktanonchai, Usawadee Sakulkhu, Piyawan Bejrapha, Praneet Opanasopit, Nuntavan Bunyapraphatsara, Varaporn Junyaprasert, Satit Puttipipatkachorn and, Effect of lipid types on physicochemical characteristics, stability and antioxidant activity of gamma-oryzanol loaded lipid nanoparticles, *J. Microencapsulation*, 2009 Nov;26(7):614-626.
47. Prasan Tangyuenyongwatana, Jariya Kowapradit, Praneet Opanasopit and Wandee Gritsanapan. Cellular transport of anti-inflammatory pro-drugs originated from a herbal formulation of Zingiber cassumunar and Nigella sativa. *Chin Med*. 2009 Sep 25;4:19.
48. Amornrat Viriyaroj, Tanasait Ngawhirunpat, Monrudee Sukma, Prasert Akkaramongkolporn, Uracha Ruktanonchai, and **Praneet Opanasopit**. Physicochemical properties and antioxidant activity of gamma-oryzanol-loaded liposome formulations for topical use. *Pharm Dev Technol*. 2009;14(6):665-671.
49. Warayuth Sajomsang, Uracha Ruktanonchai, Pattarapond Gonil, Varissaporn Mayen, **Praneet Opanasopit**. Methylated N-aryl chitosan derivative/DNA complex nanoparticles for gene delivery: Synthesis and structure–activity relationships. *Carbohydr. Polym*. 78 (Nov), 2009, 743–752.
50. Hilal Bilek, Nanthida Wonglertnirant, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit and Mont Kumpugdee –Vollrath. Effect of Terpenes on the Skin Permeation of Ketoprofen through Shed Snake Skin. *Silpakorn U Science & Tech J*. 3 (2) (2009) 33-41.
51. Jariya Kowapradit, **Praneet Opanasopit**, Tanasait Ngawhirunpat, Auayporn Apirakaramwong, Theerasak Rojanarata, Uracha Ruktanonchai and Warayuth Sajomsang. In vitro permeability enhancement in intestinal epithelial cells (Caco-2) monolayer of water soluble quaternary ammonium chitosan derivatives. *AAPS PharmSciTech*, 2010; Jun;11(2):497-508
52. Sunee Techaarpornkul, Sirirat Wongkupasert, **Praneet Opanasopit**, Auayporn Apirakaramwong, Jurairat Nunthanid, Uracha Ruktanonchai Chitosan-Mediated siRNA Delivery in Vitro: Effect of Polymer Molecular Weight, Concentration and Salt Forms. *AAPS PharmSciTech*, 2010; Mar;11(1):64-72
53. Theerasak Rojanarata, **Praneet Opanasopit**, Tanasait Ngawhirunpat, Choedchai Saehuan, Suthep Wiyakrutta, Vithaya Meevootisom. A simple, sensitive and green bienzymatic UV-spectrophotometric assay of amoxicillin formulations. *Enzyme and Microbial Technology* 46 (2010) 292–296.
54. Natthan Charemsriwilaiwat, **Praneet Opanasopit**, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Pitt Supaphol. Preparation and characterization of chitosan-hydroxybenzotriazole/ polyvinyl alcohol blend nanofibers by the electrospinning technique. *Carbohydr. Polym*. 2010; 80(3) 675-680.
55. Jariya Kowapradit, **Praneet Opanasopit**, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Uracha Ruktanonchai and Warayuth Sajomsang. Methylated N-(4-N,N-dimethylaminocinnamyl) chitosan enhances paracellular permeability across Caco-2 cells. *Drug delivery*, July 2010, Vol. 17, No. 5 : Pages 301-312
56. **Praneet Opanasopit**, Sunee Techaarpornkul, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai. Nucleic acid delivery with chitosan hydroxybenzotriazole. *Oligonucleotides*. 2010, Jun; 20(3):127-136 impact factor 2.507.
57. Akhayachatra Chinsriwongkul, **Praneet Opanasopit**, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Warisada Sila-on, Uracha Ruktanonchai. Oleic acid enhances all-*trans* retinoic acid load in nano-lipid emulsions. *PDA J Pharm Sci Tech*. (2010) 64 (2) 113-123.
58. Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Choedchai Saehuan. Ninhydrin reaction on thiol-reactive solid and its potential for the quantitation of d-penicillamine. *Talanta*. 82 (2010) 444–449.

59. Tanasait Ngawhirunpat, **Praneet Opanasopit**, Monrudee Sukma, Chavalit Sittisombut, AtsushiKat, and Isao Adachi. Antioxidant, free radical-scavenging activity and cytotoxicity of different solvent extracts and their phenolic constituents from the fruit hull of mangosteen (*Garcinia mangostana*). *Pharmaceutical Biology*, 2010; 48(1): 55–62.
60. Kanistha Kawpoomhae, Monrudee Sukma, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit and Areerut Sripattanaporn. Antioxidant and neuroprotective effects of standardized extracts of *Mangifera indica* leaf. *Thai J. Pharm. Sci.* 34 (2010) 32-43.
61. Wonglertnirant N, Todo H, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Sugibayashi K. Macromolecular delivery into skin using a hollow microneedle. *Biol Pharm Bull.* 2010;33(12):1988-93. (1.811)
62. Akkaramongkolporn P, Wongsermsin K, Opanasopit P, Ngawhirunpat T. Comparison between the effect of strongly and weakly cationic exchange resins on matrix physical properties and the controlled release of diphenhydramine hydrochloride from matrices. *AAPS PharmSciTech.* 2010 Sep;11(3):1104-14.
63. Jariya Kowapradit, **Praneet Opanasopit**, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, and Warayuth Sajomsang. Structure–activity relationships of methylated *N*-aryl chitosan derivatives for enhancing paracellular permeability across Caco-2 cells. *Carbohydr. Polym.* 83 (2011) 430–437.
64. Nanthida Wonglertnirant, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Hiroaki Todo and Kenji Sugibayashi. A hollow microneedle carrier for enhancing skin penetration of large molecular compounds. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 549-553.
65. Natthan Charernsriwilaiwat, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat Fabrication and characterization of chitosan-ethylenediaminetetraacetic acid/polyvinyl alcohol blend electrospun nanofibers. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 648-651.
66. Orapan Paecharoenchai, Tittaya Suksamran, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit. Development of chitosan nanoparticles for gene delivery using electrohydrodynamic spraying techniques. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 541-544.
67. Sureewan Duangjit, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat. Effect of edge activator on characteristic and in vitro skin permeation of meloxicam loaded in elastic liposomes. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 537-540.
68. Todsapon Nitanan, Praneet Opanasopit, Prasert Akkaramongkolporn, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat Effects of Solution Parameters on Morphology and Diameter of Electrospun Polystyrene Nanofibers. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 629-632.
69. Ponwanit Jarenpattakrun, Praneet Opanasopit, Suwannee Panomsuk and Tanasait Ngawhirunpat. Formulation and evaluation of isosorbide dinitrate acrylic matrix transdermal patches. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 1217-1220.
70. Wipada Samprasit, Praneet Opanasopit, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Kaewnapa Wongsermsin and Suwannee Panomsuk. Formulation of dextromethorphan oral disintegrating tablet using ion exchange resin. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 1384-1387.
71. Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Suwannee Panomsuk and Praneet Opanasopit. Fabrication of capsaicin loaded polyvinyl alcohol electrospun nanofibers. *Advanced Materials Research*. 338 (2011) 42-45.
72. M. Petchsangai, N. Wonglertnirant, T.Rojanarata, P. Opanasopit, and T. Ngawhirunpat. Application of Hollow Microneedle for Transdermal Delivery of Bovine Serum Albumin-Fluorescein Isothiocyanate Conjugate. *Advanced Materials Research*. 338 (2011) 365-368.
73. Tittaya Suksamran, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat. Development of alginate/chitosan microparticles for dust mite allergen. *Tropical J Pharm Res.* (2011) 10(3) 317-324.
74. Praneet Opanasopit, Jintana Tragulpakseerojn, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata. Chitosan enhances transfection efficiency of cationic polypeptides/DNA complexes. *Int. J. Pharm.* (2011) 410; 161–168
75. Sureewan Duangjit, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, and Tanasait Ngawhirunpat. Characterization and In vitro skin permeation of meloxicam-loaded liposomes versus transfersomes. *J.Drug delivery*, (2011) 2011:418316.
76. Praneet Opanasopit, Orapan Paecharoenchai, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai. The type and composition of surfactants mediated on gene transfection of polyethylenimine coated liposomes. *Int. J. Nanomedicine.* (2011) 6 975–983 (IF 4.9).
77. Praneet Opanasopit, Jintana Tragulpakseerojn, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata and Uracha Ruktanonchai. The development of poly-L-arginine-coated liposomes for gene delivery. *Int. J.*

- Nanomedicine*. (2011) 6: 2245-2252 (IF 4.9).
78. Theerasak Rojanarata, Krissadecha Sumran, Paksupang Nateetaweewat, Weerapath Winotapun, Sirarat Sukpisit, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat. Microscale chemistry-based design of eco-friendly, reagent-saving and efficient pharmaceutical analysis: A miniaturized Volhard's titration for the assay of sodium chloride. *Talanta*. 85 (2011) 1324–1329. (IF 3.722).
  79. Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Evaluating polarcrilix resin as direct compression filler for theophylline tablets. *Int J Pharm Pharm Sci*, (2012) 4(1), 478-481.
  80. Todsapon Nitanan, Praneet Opanasopit, Prasert Akkaramongkolporn, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Pitt Supaphol. Effects of processing parameters on morphology of electrospun polystyrene nanofibers. *The Korean Journal of Chemical Engineering*. (2012) 29(2) 173-181. (IF 0.8).
  81. Akhayacatra Chinsriwongkul, Ponwanit Chareanputtakhun, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Warisada Silaon, Uracha Ruktanonchai and Praneet Opanasopit. Nanostructured lipid carriers (NLC) for parenteral delivery of an anticancer drug. *AAPS PharmSciTech*, (2012) March 13 (1) 150-158. (IF 1.211).
  82. Natthan Charernsriwilaiwat, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat. In vitro antioxidant activities of chitosan aqueous solution: effect of salt form. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. (2012) 11 (2): 235-242 (IF 0.5).
  83. Natthan Charernsriwilaiwat, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Tanasait, Ngawhirunpat. Lysozyme-loaded, electrospun chitosan-based nanofiber mats for wound healing. *Int. J. Pharm.* (2012) 427 (2012) 379– 384. (IF 3.607).
  84. Wipada Samprasit, Praneet Opanasopit, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Kaewnapa Wongsermsin, and Suwannee Panomsuk. Preparation and evaluation of taste-masked dextromethorphan oral disintegrating tablet. *Pharmaceutical Development and Technology*, 2012, 17(3): 315–320. (IF 1.107)
  85. Kaewnapa Wongsermsin, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat and Prasert Akkaramongkolporn. Preparation and characterization of a novel mixed functional cationic exchange copolymer microsphere as drug carrier. *Advanced Materials Research*. 2012, Vols. 476-478, 2288-2291.
  86. N. Worachun, P. Opanasopit, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat. Development of ketoprofen microemulsion for transdermal drug delivery. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 441-444.
  87. W. Samprasit, P. Opanasopit, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat, P. Akkaramongkolporn. The influence of cyclodextrin and pH on the solubility of ketoprofen. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 433-436
  88. N. Charernsriwilaiwat, P. Opanasopit, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat. Preparation of chitosan-thiamine pyrophosphate/polyvinyl alcohol blend electrospun nanofibers. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 118-121.
  89. J. Kowapradit, P. Opanasopit, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat, A. Apirakaramwong, W. Sajomsang. Application of methylated n-(4-n,n dimethylaminocinnamyl) chitosan for oral protein drug delivery. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 465-468.
  90. Duangjit, P. Opanasopit, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat. Effect of surfactants on characteristic and in vitro release of meloxicam loaded in deformable liposomes. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 457-460.
  91. N. Wonglertnirant, S. Tipwichai, P. Opanasopit, T. Rojanarata, S. Panomsuk, T. Ngawhirunpat. Development of acrylic matrix type ketoprofen patch. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 533-536
  92. P. Chareanputtakhun, T. Rojanarata, P. Opanasopit, T. Ngawhirunpat. Development of NLCs for topical tras applications. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) 162-165.
  93. O. Paecharoenchai, N. Niyomtham, A. Apirakaramwong, B. Yingyongnarongkul, P. Opanasopit. effect of acyl chain length of spermine derivatives on transfection efficiency. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 445-448
  94. T. Nitanan, P. Akkaramongkolporn, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat, P. Opanasopit. Effect of crosslinking time on ion exchange capacity of polystyrene nanofiber ion exchangers. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) 437-440.
  95. T. Suksamran, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat, S. Panomsuk, P. Opanasopit. Chitosan coated alginate microparticles for oral vaccine delivery. *Advanced Materials Research*. 2012, 506: 469-472.

96. S. Plianwong, K. Su-utha, P. Opanasopit, T. Ngawhirunpat, T. Rojanarata. Factors Influencing The Morphology of Cellulose Acetate Electrospun Fiber Mats. *Advanced Materials Research* Vol. 506 (2012) pp 242-245
97. S. Panomsuk, S. Indis, P. Panyasaroj, S. Chootrakulwattana, P. Opanasopit, T. Rojanarata. Oral Bases Containing Centella asiatica Extract: Formulations and Evaluations. *Advanced Materials Research* Vol. 506 (2012) pp 501-504
98. A. Apirakaramwong, P. Pamonsinlapatham, S. Techaarpornkul, P. Opanasopit, S. Panomsuk, W. Soksawatmaekhin. Mechanisms of Cellular Uptake with Chitosan/DNA Complex in Hepatoma Cell Line. *Advanced Materials Research*. Vol. 506 (2012) pp 485-488
99. Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Evaluation of a Weakly Cationic Exchange Poly(Methacrylic Acid-Co-Divinylbenzene) Resin as Filler-Binder for Direct Compression Tablets. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. (2012) 13 (3): 371-378 (IF 0.82)
100. Jariya Kowapradit, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Warayuth Sajomsang and Praneet Opanasopit. Methylated N-(4-N,N-dimethylaminobenzyl) chitosan coated liposomes for oral protein drug delivery. *Eur. J. Pharm. Sci.* (2012) 47, 359-366. (IF 3.291).
101. Thirapit Subongkot, Sureewan Duangjit, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat. Ultradeformable liposomes with terpenes for delivery of hydrophilic Compound. *Journal of Liposome Research*. 2012, 22(3): 254-262 (IF 1.823)
102. Tanasait Ngawhirunpat, Supinya Thipwichai, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Suwannee Panomsuk. Development and Evaluation of Ketoprofen Acrylic Transdermal Patches. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. (2012) August; 13 (4): 553-560. (IF 0.82)
103. Samarwadee Plianwong, Areerut Sripattanaporn, Kwanrutai Waewsang-nga, Parin Buacheen, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata. Operator care and eco-concerned development of a fast, facile and economical assay for basic nitrogenous drugs based on simplified ion-pair mini-scale extraction using safer solvent combined with drop-based spectrophotometry. *Talanta* 98 (2012) 220-225. impact factor 3.794
104. Orapan Paecharoenchai, Nattisa Niyomtham, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Boon-ek Yingyongnarongkul and Praneet Opanasopit. Effect of cationic lipids structure on gene transfection mediated by cationic liposomes. *AAPS PharmSciTech*. 2012, 13 (4) December, 1302-1308. (IF 1.432).
105. Tittaya Suksamran, Jariya Kowapradit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Warayuth Sajomsang, Tasana Pitaksuteepong and Praneet Opanasopit. Oral Methylated N-aryl chitosan derivatives for inducing immune responses to ovalbumin. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. (2012) 12 (6): 899-908. (IF 0.82)
106. Orapan Paecharoenchai, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Boon-ek Yingyongnarongkul and Praneet Opanasopit. Cationic niosomes composed of spermine-based cationic lipid mediate high gene transfection. *Journal of Drug Targeting*. (2012) Nov;20(9):783-92. (IF 2.696).
107. Sureewan Duangjit, Yasuko Obata, Hiromu Sano, Shingo Kikuchi, Yoshinori Onuki, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Yoshie Maitani, and Kozo Takayama. Mentosomes, novel ultradeformable vesicles for transdermal drug delivery: optimization and characterization. *Biol Pharm Bull*. 2012;35(10):1720-8. (2012:IF 1.657).
108. Warayuth Sajomsang, Pattarapond Gonil, Uracha Rungsardthong Ruktanonchai, Maleenart Petchsangai, Praneet Opanasopit, Satit Puttipipatkachorn. Effects of molecular weight and pyridinium moiety on water-soluble chitosan derivatives for mediated gene delivery. *Carbohydrate polymers*. (2013) 91(2):508-17. (2012:IF 3.628).
109. Thirapit Subongkot, Nanthida Wonglertnirant, Pucharee Songprakhon, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit,

- Tanasait Ngawhirunpat. Visualization of ultradeformable liposomes penetration pathways and their skin interaction by confocal laser scanning microscopy. *Int J Pharm.* 441 (2013) 151– 161 (2012: IF 3.350).
110. Duangjit S, Opanasopit P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T. Evaluation of Meloxicam-Loaded Cationic Transfersomes as Transdermal Drug Delivery Carriers. *AAPS PharmSciTech.* 2013 Mar;14(1):133-40. (2012: IF 1.432).
  111. Todsapon Nitanan, Prasert Akkaramongkolporn, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Thermally crosslinkable poly (styrene sulfonic acid-co-maleic acid) (PSSA-MA)/polyvinyl alcohol (PVA) ion exchange fibers. *Polymer bulletin.* (2013) April 70:1431-1444. (2012: IF 1.532)
  112. Tittaya Suksamran, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Warayuth Sajomsang, Tasana Pitaksuteepong, Praneet Opanasopit. Methylated N-(4-N,N-dimethyl aminocinnamyl) chitosan-coated electrospray OVA-loaded microparticles for oral vaccination. *Int. J. Pharm.* May 448 (2013) 19– 27 (2012: IF 3.350).
  113. Todsapon Nitanan, Prasert Akkaramongkolporn, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Neomycin-loaded poly(styrene sulfonic acid-co-maleic acid) (PSSA-MA)/polyvinyl alcohol (PVA) ion exchange nanofibers for wound dressing materials. *Int. J. Pharm.* May 448 (2013) 71– 78 (2012: IF 3.350).
  114. Theerasak Rojanarata, Samarwadee Plianwong, Kosit Su-uta, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat. Electrospun cellulose acetate nanofibers as thin layer chromatographic media for eco-friendly screening of steroids adulterated intraditional medicine and nutraceutical products. *Talanta.* Oct 115(2013)208–213. (2012:IF 3.794)
  115. Plianwong S, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T. Fast, facile and ethidium bromide-free assay based on the use of adsorption indicator for the estimation of polyethylenimine to nucleic acid ratio of complete polyplex assembly for gene delivery. *Talanta.* 2013 Oct 15;115:241-5. (2012:IF 3.794)
  116. Todsapon Nitanan, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Suwannee Panomsuk and Praneet Opanasopit. Fabrication and evaluation of cationic exchange nanofibers for controlled drug delivery systems. *Int. J. Pharm.* June 450 (2013) 345– 353 (2012:IF 3.350).
  117. Tonglairoum P, Chaijaroenluk W, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Akkaramongkolporn P, Opanasopit P. Development and characterization of propranolol selective molecular imprinted polymer composite electrospun nanofiber membrane. *AAPS PharmSciTech.* 2013 Jun;14(2):838-46. (2012:IF 1.584).
  118. Samarwadee Plianwong, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, and Theerasak Rojanarata. Chitosan Combined with Poly-L-arginine as Efficient, Safe, and Serum-Insensitive Vehicle with RNase Protection Ability for siRNA Delivery. *BioMed Research International.* 2013, June Article ID 574136, 9 p.
  119. Winotapun W, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T. One-enzyme catalyzed simultaneous plant cell disruption and conversion of released glycoside to aglycone combined with in situ product separation as green one-pot production of genipin from gardenia fruit. *Enzyme Microb Technol.* 2013 Jul 10;53(2):92-6. (2012:IF 2.367)
  120. Natthan Charernsriwilaiwat, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Monrudee Sukma and Praneet Opanasopit. Electrospun chitosan-based nanofiber mats loaded with *Garcinia mangostana* extracts. *Int J Pharm.* 2013. Aug.452; 333– 343.
  121. Praneet Opanasopit, Warisada Sila-on, Theerasak Rojanarata. Tanasait Ngawhirunpat. Fabrication and properties of capsicum extract-loaded PVA and CA nanofiber patches. *Pharmaceutical Development and Technology.* 2013; Sep-Oct. 15(5) 1140-1147.
  122. Thisirak Woraphatphadung, Jariya Kowapradit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata and Praneet Opanasopit. Effect of salt forms of chitosan on in vitro permeability enhancement in intestinal epithelial cells (Caco-2). *Tropical*

*Journal of Pharmaceutical Research*. August 2013; 12 (4): 495-501.

123. Tanasait Ngawhirunpat, Narumon Worachun, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, and Suwannee Panomsuk. Cremophor RH40-PEG 400 microemulsions as transdermal drug delivery carrier for ketoprofen. *Pharmaceutical Development and Technology*. 2013, 18(4): 798–803.
124. Wipada Samprasit, Theerasak Rojanarata, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Warisada Sila-on, Praneet Opanasopit. Improvement of drug loading into ion exchange resin by cyclodextrin inclusion complex. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. 2013, Nov;39(11):1672-80.
125. Sureewan Duangjit, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojarata, Yasuko Obata, Yoshinori Oniki, Kozo Takayama and Tanasait Ngawhirunpat. The Role of Deformable Liposome Characteristics on Skin Permeability of Meloxicam: Optimal Transfersome as Transdermal Delivery Carriers. *The Open Conference Proceedings Journal*, 2013, 4, 87-92
126. Orapan Paecharoenchai, Lesheng Teng, Bryant C Yung, Lirong Teng, Praneet Opanasopit and Robert J Lee. Nonionic surfactant vesicles for delivery of RNAi therapeutics. *Nanomedicine*. 2013;8 (11):1865–1873. (IF 5.26)
127. Ponwanit Chareanputtakhun, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat. All-trans retinoic acid (ATRA)-loaded lipid nanoparticles as a dermal drug delivery carrier. *Pharmaceutical Development and Technology*. 2014 Mar;19(2):164-72. (2013 IF 1.333)
128. Prasopchai Tonglairoum, Tudduo Chuchote, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, and Praneet Opanasopit. Encapsulation of plai oil/2-hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin inclusion complexes in polyvinylpyrrolidone (PVP) electrospun nanofibers for topical application. *Pharmaceutical Development and Technology*. 2014; 19(4):430-437. (IF 1.333)
129. Sureewan Duangjit, Yasuko Obata, Hiromu Sano, Yoshinori Onuki, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Tsubasa Miyoshi, Satoru Kato, and Kozo Takayama. Comparative Study of Novel Ultradeformable Liposomes: Mentosomes, Transfersomes and Liposomes for Enhancing Skin Permeation of Meloxicam. *Biol. Pharm. Bull.* (2014).37(2) 239-247
130. Ponwanit Charoenputtakun, Boonnada Pamornpathomkul, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, and Tanasait Ngawhirunpat. Terpene Compositated Lipid Nanoparticles for Enhanced Dermal Delivery of All-trans-Retinoic Acids. *Biol Pharm Bull.* 2014 Jul 1;37(7):1139-48. (2013 IF 1.849)
131. Warayuth Sajomsang, Pattarapond Gonil, Uracha Rungsardthong Ruktanonchai, Maleenart Petchsangai, Praneet Opanasopit, Satit Puttipipatkachorn. Effect of N-pyridinium positions of quaternized chitosan on transfection efficiency in gene delivery system. *Carbohydrate Polymers*. 104 (2014) 17–22. (2013:IF 3.479).
132. Natthan Charensriwilaiwat, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Electrospun chitosan/polyvinyl alcohol nanofiber mats for wound healing. *International Wound Journal*. 2014; 11:215–222.
133. Todsapon Nitanan, Prasert Akkaramongkolporn, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Optimization of the production process for polystyrene nanofiber ion exchangers. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2014; 13 (2): 191-197. (2013 IF 0.5)
134. Orapan Paecharoenchai, Nattisa Niyomtham, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Boon-ek Yingyongnarongkul and Praneet Opanasopit. Non-ionic surfactant vesicles composed of novel spermine-derivative cationic lipids as an effective gene carrier in vitro. *AAPS PharmSciTech*. 2014 Jun;15(3):722-30. (2013:IF 1.584).
135. Siraprapa Chansatidkosol, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Prasert Akkaramong kolporn. Polacrilin resin as multifunctional direct compression filler for paracetamol tablets optimized by box-behnken design. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. Vol 6, Suppl 2, 804-807 2014.

136. Sureewan Duangjit, Boonnada Pamornpathomkul, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Yasuko Obata, Kozo Takayama, Tanasait Ngawhirunpat. Role of the charge, carbon chain length, and content of surfactant on the skin penetration of meloxicam-loaded liposomes. *Int J Nanomedicine*. 2014 Apr 29;9:2005-2017. (2013:IF 3.463).
137. Thirapit Subongkot, Boonnada Pamornpathomkul, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat. Investigation of the mechanism of enhanced skin penetration by ultradeformable liposomes. *Int J Nanomedicine*. 2014 Jul 25;9:3539-50. (2013:IF 3.463).
138. Ponwanit Charoenputtakun, Boonnada Pamornpathomkul, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, and Tanasait Ngawhirunpat. Terpene Compositated Lipid Nanoparticles for Enhanced Dermal Delivery of All-trans-Retinoic Acids. *Biol Pharm Bull*. 2014 Jul 1;37(7):1139-48. (IF 1.849).
139. Pattarapond Gonil, Warayuth Sajomsang, Uracha Rungsardthong Ruktanonchai, Preeyawis Na Ubol, Alongkot Treetong, Praneet Opanasopit, and Satit Puttipipatkachorn. Synthesis and Fluorescence Properties of N-Substituted 1-Cyanobenz[*f*]isoindole Chitosan Polymers and Nanoparticles for Live Cell Imaging. *Biomacromolecules*. 2014 Aug 11;15(8):2879-88. (IF 5.788).
140. Maleenart Petchsangai, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, and Tanasait Ngawhirunpat. The combination of microneedles with electroporation and sonophoresis to enhance hydrophilic macromolecule skin penetration. *Biol Pharm Bull*. 2014 Aug 1;37(8):1373-82. (IF 1.849).
141. Duangjit S, Opanasopit P, Rojanarata T, Takayama J, Takayama K, Ngawhirunpat T. Bootstrap Resampling Technique to Evaluate the Reliability of the Optimal Liposome Formulation: Skin Permeability and Stability Response Variables. *Biol Pharm Bull*. 2014. Sep 37(9) 1543-1549 (IF 1.849).
142. Nattisa Niyomtham, Nuttapon Apiratikul, Kanyarat Chanchang, Praneet Opanasopit and Boon-ek Yingyongnarongkul. Synergistic Effect of Cationic Lipids with Different Polarheads, Central Core Structures and Hydrophobic Tails on Gene Transfection Efficiency. *Biol Pharm Bull*. 2014. Sep 37(9) 1534-1542 (IF 1.849).
143. Prasopchai Tonglairoom, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Ruchadaporn Kaomongkolgit and Praneet Opanasopit. Fast acting-clotrimazole compositated PVP/HP $\beta$ CD nanofibers for oral candidiasis application. *Pharm Res*. 2014. 31:1893–1906. (2013 IF 4.346)
144. Samprasit W, Opanasopit P, Sukma M, Kaomong-Kolgit R. Antibacterial activity of *Garcinia mangostana* extracts on oral pathogens. *Minerva Stomatol*. 2014 Jul-Aug;63(7-8):249-57.
145. Weecharangsan W, Opanasopit P, Yingyongnarongkul BE, Kewsuwan P, Lee RJ. Co-delivery of plasmid DNA and antisense oligodeoxyribonucleotide into human carcinoma cells by cationic liposomes. *Curr Pharm Biotechnol*. 2014;15(9):790-9.
146. Rangsimawong W, Opanasopit P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T. Terpene-Containing PEGylated Liposomes as Transdermal Carriers of a Hydrophilic Compound. *Biol Pharm Bull*. 2014 Dec 1;37(12):1936-43.
147. Tonglairoom P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Kaomongkolgit R, Opanasopit P. Fabrication of a novel scaffold of clotrimazole-microemulsion-containing nanofibers using an electrospinning process for oral candidiasis applications. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 2015; 126:18-25.
148. Tidjarat S, Winotapun W, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T. Uniaxially aligned electrospun cellulose acetate nanofibers for thin layer chromatographic screening of hydroquinone and retinoic acid adulterated in cosmetics. *J Chromatogr A*. 2014 Nov 7;1367:141-7.
149. Prasert Akkaramongkolporn, Nistakan Pattarakan, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata.

- Evaluation of Anionic Exchange Resins as Potential Tablet Disintegrants. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2014; 13 (10): 1585-1592.
150. Niyomtham N, Apiratikul N, Suksen K, Opanasopit P, Yingyongnarongkul BE. Synthesis and in vitro transfection efficiency of spermine-based cationic lipids with different central core structures and lipophilic tails. *Bioorg Med Chem Lett*. 2015 Feb 1;25(3):496-503. 2.331
  151. Samprasit W, Kaomongkolgit R, Sukma M, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Opanasopit P. Mucoadhesive electrospun chitosan-based nanofibre mats for dental caries prevention. *Carbohydr Polym*. 2015 Mar 6;117:933-40. (3.916)
  152. Thisirak Woraphatphadung, Warayuth Sajomsang, Pattarapond Gonil, Somsak Saesoo, Praneet Opanasopit Synthesis and characterization of pH-responsive N-naphthyl-N,O-succinyl chitosan micelles for oral meloxicam delivery. *Carbohydrate Polymers* 121 (2015) 99–106 (3.916)
  153. Wipada Samprasit, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Ruchadaporn Kaomongkolgit, Praneet Opanasopit. Fast releasing oral electrospun PVP/CD nanofiber mats of taste-masked meloxicam *International Journal of Pharmaceutics*. 487 (2015) 213–222. (IF 3.785).
  154. Wipada Samprasit, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, and Praneet Opanasopit. Formulation and evaluation of meloxicam oral disintegrating tablet with dissolution enhanced by combination of cyclodextrin and ion exchange resins. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. 2015 Jun;41(6):1006-16.
  155. Prasopchai Tonglairoum, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Suwanee Panomsuk, Ruchadaporn Kaomongkolgit, Praneet Opanasopit, Fabrication of mucoadhesive chitosan coated polyvinylpyrrolidone/cyclodextrin/clotrimazole sandwich patches for oral candidiasis. *Carbohydrate Polymers* 132 (2015) 173–179.
  156. Wipada Samprasit, Theerasak Rojanarata, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Reused cyclodextrin as a new way to deliver and enhance drug loading onto ion exchange resin. *Pharmaceutical Development and Technology*. 2015; 20(7): 827–838.
  157. Prasopchai Tonglairoum, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit. Lysozyme-immobilized electrospun PAMA/PVA and PSSA-MA/PVA ion-exchange nanofiber for wound healing. *Pharm Dev Tech*. 2015;20: 976–3.
  158. Prasopchai Tonglairoum and Praneet Opanasopit. Effect of Nutrient Formulations on Permeation of Proteins and Lipids through Porcine Intestine In vitro. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* July 2015; 14 (7): 1161-1166. (IF 0.543).
  159. Michael T. Cook, Sarah A. Schmidt, Eunyoung Lee, Wipada Samprasit, Praneet Opanasopit, and Vitaliy V. Khutoryanskiy. Synthesis of mucoadhesive thiol-bearing microgels from 2-(acetylthio) ethylacrylate and 2-hydroxyethylmethacrylate: novel drug delivery systems for chemotherapeutic agents to the bladder. *J. Materials Chemistry B*. 2015,3, 6599-6604.
  160. Wipada Samprasit, Theerasak Rojanarata, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Ruchadaporn Kaomongkolgit, Praneet Opanasopit. Fabrication and In Vitro/In Vivo Performance of Mucoadhesive Electrospun Nanofiber Mats Containing  $\alpha$ -Mangostin. *AAPS PharmSciTech*. 2015 Oct;16(5):1140-52 (2015 IF 1.954)
  161. Rangsimawong W, Opanasopit P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T. Mechanistic study of decreased skin penetration using a combination of sonophoresis with sodium fluorescein-loaded PEGylated liposomes with d-limonene. *Int J Nanomedicine*. 2015 Dec 15;10:7413-23. (IF 4.86)

162. Pamornpathomkul B, Duangjit S, Laohapatarapant S, Rojanarata T, Opanasopit P, Ngawhirunpat T. Transdermal delivery of fluorescein isothiocyanate-dextrans using the combination of microneedles and low-frequency sonophoresis. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences* 2015; 10: 415–424.
163. Woraphatphadung T, Sajomsang W, Gonil P, Treetong A, Akkaramongkolporn P, Ngawhirunpat T, Opanasopit P. pH-Responsive polymeric micelles based on amphiphilic chitosan derivatives: Effect of hydrophobic cores on oral meloxicam delivery. *Int J Pharm.* 2016 Jan 30;497(1-2):150-60. (2015 ค่า IF 3.994)
164. Duangjit S, Chairat W, Opanasopit P, Rojanarata T, Panomsuk S, Ngawhirunpat T. Development, Characterization and Skin Interaction of Capsaicin-Loaded Microemulsion-Based Nonionic Surfactant. *Biol Pharm Bull.* 2016;39(4):601-10.
165. Duangjit S, Chairat W, Opanasopit P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T. Application of Design Expert for the investigation of capsaicin-loaded microemulsions for transdermal delivery. *Pharmaceutical Development and Technology.* 2016; 21(6): 698–705. (2015 ค่า IF 1.566)
166. Worranan Rangsimawong, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Sureewan Duangjit, and Tanasait Ngawhirunpat. Skin Transport of Hydrophilic Compound-Loaded PEGylated Lipid Nanocarriers: Comparative Study of Liposomes, Niosomes, and Solid Lipid Nanoparticles. *Biol. Pharm. Bull.* 39, 1254–1262 (2016). (2015 ค่า 1.26)
167. Natthan Charernsriwilaiwat, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Aligned electrospun polyvinyl pyrrolidone/poly-caprolactone blend nanofiber mats for tissue engineering. *International Journal of Nanoscience.* 2016;15(1) 1650005 (1-7).
168. Prasopchai Tonglairoum, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Ruchadaporn Kaomongkolgit and Praneet Opanasopit. Fabrication and evaluation of nanostructured herbal oil/hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin/ polyvinyl pyrrolidone mats for denture stomatitis prevention and treatment. *AAPS PharmSciTech.* 2016;17 (6):1441-1449.
169. Prasopchai Tonglairoum, Ruairi P. Brannigan, Praneet Opanasopit, Vitaliy V. Khutoryanskiy. Maleimide-bearing nanogels as novel mucoadhesive materials for drug delivery. *J. Mater. Chem. B,* 2016, 4, 6581-6587. (2015 ค่า IF 4.872)
170. Ranarata, Theerasak; Waewsang, Kwanrutai; Muangchang, Thanawit; Ratanakreethakul, Pudinan; Plianwong, Samarwadee; Winotapun, Weerapath; Fabrication of Chromatographic Devices for Screening Cosmetics for Hydroquinone and Retinoic Acid as a Chemistry Project To Connect with the Community. *JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION.* 2016, 93(11), 1894-1899. (IF 4.872)
171. Tonglairoum P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Akkaramongkolporn P, Nattapulwat N, Opanasopit P. The utilization of surface free energy for predicting flowability of filler-lubricant or filler-glidant mixtures. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences.* 2016; 78(6):834-839. (IF 0.762)
172. Soodvilai S, Soodvilai S, Chatsudthipong V, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Opanasopit P. Interaction of pharmaceutical excipients with organic cation transporters. *Int J Pharm.* 2017 Jan 25;520(1-2):14-20.
173. Prasopchai Tonglairoum, Thisirak Woraphatphadung, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Prasert Akkaramongkolporn, Warayuth Sajomsang and Praneet Opanasopit. Development and evaluation of N-naphthyl-N, O-succinyl chitosan micelles containing clotrimazole for oral candidiasis treatment. *Pharmaceutical Development and Technology.* 2017; 22(2):184–190. (IF 1.566)
174. Opanasopit P, Leksantikul L, Niyomtham N, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Yingyongnarongkul B. Cationic niosomes an effective gene carrier composed of novel spermine-derivative cationic lipids: effect of central core structures. *Pharmaceutical Development and Technology* 2017; 22(3): 350–359 (IF 1.566)

175. Pamornpathomkul B, Wongkajornsilp A, Laiwattanapaisal W, Rojanarata T, Opanasopit P, Ngawhirunpat T. A combined approach of hollow microneedles and nanocarriers for skin immunization with plasmid DNA encoding ovalbumin. *Int J Nanomedicine*. 2017;27;12:885-898. (IF 4.872)
176. Rangsimawong W, Opanasopit P, Rojanarata T, Panomsuk S, Ngawhirunpat T. Influence of sonophoresis on transdermal drug delivery of hydrophilic compound-loaded lipid nanocarriers. *Pharm Dev Technol*. 2017 Jun;22(4):597-605.
177. Prasopchai Tonglairoum, Tanasait Ngawhirunpat, Prasert Akkaramongkolporn, Praneet Opanasopit and Nattawat Nattapulwat. Effect of particle size and diluent type on critical parameters for disintegration of tablets containing croscarmellose sodium as a disintegrant. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* June 2017; 16 (6): 1215-1221
178. Weecharangsan W, Opanasopit P, Niyomtham N, Yingyongnarongkul BE, Kewsuwan P, Lee RJ. Synergistic Inhibition of Human Carcinoma Cell Growth via Co-Delivery of p53 Plasmid DNA and bcl-2 Antisense Oligodeoxyribonucleotide by Cholic Acid-modified Polyethylenimine. *Anticancer Res*. 2017 Nov;37(11):6335-6340.
179. Thisirak Woraphatphadung, Warayuth Sajomsang, Theerasak Rojanarata, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Preparation and characterization of N-benzyl-N,O-succinyl chitosan polymeric micelles for solubilization of poorly soluble nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. October 2017; 16 (10): 2349-2357.
180. Duangjit S, Opanasopit P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T. Enhanced skin permeability of lipophilic and hydrophilic drugs via rigid-, elastic- and conventional liposomes: A comparative study. *Thai Pharmaceutical and Health Science Journal* 2017; 41 (Supplement): 89-92.
181. Pamornpathomkul B, Rojanarata T, Opanasopit P, Ngawhirunpat T. Enhancement of Skin Permeation and Skin Immunization of Ovalbumin Antigen via Microneedles. *AAPS PharmSciTech*. 2017 Oct;18(7):2418-2426.
182. Kaldybekov DB, Tonglairoum P, Opanasopit P, Khutoryanskiy VV. Mucoadhesive maleimide-functionalised liposomes for drug delivery to urinary bladder. *Eur J Pharm Sci*. 2018, Jan 1;111:83-90.
183. Boonnada Pamornpathomkul, Nattisa Niyomtham, Boon-Ek Yingyongnarongkul, Chutinun Prasitpuriprecha, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Cationic niosomes for enhanced skin immunization of plasmid DNA encoding ovalbumin via hollow microneedles. *AAPS PharmSciTech*. 2018 Jan;19(1):481-488
184. Phadungcharoen N, Plianwong S, Srivichai C, Chanthananon N, Kaosal W, Pannil O, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T. Green, fast and cheap paper-based method for estimating equivalence ratio of cationic carriers to DNA in gene delivery formulations. *Eur J Pharm Sci*. 2018 Feb 2;115:204-211.
185. Theerasak Rojanarata, Samarwadee Plianwong, Praneet Opanasopit Tanasait Ngawhirunpat. Enrichment of gamma-aminobutyric acid in bean sprouts: exploring biosynthesis of plant metabolite using common household reagents. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 2018 Mar;46(2):155-161.
186. Thisirak Woraphatphadung, Warayuth Sajomsang, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Prasopchai Tonglairoum, and Praneet Opanasopit Development of chitosan-based pH-sensitive polymeric micelles containing curcumin for oral colon-targeted drug delivery. *AAPS PharmSciTech*. 2018 Apr;19(3):991-1000. (IF 2.451)
187. Rangsimawong W, Obata Y, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Takayama K. Enhancement of Galantamine HBr Skin Permeation Using Sonophoresis and Limonene-Containing PEGylated Liposomes. *AAPS PharmSciTech*. 2018;19(3): 1093-1104.
188. Samprasit W, Akkaramongkolporn P, Kaomongkolgit R, Opanasopit P. Cyclodextrin-based oral dissolving films

- formulation of taste-masked meloxicam. *Pharm Dev Technol.* 2018, 23(5) 530–539.
189. Theerasak Rojanarata, Wanida Laiwattanapaisal, Tanansait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Kalvalin Worrawethanakul, Takron Chantadee and Thitirat Fuangwattana. Fast, affordable and eco-friendly enzyme kinetic method for the assay of  $\alpha$ -ketoglutaric acid in medical product and sports supplements. *Enzyme and Microbial Technology* 116 (2018) Sep 72–76.
  190. Wipada Samprasit, Prasert Akkaramongkolporn, Saran Jaewjira, Praneet Opanasopit. Design of alpha mangostin-loaded chitosan/alginate controlled-release nanoparticles using genipin as crosslinker. *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 46 (2018) 312–321.
  191. Rangsimawong W, Wattanasri P, Tonglairoum P, Akkaramongkolporn P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Opanasopit P. Development of Microemulsions and Microemulgels for Enhancing Transdermal Delivery of Kaempferia parviflora Extract. *AAPS PharmSciTech.* . 2018 Jul;19(5):2058-2067(IF2017 = 2.666)
  192. Ronny Trummer, Worranan Rangsimawong, Warayuth Sajomsang, Mont Kumpugdee-Vollrath, Praneet Opanasopit and Prasopchai Tonglairoum. Chitosan-based self-assembled nanocarriers coordinated to cisplatin for cancer treatment. *RSC Advances.* 2018, 8, 22967–22973
  193. Kansom T, Sajomsang W, Saeeng R, Charoensuksai P, Opanasopit P, Tonglairoum P. Apoptosis Induction and Antimigratory Activity of Andrographolide Analog (3A.1)-Incorporated Self-Assembled Nanoparticles in Cancer Cells. *AAPS PharmSciTech.* 2018 Oct;19(7):3123-3133.
  194. Sahatsapan N, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Opanasopit P, Tonglairoum P. 6-Maleimidohexanoic acid-grafted chitosan: A new generation mucoadhesive polymer. *Carbohydr Polym.* 2018 Dec 15;202:258-264.
  195. Li L, Yang J, Soodvilai S, Wang J, Opanasopit P, Kopeček J. Drug-free albumin-triggered sensitization of cancer cells to anticancer drugs. *J Control Release.* 2019;293:84-93. (IF =7.877)
  196. Prasopchai Tonglairoum, Boontavee Pitaktunskul, Tanasait Ngawhirunpat, Prasert Akkaramongkolporn, Praneet Opanasopit, Nattawat Nattapulwat. Effect of polyethylene glycol on the properties of cellulose acetate films designed for controlled porosity osmotic pump system. *Indian J Pharm Sci* 2019;81(1):117-123.
  197. Phadungcharoen N, Patrojanasophon P, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Chinsriwongkul A, Rojanarata T. Smartphone-based Ellman's colourimetric methods for the analysis of d-penicillamine formulation and thiolated polymer. *Int J Pharm.* 2019 Mar 10;558:120-127. (IF 2018: 4.213)
  198. Supusson Pengnam, Prasopchai Patrojanasophon, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Boon-ek Yingyongnarongkul, Widchaya Radchatawedchakoon, Praneet Opanasopit. A novel plier-like gemini cationic niosome for nucleic acid delivery. *Journal of Drug Delivery Science and Technology.* 2019;52:325-333. (IF 2018: 2.608)
  199. Rattanachitthawat N, Pinkhien T, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Chanvorachote P. Finasteride Enhances Stem Cell Signals of Human Dermal Papilla Cells. *In Vivo.* 2019 Jul-Aug;33(4):1209-1220. (IF 2017: 1.116)
  200. Kritsanaporn Tansathien, Ponwanit Chareanputtakhun, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Worranan Rangsimawong. Development of sponge microspicule cream as a transdermal delivery system for protein and growth factors from deer antler velvet extract. *Biol Pharm Bull.* 2019;42(7):1207-1215. (IF 2018: 1.540)
  201. Sirima Soodvilai, Wajee Tipparos, Worranan Rangsimawong, Prasopchai Patrojanasophon, Sunhapas Soodvilai, Warayuth Sajomsang and Praneet Opanasopit. Effects of silymarin-loaded amphiphilic chitosan polymeric micelles on the renal toxicity and anticancer activity of cisplatin. *Pharm Dev Technol.* 2019;24(8):927–934. (IF 2018: 2.347)
  202. Nway Nway Aung, Yin Yin Myat, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Prasopchai Patrojanasophon, Praneet

- Opanasopit and Boonnada Pamornpathomkul. Evaluation of Thermally Crosslinked Poly (Acrylic Acid-Co-Maleic Acid) (PAMA)/Poly (Vinyl Alcohol) (PVA) Microneedle Arrays. *Key Engineering Materials*. 2019; 819:45-50.
203. Chaiyakarn Pornpitchanarong, Kanokwan Singpanna, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, and Prasopchai Patrojanasophon. Catechol-bearing hyaluronic acid coated polyvinyl pyrrolidone/hydroxyl propyl- $\beta$ -cyclodextrin/ clotrimazole nanofibers for oral candidiasis treatment. *Key Engineering Materials*. 2019; 819:163-168.
204. Wassana Riam-Amatakun, Panupun Limpachayaporn, Jhoan Rhea L. Pizon, Praneet Opanasopit, And Nopparat Nuntharatanapong. Anti-melanogenic activity of p-chlorophenyl benzyl ether in  $\alpha$ -MSH-induced mouse melanoma B16F10 cells. *Key Engineering Materials*. 2019; 819:118-123
205. Teeratas Kansom, Ekachai Dumkliang, Prasopchai Patrojanasophon, Warayuth Sajomsang, Runghapha Saeeng, Weiming Zhu and Praneet Opanasopit. Folate-functionalized Amphiphilic Chitosan Polymeric Micelles Containing Andrographolide Analogue (3A.1) for Colorectal Cancer. *Key Engineering Materials*. 2019; 819:15-20.
206. Kritsanaporn Tansathien, Nopparat Nuntharatanapong, Saran Jaewjira, Jhoan Rhea L. Pizon, Praneet Opanasopit and Worranan Rangsimawong. Solid lipid nanoparticles containing Pueraria mirifica ethanolic extract for hair growth promotion. *Key Engineering Materials*. 2019; 819:175-180.
207. Supusson Pengnam, Samawadee Plainwong, Kanokwan Singpanna, Nattisa Niyomtham, Widchaya Radchatawedchakoon, Boon-Ek Yingyongnarongkul and Praneet Opanasopit. PEGylated Plier-like Cationic Niosomes on Gene Delivery in HeLa Cells. *Key Engineering Materials*. 2019; 819: 151-156.
208. Pattaranut Eakwaropas, Yin Yin Myat, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Prasopchai Patrojanasophon, Prasert Akkaramongkolporn, Praneet Opanasopit. Optimization of Boesenbergia rotunda extract-loaded polyvinyl alcohol hydrogel wound dressing by Box-Behnken design. *Key Engineering Materials*. 2019; 819:38-44.
209. Nitjawan Sahatsapan, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit and Prasopchai Patrojanasophon. Catechol-functionalized succinyl chitosan for novel mucoadhesive drug delivery. *Key Engineering Materials*. 2019; 819: 21-26.
210. Thapakorn Charoenying, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Prasopchai Patrojanasophon, Prasert Akkaramongkolporn, Praneet Opanasopit. Effects of crosslinking temperature and time on the properties of poly-(acrylic acid-co-maleic acid) (PAMA) /poly (vinyl alcohol) (PVA) electrospun nanofiber mats. *Key Engineering Materials*. 2019; 819:145-150.
211. Wipada Samprasit, Benchawan Chamsai, Praneet Opanasopit. Polymethacrylates as Polymeric Film Formation in Patches Containing  $\alpha$ -Mangostin and Resveratrol. *Key Engineering Materials*. 2019; 819:51-56.
212. Worranan Rangsimawong, Kritsanaporn Tansathien, Apichart Wattanakul, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Extraction Method of Protein and Insulin-Like Growth Factor-1 from Deer Antler Velvets for Skin Rejuvenation. *Key Engineering Materials*. 2019; 819:73-78.

## ผู้ร่วมโครงการ

อาจารย์ ดร.นิตา ปฏิการมณฑล

Lect. Dr. Nisa Patikarnmonthon

สังกัดและสถานที่ทำงาน พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

272 ถนนพระรามที่ 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี จังหวัดกรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 0 2201 5925 โทรสาร -

E-mail: nisa.pat@mahidol.edu

#### ประวัติการศึกษา

| ปีที่จบการศึกษา | ระดับปริญญา | อักษรย่อปริญญา | สาขาวิชา                         | ชื่อสถาบันการศึกษา                  |
|-----------------|-------------|----------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 2548            | ตรี         | วท.บ.          | วิทยาศาสตร์<br>(เทคโนโลยีชีวภาพ) | มหาวิทยาลัยมหิดล                    |
| 2551            | โท          | วท.ม.          | วิทยาศาสตร์<br>(เทคโนโลยีชีวภาพ) | มหาวิทยาลัยมหิดล                    |
| 2557            | เอก         | Ph.D.          | Biomedical Science               | The University of<br>Sheffield (UK) |

#### ผลงานวิชาการ / วิจัย

##### บทความวิจัยที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการนานาชาติ (refereed journals)

1. Thitinun Pradubsang, Pranee Inprakhon, **Nisa Patikarnmonthon**, Taweechai Amornsakchai. Utilization of cellulose microfibril from pineapple leaf as lipase immobilization support for highly retained activity, ease of separation and reusability. *ScienceAsia*. 2018; 44(4): 227-233. IF: 0.452 (2018)
2. Pasakorn Jutakradsada, Wimonporn lamamornphanth, **Nisa Patikarnmonthon**, and Khanita Kamwilaisak. Usage of Eucalyptus globulus bark as a raw material for natural antioxidant and fuel source. *Clean Techn Environ Policy*. 2017; 19(3):907-915. IF: 2.277 (2018)
3. Irene Canton, Marzia Massignani, **Nisa Patikarnmonthon**, Luca Chierico, James Robertson, Stephan A. Renshaw, Nicholas J. Warren, Jeppe P. Madsen, Steven P. Armes, Andrew L. Lewis, and Giuseppe Battaglia. Fully synthetic polymer vesicles for intracellular delivery of antibodies in live cells. *FASEB J*. 2013; 27(1), 98-108. IF: 5.498 (2018)
4. Linge Wang, Luca Chierico, Daniel Little, **Nisa Patikarnmonthon**, Zhou Yang, Mimoun Azzouz, Jeppe P. Madsen, Steven P. Armes, and Giuseppe Battaglia. Encapsulation of Biomacromolecules within Polymersomes by Electroporation. *Angewandte Chemie International Edition*. 2012; 51(44), 11122-11125. IF: 12.257 (2018)
5. **Nisa Patikarnmonthon**, Sirikan Nawapan, Sarinya Buranjitpakorn, Nisanart Charoenlap, Skorn Mongkolsuk, Paiboon Vattanaviboon. Copper ions potentiate organic hydroperoxide and hydrogen peroxide toxicity through different mechanisms in *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *FEMS Microbiol Lett*. 2010; 313(1), 75-80. IF: 1.994 (2018)

#### ผู้ร่วมโครงการวิจัย

อาจารย์ ดร. นพรัตน์ นันทรัตนพงศ์

Dr. Nopparat Nuntharatanapong

สังกัดและสถานที่ทำงาน พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

ภาควิชาเภสัชวิทยาและพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

โทรศัพท์ 0 3425 5800 โทรสาร 0 3425 5801

E-mail: nuntharatanapon\_n@su.ac.th

#### ประวัติการศึกษา

| ปีที่จบการศึกษา | ระดับปริญญา | อักษรย่อปริญญา | สาขาวิชา    | ชื่อสถาบันการศึกษา |
|-----------------|-------------|----------------|-------------|--------------------|
| 2536            | ตรี         | ภ.บ.           | เภสัชศาสตร์ | มหาวิทยาลัยศิลปากร |

|      |     |       |                         |                       |
|------|-----|-------|-------------------------|-----------------------|
| 2539 | โท  | วท.ม. | เภสัชศาสตร์             | มหาวิทยาลัยมหิดล      |
| 2548 | เอก | Ph.D. | Pharmaceutical Sciences | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |

รางวัลเกี่ยวกับงานวิจัยที่ได้รับ

| ชื่อรางวัล   | หน่วยงานที่ให้  |
|--|---|
| Complimentary poster presentation award for undergraduate students เรื่อง “Antioxidant, antityrosinase activity and toxicity of <i>Alpinia nigra</i> extracts” | ผู้จัดการประชุม: The International Conference and Exhibition on Pharmaceutical Sciences and Technology 2019 (PST2019) |

ผลงานวิชาการ / วิจัย

บทความวิจัยที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการ (refereed journals)

- Phornchirasilp S., Thitiwatanakarn N. Effects of pravastatin on rat hepatic microsomal and peroxisomal enzymes activity. The 12th Annual Conferences in Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University, 6 December, 1995, Bangkok, Thailand.
- Nuntharatanapong N., Suramana T, Chaemthavorn S, Zapuang K, Ritta E, Semathong S, Chuamorn S, Niyomwan V, Dusitsin N, Lohinavy O, Sinhaseni P. Increase in tumour necrosis factor-alpha and a change in the lactate dehydrogenase isoenzyme pattern in plasma of workers exposed to aflatoxin-contaminated feeds Arh Hig Rada Toksikol 2001;52:291-8.
- Sinhaseni P, Niyomwan V, Tansaringkarn K, Chaemthavorn S, Zapung K, Semathong S, Chaya W, Suramana T, Nuntharatanapong N., Posayanonda T, Ritta E, Panthong A, Bureekul T, Dusitsin N, Public participation for Health Promotion: A case study of Map Ta Phut Industrial Estate Annual Conference in King Prajadhipok's Institute (KPI) congress II. 2-4 March 2001, Chonburi, Thailand.
- Suramana T, Murray JM, Hu K, Posayanonda T, Nuntharatanapong N., Sindhuphak R, Dusitsin N and Sinhaseni P. Tyrosine and serine/threonine kinase inhibitors can block sodium arsenite induced disruption of the actin cytoskeleton and focal adhesion. The 41th Annual Meeting of Society of Toxicology (SOT), March 17-21, 2002 Nashville, Tennessee, USA.
- Posayanonda T, Suramana T, Nuntharatanapong N., Lohitnavy O, Snowden R, Schwable W, Dusitsin N, Sindhuphak R, Sinhaseni P. Effects of methomyl on spleens and apoptosis. XIth dysfunction & 2nd Misrahi Symposium on Neurobiology Symposium on Cholinergic mechanisms function and International, 5-9 May, 2002, St. Moritz, Switzerland.
- Sindhuphak R, Sinhaseni P, Posayanonda T, Nuntharatanapong N., Chichareon, Wilawan K, Onthum Y, Dusitsin N. FTIR pattern shifts detected in B-lymphocytes and cervical cancer cells. 10th World Congress on the Menopause, 10-14 June, 2002, Berlin, Germany.
- Suramana T, Murray JM, Hu K, Posayanonda T, Nuntharatanapong N., Sindhuphak R, Dusitsin N and Sinhaseni P. Actin cytoskeleton and focal adhesion disruption induced by sodium arsenite. 18th UICC International Cancer Congress, 30 June-5 July 2002, Oslo, Norway.
- Nuntharatanapong N, Chen K, Sinhaseni P, Keaney JF Jr. EGF receptor-dependent JNK activation is involved in arsenite-induced p21Cip1/Waf1 upregulation and endothelial apoptosis. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2005 Jul;289(1):H99-H107.
- Winotapun W, Kongpakwattana K, Dejpittayanunt S, Pathomcharoensukchai S, Suksaran U, Nuntharatanapong N, Rojanarata T. From 'safe source to safe sink' development of colorimetric assay for gabapentin in bulk drug and capsules using naturally derived genipin. Talanta 99; 2012:997-10033.
- Boonprachom A, Yukittichai N, Ekkabut N, Pongnimitprasert N, Nuntharatanapong N. Investigation of ammoniated mercury and hydroquinone in whitening creams distributed in amphur muang nakhon pathom province. Thai Bull Pharm Sci. 2013;8(1):1-8.
- Apirakamwong A, Tragulpakseeroj J, Jongsamak P, Nuntharatanapong N, Opanasopit P. Effect of endocytosis inhibitors on gene transfection efficiency with chitosan/poly-L-arginine/DNA complex in HeLa cells. Thai J Pharm Sciences 40; 2016: 155-158.
- Tragulpakseeroj J, Pamonsilapatham P, Wetwitayaklung P, Nuntharatanapong N, Apirakamwong A. The effect of *Moringa oleifera* ethanolic leaf extract and its 2 major active components on colon cancer cell viability. In: Peerapattana J, editor. NATPRO 6. Proceedings of the 6th International Conference on Natural

- Products for Health and Beauty; 2016 Jan 21-23; Khon Kaen, Thailand. The Organizing and Scientific Committee of NATPRO6: Khon Kaen University; 2016. p. 266-9.
13. Rangsimawong W, Tansathien K, Nuntharatanapong N, Jaewjira S, Opanasopit P. Development of pueraria mirifica extract-loaded lipid nanoparticles for hair spray. *TBPS* 12 (2); 2017: 13-20.
  14. Riam-amatakun W, Nuntharatanapong N. Development of PCSK9 inhibitor to lower LDL-cholesterol. *Thai Bull Pharm Sci.* 2018;13(1);105-123.
  15. Nuntharatanapong N, Riam-amatakun W, Satapattayanont P, Phetthai R, Atikij R. Antioxidant, Cytotoxicity and Cytoprotective Activity of Polyalthia cerasoides Branch Aqueous Extract. *IJPS.* 2018;14(4): 140-152.
  16. Tansathien K., Nuntharatanapong N., Jaewjira S., Pizon JRL., Opanasopit P., Rangsimawong W. Solid lipid nanoparticles containing Pueraria mirifica ethanolic extract for hair growth promotion. *KEM.* 2019, 819: 175-180.
  17. Janyapanich J., Kotipan C., Teerachawalwong K., Watana S., Nuntharatanapong N. Antioxidant, Antityrosinase Activity and Toxicity of Alpinia nigra Extracts. *KEM.* 2019, 819: 111-117.
  18. Riam-Amatakun W., Limpachayaporn P., Pizon JRL., Opanasopit P., Nuntharatanapong N. Anti-Melanogenic Activity of p-Chlorophenyl Benzyl Ether in  $\alpha$ -MSH-Induced Mouse Melanoma B16F10 Cells. *KEM.* 2019, 819: 118-123.

## ผู้ร่วมโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร. ธนะเศรษฐ์ จ้าวหิรัญพัฒน์

Associate Professor Dr.Tanasait Ngawhirunpat

สังกัดและสถานที่ทำงาน พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

โทรศัพท์ 034255800 โทรสาร 034255801

E-mail: [NGAWHIRUNPAT\\_T@su.ac.th](mailto:NGAWHIRUNPAT_T@su.ac.th)

### ประวัติการศึกษา

| ปีที่จบการศึกษา | ระดับปริญญา | อักษรย่อปริญญา     | สาขาวิชา               | ชื่อสถาบันการศึกษา                                  |
|-----------------|-------------|--------------------|------------------------|---|
| 2536            | ตรี         | ภ.บ. (เกียรตินิยม) | เภสัชศาสตร์            | มหาวิทยาลัยศิลปากร                                  |
| 2538            | โท          | วท.ม.(เภสัชศาสตร์) | วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต   | มหาวิทยาลัยมหิดล                                    |
| 2545            | เอก         | Ph.D.              | Pharmaceutical Science | Toyama Medical and Pharmaceutical University, Japan |

บทความวิจัยที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการนานาชาติ (refereed journals)

1. Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat. Interaction of in vitro release in resinate administration. *Silpakon University Journal* . 18 (1), 65-78 (1998).
2. Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Korakot Chaturon, Jamaree Leewansangthong, Suwannee Panomsuk. *In vitro* permeation of ketoprofen gel: Effect of Carbopol 940 and Pluronic F-127. *Silpakon University Journal.* 18 (1), 79-86 (1998).
3. Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Korakot Chaturon, Jamaree Leewansangthong, Suwannee Panomsuk. *In vitro* permeation of ketoprofen gel: Effect of Carbopol 940 and Pluronic F-127. *Silpakon University Journal.* 18 (1), 79-86 (1998).
4. Praneet Opanasopit, Suwannee panomsuk, Tanasait Ngawhirunpat, Khwanta Meeoim, Jittima Suratannon, and Jaroenlakana Tanikkul. Development and evaluation of polymeric matrices for isosorbide dinitrate transdermal drug delivery systems. *Thai J. Pharm. Sci.* 22 (4) 125-136 (1998).
5. Tanasait Ngawhirunpat, Suwannee Panomsuk, Praneet Opanasopit, Sayan Junsook, and Supaporn Pornpinatepong. Newborn porcine skin as a model membrane for in vitro percutaneous absorption. *Thai J. Pharm. Sci.* 24 (3-4) 183-190 (2000).
6. Tanasait Ngawhirunpat, Tomomi Hatanaka, Junichi Kawakami, Isao Adachi. Age difference in simultaneous permeation and metabolism of ethyl nicotinate in rat skin. *Biol. Pharm. Bull.* 24 (4) 414-417 (2001).

7. Tanasait Ngawhirunpat, Hiroshi Yoshikawa, Tomomi Hatanaka, Tamotsu Koizumi, Isao Adachi. Age-related changes in skin permeability of hydrophilic and lipophilic compounds in rats. *Pharmazie* 56 , 3, 231-234 (2001).
8. Tanasait Ngawhirunpat, Suwannee Panomsuk, Praneet Opanasopit, Tomomi Hatanaka, Tamotsu Koizumi. In vitro permeation and metabolism of ethyl nicotinate in Thai shed snake skin. *Thai. J. Pharm Sci.* (1-2): 69-75 (2002).
9. Tanasait Ngawhirunpat, Hiroshi Yoshikawa, Tomomi Hatanaka, Kazunori Katayama, Junichi Kawakami, Isao Adachi. Change in electrophysiological properties of rat skin with age. *Biol. Pharm. Bull.* 25 (9) 1192-1196 (2002).
10. Tanasait Ngawhirunpat, Naomi Kawakami, Tomomi Hatanaka, Junichi Kawakami, Isao Adachi. Age dependency of esterase activity in rat and human keratinocyte. *Biol. Pharm. Bull.* 26 (9) 1311-1314 (2003).
11. Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat. Dual ambroxol and chlorpheniramine resinate as an alternative carrier in concurrent resinate administration. *Pharmazie* 58 , 3, 195-199 (2003).
12. Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Sompol Prakongpan Comparison of skin transport and metabolism of ethyl nicotinate in various species. *Eur J Pharm Biopharm.* 58(3), 645-651 (2004). impact factor 2.611
13. Manee Luangtana-anan, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Jurairat Nunthanid , Pornsak Sriamornsak, Sontaya Limmatvapirat, Lee-Yong Lim. Effect of chitosan salts and molecular weight on a nanoparticulate carrier for therapeutic protein. *Pharm Dev Technol.* 10(2), 189-196 (2005). impact factor 0.816
14. Tanasait Ngawhirunpat, Suwannee Panomsuk, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Tomomi Hatanaka. Comparison of the percutaneous absorption of hydrophilic and lipophilic compounds in shed snake skin and human skin. *Pharmazie.* 61(4):331-335 (2006). impact factor 0.677
15. Wanlop Weecharangsan, Praneet Opanasopit, Monrudee Sukma, Tanasait Ngawhirunpat, Uthai Sotanaphun, Pongpan Siripong. Antioxidative and neuroprotective activities of the extracts from fruit hull of mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.). *Med Princ Pract.*;15(4):281-287 (2006). impact factor 0.312
16. Wanlop Weecharangsan, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Auayporn Apirakaramwong, Theerasak Rojanarata. Chitosan lactate as non-viral gene delivery vector in COS-1 cells. *AAPS PharmSciTech.* 7(3) article 66 (2006). impact factor 0.857
17. Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Amornrut Chaidedgumjorn, Theerasak Rojanarata, Auayporn Apirakaramwong, Sasiprapha Phongying, Chantiga Choochottiros, Suwabun Chirachanchai. Incorporation of camptothecin into N-phthaloyl chitosan-g-mPEG self-assembly micellar system.. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 64, 269-276 (2006). impact factor 2.611
18. Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Chantiga Choochottiros, Suwabun Chirachanchai. N-phthaloyl chitosan-g-mPEG design for All-trans retinoic acid-loaded polymeric micelles. *Eur. J. Pharm. Science.* 30, 424-431(2007). impact factor 2.347
19. Praneet Opanasopit, Polawan Aumklad, Jariya Kowapradit, Tanasait Ngawhirunpat, Auayporn Apirakaramwong, Theerasak Rojanarata, Satit Puttipipatkachorn. Effect of salt forms and molecular weight of chitosans on in vitro permeability enhancement in intestinal epithelial cells (Caco-2). *Pharm Dev Technol.* 2007;12(5):447-55 . impact factor 0.816
20. Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Chantiga Choochottiros, Suwabun Chirachanchai. Camptothecin-incorporating N-phthaloyl chitosan-g-mPEG self assembly micellar system: Effect of degree of deacetylation. *Colloid Surface B* 2007 Oct 15;60(1):117-24. impact factor 1.588
21. Akkayachad Chinsriwongkul, Praneet Opanasopit, Warisada Sila-on, Tansait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai. Physicochemical properties of lipid emulsions formulated with high loaded-all-trans retinoic acid. *PDA J Pharm Sci Tech.* 61(6),461-471 (2007) impact factor 0.816
22. Praneet Opanasopit, Uracha Ruktanonchai, Orawan Suwanton, Suwannee Panomsuk, Tanasait Ngawhirunpat, Chavalit Sittisombut, Tittaya Suksamran, Pitt Supaphol. Electrospun polyvinyl alcohol polymeric fibrous system as carriers for extracts from fruit hull of mangosteen. *J. Cosmet. Sci.* 59 (3):233-42 (2008) impact factor 0.724.
23. Jariya Kowapradit, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Auayporn Apirakaramwong, Theerasak Rojanarata, Uracha Ruktanonchai and Warayuth Sajomsang. Methylated N-(4-N,N-dimethylaminobenzyl) chitosan, a novel chitosan derivative, enhances paracellular permeability across intestinal epithelial cells (Caco-2)" *AASP PharmSciTech.* 9(4)1143-1152 (2008). (IF 1.445).
24. Theerasak Rojanarata, Maleenart Petchsangsa, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai, Warayuth Sajomsang, Supawan Tantayanon. Methylated N-(4-N,N-dimethylaminobenzyl) Chitosan for a Novel Effective Gene Carriers. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 70(1):207-214.(2008) impact factor 2.611

25. Praneet Opanasopit, Warayuth Sajomsang, Uracha Ruktanonchai, Varissaporn Mayen, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat. Methylated N-(4-pyridinylmethyl) chitosan as a novel effective safe gene carrier. *Int. J. Pharm.* 368:127-134 (2008) impact factor 2.408
26. Wanlop Weecharangsan, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Auayporn Apirakaramwong, Theerasak Rojanarata, Uracha Ruktanonchai, Robert J. Lee. Evaluation of Chitosan Salts as Nonviral Gene Vectors in CHO-K1 Cells. *Int. J. Pharm.* 348,161-168 (2008) impact factor 2.408
27. Praneet Opanasopit, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Uracha Ruktanonchai. Development and characterization of pectinate micro/nanoparticles for gene delivery. *AAPS PharmSciTech* 9(1):67-74 (2008). impact factor 0.857
28. Akkaramongkolporn P, Ngawhirunpat T, Nunthanid J, Opanasopit P. Effect of a Pharmaceutical Cationic Exchange Resin on the Properties of Controlled Release Diphenhydramine Hydrochloride Matrices Using Methocel K4M or Ethocel 7cP as Matrix Formers. *AAPS PharmSciTech.* 9(3):899-908 (2008).
29. Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, and Suwannee Panomsuk. Evaluation of Simultaneous Permeation and Metabolism of Methyl Nicotinate in Human, Snake, and Shed Snake Skin. *Pharm Dev Technol.* 13 (1):75-83 (2008). impact factor 0.816
30. Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, Sunee Techaarpornkul, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai. Chitosan - thiamine pyrophosphate as a novel carrier for siRNA delivery. *Pharm Res.* 25(12):2807-14 (2008). impact factor 3.441
31. Praneet Opanasopit, Maleenart Petchsangsi, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Warayuth Sajomsang and Uracha Ruktanonchai. Methylated N-(4-N,N-dimethylaminobenzyl) chitosan as effective gene carriers: effect of degree of Substitution. *Carbohydr. Polym.* 75 (2009) 143–149. impact factor 3.014
32. Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai. Nuclear localization signal peptides enhance transfection efficiency of chitosan/DNA complexes. *Int. J. Pharm.* (2009) 382,291-295. impact factor 3.061
33. Tittaya Suksamran, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai, Pitt Supaphol. Biodegradable alginate microparticles developed by electrohydrodynamic spraying techniques for oral delivery of protein. *J. Microencapsulation.* 26(7),563-570 (2009). impact factor 1.168
34. Ngawhirunpat T, Opanasopit P, Rojanarata T, Akkaramongkolporn P, Ruktanonchai U, Supaphol P. Development of meloxicam-loaded electrospun polyvinyl alcohol mats as a transdermal therapeutic agent. *Pharm Dev Technol.* 2009;14(1):70-79. impact factor 0.876
35. Prasert Akkaramongkolporn Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Preparation and evaluation of differently sulfonated styrene-divinylbenzene cross-linked copolymer cationic exchange resins as novel carriers for drug delivery. *AAPS PharmSciTech.* 2009;10(2):641-8. impact factor 1.445
36. Tanasait Ngawhirunpat, Nanthida Wonglertnirant, Praneet Opanasopit, Uracha Ruktanonchai, Kaewkarn Wasanasuk, Suwabun Chirachanchai, Rangrong Yoksan. Incorporation methods for cholic acid chitosan-g-mPEG self-assembly micellar system containing camptothecin. *Colloid Surface B Biointerfaces.* (2009)74,253-259. impact factor 2.593
37. Amornrat Viriyaroj, Tanasait Ngawhirunpat, Monrudee Sukma, Prasert Akkaramongkolporn, Uracha Ruktanonchai, and Praneet Opanasopit. Physicochemical properties and antioxidant activity of gamma-oryzanol-loaded liposome formulations for topical use. *Pharm Dev Technol.* 2009;14(6):665-671. impact factor 0.876
38. Hilal Bilek, Nanthida Wonglertnirant, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit and Mont Kumpugdee –Vollrath. Effect of Terpenes on the Skin Permeation of Ketoprofen through Shed Snake Skin. *Silpakorn U Science & Tech J.* 3 (2) (2009) 33-41.
39. Jariya Kowapradit, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Auayporn Apirakaramwong, Theerasak Rojanarata, Uracha Ruktanonchai and Warayuth Sajomsang. In vitro permeability enhancement in intestinal epithelial cells (Caco-2) monolayer of water soluble quaternary ammonium chitosan derivatives. *AAPS PharmSciTech*, 2010; Jun;11(2):497-508 (IF 1.19).
40. Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Choedchai Saehuan, Suthep Wiyakrutta, Vithaya Meevootisom. A simple, sensitive and green bienzymatic UV-spectrophotometric assay of amoxicillin formulations. *Enzyme and Microbial Technology* 46 (2010) 292–296. impact factor 2.629
41. Natthan Charemsriwilaiwat, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Pitt Supaphol. Preparation and characterization of chitosan-hydroxybenzotriazole/ polyvinyl alcohol blend nanofibers by the electrospinning technique. *Carbohydr. Polym.* 2010; 80(3) 675-680. impact factor 3.167

42. Jariya Kowapradit, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Uracha Ruktanonchai and Warayuth Sajomsang. Methylated N-(4-N,N-dimethylaminocinnamyl) chitosan enhances paracellular permeability across Caco-2 cells. *Drug delivery*, July 2010, Vol. 17, No. 5 : Pages 301-312 (IF 1.642).
43. Praneet Opanasopit, Sunee Techaarpornkul, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai. Nucleic acid delivery with chitosan hydroxybenzotriazole. *Oligonucleotides*. 2010, Jun; 20(3):127-136 impact factor 2.507.
44. Akhayachatra Chinsriwongkul, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Warisada Sila-on, Uracha Ruktanonchai. Oleic acid enhances all-*trans* retinoic acid load in nano-lipid emulsions. *PDA J Pharm Sci Tech.* (2010) 64 (2) 113-123.impact factor 0.393
45. Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Choedchai Saehuan. Ninhydrin reaction on thiol-reactive solid and its potential for the quantitation of d-penicillamine. *Talanta*. 82 (2010) 444-449. impact factor 3.29
46. Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Monrudee Sukma, Chavalit Sittisombut, AtsushiKat, and Isao Adachi. Antioxidant, free radical-scavenging activity and cytotoxicity of different solvent extracts and their phenolic constituents from the fruit hull of mangosteen (*Garcinia mangostana*). *Pharmaceutical Biology*, 2010; 48(1): 55-62. impact factor 0.364.
47. Kanistha Kawpoomhae, Monrudee Sukma, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit and Areerut Sripattanaporn. Antioxidant and neuroprotective effects of standardized extracts of *Mangifera indica* leaf. *Thai J. Pharm. Sci.* 34 (2010) 32-43.
48. Wonglertnirant N, Todo H, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Sugibayashi K. Macromolecular delivery into skin using a hollow microneedle. *Biol Pharm Bull.* 2010;33(12):1988-93. (1.811)
49. Akkaramongkolporn P, Wongsermsin K, Opanasopit P, Ngawhirunpat T. Comparison between the effect of strongly and weakly cationic exchange resins on matrix physical properties and the controlled release of diphenhydramine hydrochloride from matrices. *AAPS PharmSciTech.* 2010 Sep;11(3):1104-14. (IF 1.19).
50. Jariya Kowapradit, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, and Warayuth Sajomsang. Structure-activity relationships of methylated N-aryl chitosan derivatives for enhancing paracellular permeability across Caco-2 cells. *Carbohydr. Polym.* 83 (2011) 430-437 impact factor 3.167
51. Nanthida Wonglertnirant, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Hiroaki Todo and Kenji Sugibayashi. A hollow microneedle carrier for enhancing skin penetration of large molecular compounds. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 549-553.
52. Natthan Charernsriwilaiwat, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat Fabrication and characterization of chitosan-ethylenediaminetetraacetic acid/polyvinyl alcohol blend electrospun nanofibers. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 648-651.
53. Orapan Paecharoenchai, Tittaya Suksamran, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit. Development of chitosan nanoparticles for gene delivery using electrohydrodynamic spraying techniques. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 541-544.
54. Sureewan Duangjit, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat. Effect of edge activator on characteristic and in vitro skin permeation of meloxicam loaded in elastic liposomes. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 537-540.
55. Todsapon Nitanan, Praneet Opanasopit, Prasert Akkaramongkolporn, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat Effects of Solution Parameters on Morphology and Diameter of Electrospun Polystyrene Nanofibers. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 629-632.
56. Ponwanit Jarenputtakrun, Praneet Opanasopit, Suwannee Panomsuk and Tanasait Ngawhirunpat. Formulation and evaluation of isosorbide dinitrate acrylic matrix transdermal patches. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 1217-1220.
57. Wipada Samprasit, Praneet Opanasopit, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Kaewnapa Wongsermsin and Suwannee Panomsuk. Formulation of dextromethorphan oral disintegrating tablet using ion exchange resin. *Advanced Materials Research*.194-196 (2011) 1384-1387.
58. Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Suwannee Panomsuk and Praneet Opanasopit. Fabrication of capsaicin loaded polyvinyl alcohol electrospun nanofibers. *Advanced Materials Research*. 338 (2011) 42-45.
59. M. Petchsangsa, N. Wonglertnirant, T.Rojanarata, P. Opanasopit, and T. Ngawhirunpat. Application of Hollow Microneedle for Transdermal Delivery of Bovine Serum Albumin-Fluorescein Isothiocyanate Conjugate. *Advanced Materials Research*. 338 (2011) 365-368.

60. Tittaya Suksamran, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat. Development of alginate/chitosan microparticles for dust mite allergen. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. (2011) 10(3) 317-324. (IF 0.5).
61. Praneet Opanasopit, Jintana Tragulpakseerojn, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata. Chitosan enhances transfection efficiency of cationic polypeptides/DNA complexes. *Int. J. Pharm.* (2011) 410; 161–168 (IF 3.607).
62. Sureewan Duangjit, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, and Tanasait Ngawhirunpat. Characterization and In vitro skin permeation of meloxicam-loaded liposomes versus transfersomes. *J. Drug delivery*, (2011) 2011:418316.
63. Praneet Opanasopit, Orapan Paecharoenchai, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Uracha Ruktanonchai. The type and composition of surfactants mediated on gene transfection of polyethylenimine coated liposomes. *Int. J. Nanomedicine*. (2011) 6 975–983 (IF 4.9).
64. Praneet Opanasopit, Jintana Tragulpakseerojn, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata and Uracha Ruktanonchai. The development of poly-L-arginine-coated liposomes for gene delivery. *Int. J. Nanomedicine*. (2011) 6: 2245-2252 (IF 4.9).
65. Theerasak Rojanarata, Krissadecha Sumran, Paksupang Nateetaweewat, Weerapath Winotapun, Sirarat Sukpisit, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat. Microscale chemistry-based design of eco-friendly, reagent-saving and efficient pharmaceutical analysis: A miniaturized Volhard's titration for the assay of sodium chloride. *Talanta*. 85 (2011) 1324–1329. (IF 3.722).
66. Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Evaluating polarcrilex resin as direct compression filler for theophylline tablets. *Int J Pharm Pharm Sci*, (2012) 4(1), 478-481.
67. Todsapon Nitanan, Praneet Opanasopit, Prasert Akkaramongkolporn, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Pitt Supaphol. Effects of processing parameters on morphology of electrospun polystyrene nanofibers. *The Korean Journal of Chemical Engineering*. (2012) 29(2) 173-181. (IF 0.8).
68. Akhayacatra Chinsriwongkul, Ponwanit Chareanputtakhun, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Warisada Silaon, Uracha Ruktanonchai and Praneet Opanasopit. Nanostructured lipid carriers (NLC) for parenteral delivery of an anticancer drug. *AAPS PharmSciTech*, (2012) March 13 (1) 150-158. (IF 1.211).
69. Natthan Charernsriwilaiwat, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat. In vitro antioxidant activities of chitosan aqueous solution: effect of salt form. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. (2012) 11 (2): 235-242 (IF 0.5).
70. Natthan Charernsriwilaiwat, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Tanasait, Ngawhirunpat. Lysozyme-loaded, electrospun chitosan-based nanofiber mats for wound healing. *Int. J. Pharm.* (2012) 427 (2012) 379– 384. (IF 3.607).
71. Wipada Samprasit, Praneet Opanasopit, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Kaewnapa Wongsermsin, and Suwannee Panomsuk. Preparation and evaluation of taste-masked dextromethorphan oral disintegrating tablet. *Pharmaceutical Development and Technology*, 2012, 17(3): 315–320. (IF 1.107)
72. Kaewnapa Wongsermsin, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat and Prasert Akkaramongkolporn. Preparation and characterization of a novel mixed functional cationic exchange copolymer microsphere as drug carrier. *Advanced Materials Research*. 2012, Vols. 476-478, 2288-2291.
73. N. Worachun, P. Opanasopit, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat. Development of ketoprofen microemulsion for transdermal drug delivery. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 441-444.
74. W. Samprasit, P. Opanasopit, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat, P. Akkaramongkolporn. The influence of cyclodextrin and pH on the solubility of ketoprofen. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 433-436
75. N. Charernsriwilaiwat, P. Opanasopit, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat. Preparation of chitosan-thiamine pyrophosphate/polyvinyl alcohol blend electrospun nanofibers. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 118-121.
76. J. Kowapradit, P. Opanasopit, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat, A. Apirakaramwong, W. Sajomsang. Application of methylated n-(4-n,n dimethylaminocinnamyl) chitosan for oral protein drug delivery. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 465-468.
77. Duangjit, P. Opanasopit, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat. Effect of surfactants on characteristic and in vitro release of meloxicam loaded in deformable liposomes. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 457-460.

78. N. Wonglertnirant, S. Tipwichai, P. Opanasopit, T. Rojanarata, S. Panomsuk, T. Ngawhirunpat. Development of acrylic matrix type ketoprofen patch. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 533-536
79. P. Chareanputtakhun, T. Rojanarata, P. Opanasopit, T. Ngawhirunpat. Development of NLCs for topical atropine applications. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 162-165.
80. T. Nitanan, P. Akkaramongkolporn, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat, P. Opanasopit. Effect of crosslinking time on ion exchange capacity of polystyrene nanofiber ion exchangers. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) 437-440.
81. T. Suksamran, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat, S. Panomsuk, P. Opanasopit. Chitosan coated alginate microparticles for oral vaccine delivery. *Advanced Materials Research*. 2012, 506: 469-472.
82. S. Plianwong, K. Su-utha, P. Opanasopit, T. Ngawhirunpat, T. Rojanarata. Factors Influencing The Morphology of Cellulose Acetate Electrospun Fiber Mats. *Advanced Materials Research* Vol. 506 (2012) pp 242-245
83. A. Apirakaramwong, P. Pamonsinlapatham, S. Techaarpornkul, P. Opanasopit, S. Panomsuk, W. Soksawatmaekhin. Mechanisms of Cellular Uptake with Chitosan/DNA Complex in Hepatoma Cell Line. *Advanced Materials Research*. Vol. 506 (2012) pp 485-488
84. Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Evaluation of a Weakly Cationic Exchange Poly(Methacrylic Acid-Co-Divinylbenzene) Resin as Filler-Binder for Direct Compression Tablets. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. (2012) 13 (3): 371-378 (IF 0.82)
85. Jariya Kowapradit, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Warayuth Sajomsang and Praneet Opanasopit. Methylated N-(4-N,N-dimethylaminobenzyl) chitosan coated liposomes for oral protein drug delivery. *Eur. J. Pharm. Sci.* (2012) 47, 359-366. (IF 3.291).
86. Thirapit Subongkot, Sureewan Duangjit, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat. Ultradeformable liposomes with terpenes for delivery of hydrophilic Compound. *Journal of Liposome Research*. 2012, 22(3): 254-262 (IF 1.823)
87. Tanasait Ngawhirunpat, Supinya Thipwichai, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Suwannee Panomsuk. Development and Evaluation of Ketoprofen Acrylic Transdermal Patches. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. (2012) August; 13 (4): 553-560. (IF 0.82)
88. Samarwadee Plianwong, Areerut Sripattanaporn, Kwanrutai Waewsana-nga, Parin Buacheen, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata. Operator care and eco-concerned development of a fast, facile and economical assay for basic nitrogenous drugs based on simplified ion-pair mini-scale extraction using safer solvent combined with drop-based spectrophotometry. *Talanta* 98 (2012) 220-225. impact factor 3.794
89. Orapan Paecharoenchai, Nattisa Niyomtham, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Boon-ek Yingyongnarongkul and Praneet Opanasopit. Effect of cationic lipids structure on gene transfection mediated by cationic liposomes. *AAPS PharmSciTech*. 2012, 13 (4) December, 1302-1308. (IF 1.432).
90. Tittaya Suksamran, Jariya Kowapradit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Warayuth Sajomsang, Tasana Pitaksuteepong and Praneet Opanasopit. Oral Methylated N-aryl chitosan derivatives for inducing immune responses to ovalbumin. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. (2012) 12 (6): 899-908. (IF 0.82)
91. Orapan Paecharoenchai, Auayporn Apirakaramwong, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Boon-ek Yingyongnarongkul and Praneet Opanasopit. Cationic niosomes composed of spermine-based cationic lipid mediate high gene transfection. *Journal of Drug Targeting*. (2012) Nov;20(9):783-92. (IF 2.696).
92. Sureewan Duangjit, Yasuko Obata, Hiromu Sano, Shingo Kikuchi, Yoshinori Onuki, Praneet Opanasopit, Tanasait

- Ngawhirunpat, Yoshie Maitani, and Kozo Takayama. Mentosomes, novel ultradeformable vesicles for transdermal drug delivery: optimization and characterization. *Biol Pharm Bull.* 2012;35(10):1720-8. (2012:IF 1.657).
93. Thirapit Subongkot, Nanthida Wonglertnirant, Pucharee Songprakhon, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat. Visualization of ultradeformable liposomes penetration pathways and their skin interaction by confocal laser scanning microscopy. *Int J Pharm.* 441 (2013) 151– 161 (2012: IF 3.350).
  94. Duangjit S, Opanasopit P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T. Evaluation of Meloxicam-Loaded Cationic Transfersomes as Transdermal Drug Delivery Carriers. *AAPS PharmSciTech.* 2013 Mar;14(1):133-40. (2012: IF 1.432).
  95. Todsapon Nitanan, Prasert Akkaramongkolporn, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Thermally crosslinkable poly (styrene sulfonic acid-co-maleic acid) (PSSA-MA)/polyvinyl alcohol (PVA) ion exchange fibers. *Polymer bulletin.* (2013) April 70:1431-1444. (2012: IF 1.532)
  96. Tittaya Suksamran, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Warayuth Sajomsang, Tasana Pitaksuteepong, Praneet Opanasopit. Methylated N-(4-N,N-dimethyl aminocinnamyl) chitosan-coated electrospray OVA-loaded microparticles for oral vaccination. *Int. J. Pharm.* May 448 (2013) 19– 27 (2012: IF 3.350).
  97. Todsapon Nitanan, Prasert Akkaramongkolporn, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Neomycin-loaded poly(styrene sulfonic acid-co-maleic acid) (PSSA-MA)/polyvinyl alcohol (PVA) ion exchange nanofibers for wound dressing materials. *Int. J. Pharm.* May 448 (2013) 71– 78 (2012: IF 3.350).
  98. Theerasak Rojanarata, Samarwadee Plianwong, Kosit Su-uta, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat. Electrospun cellulose acetate nanofibers as thin layer chromatographic media for eco-friendly screening of steroids adulterated intraditional medicine and nutraceutical products. *Talanta.* Oct 115(2013)208–213. (2012:IF 3.794)
  99. Plianwong S, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T. Fast, facile and ethidium bromide-free assay based on the use of adsorption indicator for the estimation of polyethylenimine to nucleic acid ratio of complete polyplex assembly for gene delivery. *Talanta.* 2013 Oct 15;115:241-5. (2012:IF 3.794)
  100. Todsapon Nitanan, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Suwannee Panomsuk and Praneet Opanasopit. Fabrication and evaluation of cationic exchange nanofibers for controlled drug delivery systems. *Int. J. Pharm.* June 450 (2013) 345– 353 (2012:IF 3.350).
  101. Tonglairoum P, Chajjaroenluk W, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Akkaramongkolporn P, Opanasopit P. Development and characterization of propranolol selective molecular imprinted polymer composite electrospun nanofiber membrane. *AAPS PharmSciTech.* 2013 Jun;14(2):838-46. (2012:IF 1.584).
  102. Samarwadee Plianwong, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, and Theerasak Rojanarata. Chitosan Combined with Poly-L-arginine as Efficient, Safe, and Serum-Insensitive Vehicle with RNase Protection Ability for siRNA Delivery. *BioMed Research International.* 2013, June Article ID 574136, 9 p. (2012:IF 2.436)
  103. Winotapun W, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T. One-enzyme catalyzed simultaneous plant cell disruption and conversion of released glycoside to aglycone combined with in situ product separation as green one-pot production of genipin from gardenia fruit. *Enzyme Microb Technol.* 2013 Jul 10;53(2):92-6. (2012:IF 2.367)
  104. Natthan Charernsriwilaiwat, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Monrudee Sukma and Praneet Opanasopit. Electrospun chitosan-based nanofiber mats loaded with *Garcinia mangostana* extracts. *Int J Pharm.* 2013. Aug.452; 333– 343 (2013:IF 3.458).
  105. Praneet Opanasopit, Warisada Sila-on, Theerasak Rojanarata. Tanasait Ngawhirunpat. Fabrication and properties of capsicum extract-loaded PVA and CA nanofiber patches. *Pharmaceutical Development and Technology.* 2013; Sep-

- Oct. 15(5) 1140-1147. (2012:IF 1.333).
106. Thisirak Woraphatphadung, Jariya Kowapradit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata and Praneet Opanasopit. Effect of salt forms of chitosan on in vitro permeability enhancement in intestinal epithelial cells (Caco-2). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. August 2013; 12 (4): 495-501. (2013 IF 0.5)
107. Tanasait Ngawhirunpat, Narumon Worachun, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, and Suwannee Panomsuk. Cremophor RH40-PEG 400 microemulsions as transdermal drug delivery carrier for ketoprofen. *Pharmaceutical Development and Technology*. 2013, 18(4): 798–803 (2013IF 1.333)
108. Wipada Samprasit, Theerasak Rojanarata, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Warisada Sila-on, Praneet Opanasopit. Improvement of drug loading into ion exchange resin by cyclodextrin inclusion complex. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. 2013, Nov;39(11):1672-80. (IF 2013 = 1.539).
109. Sureewan Duangjit, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojarata, Yasuko Obata, Yoshinori Oniki, Kozo Takayama and Tanasait Ngawhirunpat. The Role of Deformable Liposome Characteristics on Skin Permeability of Meloxicam: Optimal Transfersome as Transdermal Delivery Carriers. *The Open Conference Proceedings Journal*, 2013, 4, 87-92
110. Orapan Paecharoenchai, Lesheng Teng, Bryant C Yung, Lirong Teng, Praneet Opanasopit and Robert J Lee. Nonionic surfactant vesicles for delivery of RNAi therapeutics. *Nanomedicine*. 8 (11):1865–1873. (IF 5.26)
111. Ponwanit Chareanputtakhun, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Tanasait Ngawhirunpat. All-trans retinoic acid (ATRA)-loaded lipid nanoparticles as a dermal drug delivery carrier. *Pharmaceutical Development and Technology*. 2014 Mar;19(2):164-72. (2013 IF 1.333)
112. Tonglairoum P, Chuchote T, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Opanasopit P. Encapsulation of plai oil/2-hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin inclusion complexes in polyvinylpyrrolidone (PVP) electrospun nanofibers for topical application. *Pharmaceutical Development and Technology*. 2014; 19(4):430-437. (IF 1.333)
113. Sureewan Duangjit, Yasuko Obata, Hiromu Sano, Yoshinori Onuki, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Tsubasa Miyoshi, Satoru Kato, and Kozo Takayama. Comparative Study of Novel Ultradeformable Liposomes: Menthosomes, Transfersomes and Liposomes for Enhancing Skin Permeation of Meloxicam. *Biol. Pharm. Bull.* (2014).37(2) 239-247 (2013 IF 1.849)
114. Natthan Charemsriwilaiwat, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Electrospun chitosan/polyvinyl alcohol nanofiber mats for wound healing. *International Wound Journal*. 2014; 11:215–222. (IF 2013= 1.6).
115. Todsapon Nitanan, Prasert Akkaramongkolporn, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Optimization of the production process for polystyrene nanofiber ion exchangers. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2014; 13 (2): 191-197. (2013 IF 0.5)
116. Orapan Paecharoenchai, Nattisa Niyomtham, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Boon-ek Yingyongnarongkul and Praneet Opanasopit. Non-ionic surfactant vesicles composed of novel spermine-derivative cationic lipids as an effective gene carrier in vitro. *AAPS PharmSciTech*. 2014 Jun;15(3):722-30. (2013:IF 1.584).
117. Siraprapa Chansatidkosol, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Prasert Akkaramong kolporn. Polacrilin resin as multifunctional direct compression filler for paracetamol tablets optimized by box-behnken design. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. Vol 6, Suppl 2, 804-807 2014.
118. Sureewan Duangjit, Boonnada Pamornpathomkul, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Yasuko Obata, Kozo Takayama, Tanasait Ngawhirunpat. Role of the charge, carbon chain length, and content of surfactant on the skin

- penetration of meloxicam-loaded liposomes. *Int J Nanomedicine*. 2014 Apr 29;9:2005-2017. (2013:IF 3.463).
119. Thirapit Subongkot, Boonnada Pamornpathomkul, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat. Investigation of the mechanism of enhanced skin penetration by ultradeformable liposomes. *Int J Nanomedicine*. 2014 Jul 25;9:3539-50. (2013:IF 3.463).
  120. Ponwanit Charoenputtakun, Boonnada Pamornpathomkul, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, and Tanasait Ngawhirunpat. Terpene Compositated Lipid Nanoparticles for Enhanced Dermal Delivery of All-trans-Retinoic Acids. *Biol Pharm Bull*. 2014 Jul 1;37(7):1139-48. (IF 1.849).
  121. Pattarapond Gonil, Warayuth Sajomsang, Uracha Rungsardthong Ruktanonchai, Preeyawis Na Ubol, Alongkot Treetong, Praneet Opanasopit, and Satit Puttipatkhachorn. Synthesis and Fluorescence Properties of N-Substituted 1-Cyanobenz[f]isoindole Chitosan Polymers and Nanoparticles for Live Cell Imaging. *Biomacromolecules*. 2014 Aug 11;15(8):2879-88. (IF 5.788).
  122. Maleenart Petchsangsa, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, and Tanasait Ngawhirunpat. The combination of microneedles with electroporation and sonophoresis to enhance hydrophilic macromolecule skin penetration. *Biol Pharm Bull*. 2014 Aug 1;37(8):1373-82. (IF 1.849).
  123. Duangjit S, Opanasopit P, Rojanarata T, Takayama J, Takayama K, Ngawhirunpat T. Bootstrap Resampling Technique to Evaluate the Reliability of the Optimal Liposome Formulation: Skin Permeability and Stability Response Variables. *Biol Pharm Bull*. 2014. Sep 37(9) 1543-1549 (IF 1.849).
  124. Nattisa Niyomtham, Nuttapon Apiratikul, Kanyarat Chanchang, Praneet Opanasopit and Boon-ek Yingyongnarongkul. Synergistic Effect of Cationic Lipids with Different Polarheads, Central Core Structures and Hydrophobic Tails on Gene Transfection Efficiency. *Biol Pharm Bull*. 2014. Sep 37(9) 1534-1542 (IF 1.849).
  125. Prasopchai Tonglairoum, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Ruchadaporn Kaomongkolgit and Praneet Opanasopit. Fast acting-clotrimazole compositated PVP/HP $\beta$ CD nanofibers for oral candidiasis application. *Pharm Res*. 2014. 31:1893-1906. (2013 IF 4.346)
  126. Samprasit W, Opanasopit P, Sukma M, Kaomong-Kolgit R. Antibacterial activity of *Garcinia mangostana* extracts on oral pathogens. *Minerva Stomatol*. 2014 Jul-Aug;63(7-8):249-57.
  127. Weecharangsan W, Opanasopit P, Yingyongnarongkul BE, Kewsuwan P, Lee RJ. Co-delivery of plasmid DNA and antisense oligodeoxyribonucleotide into human carcinoma cells by cationic liposomes. *Curr Pharm Biotechnol*. 2014;15(9):790-9.
  128. Rangsimawong W, Opanasopit P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T. Terpene-Containing PEGylated Liposomes as Transdermal Carriers of a Hydrophilic Compound. *Biol Pharm Bull*. 2014 Dec 1;37(12):1936-43.
  129. Tonglairoum P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Kaomongkolgit R, Opanasopit P. Fabrication of a novel scaffold of clotrimazole-microemulsion-containing nanofibers using an electrospinning process for oral candidiasis applications. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 2015; 126:18-25.
  130. Tidjarat S, Winotapun W, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T. Uniaxially aligned electrospun cellulose acetate nanofibers for thin layer chromatographic screening of hydroquinone and retinoic acid adulterated in cosmetics. *J Chromatogr A*. 2014 Nov 7;1367:141-7.
  131. Prasert Akkaramongkolporn, Nistakan Pattarakan, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata. Evaluation of Anionic Exchange Resins as Potential Tablet Disintegrants. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2014; 13 (10): 1585-1592.

132. Samprasit W, Kaomongkolgit R, Sukma M, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Opanasopit P. Mucoadhesive electrospun chitosan-based nanofibre mats for dental caries prevention. *Carbohydr Polym.* 2015 Mar 6;117:933-40. (3.916)
133. Wipada Samprasit, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Ruchadaporn Kaomongkolgit, Praneet Opanasopit. Fast releasing oral electrospun PVP/CD nanofiber mats of taste-masked meloxicam *International Journal of Pharmaceutics.* 487 (2015) 213–222. (IF 3.785).
134. Wipada Samprasit, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, and Praneet Opanasopit. Formulation and evaluation of meloxicam oral disintegrating tablet with dissolution enhanced by combination of cyclodextrin and ion exchange resins. *Drug Development and Industrial Pharmacy.* 2015 Jun;41(6):1006-16.
135. Prasopchai Tonglairoum, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Suwanee Panomsuk, Ruchadaporn Kaomongkolgit, Praneet Opanasopit, Fabrication of mucoadhesive chitosan coated polyvinylpyrrolidone/cyclodextrin/clotrimazole sandwich patches for oral candidiasis. *Carbohydrate Polymers* 132 (2015) 173–179.
136. Wipada Samprasit, Theerasak Rojanarata, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Reused cyclodextrin as a new way to deliver and enhance drug loading onto ion exchange resin. *Pharmaceutical Development and Technology.* 2015; 20(7): 827–838.
137. Prasopchai Tonglairoum, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit. Lysozyme-immobilized electrospun PAMA/PVA and PSSA-MA/PVA ion-exchange nanofiber for wound healing. *Pharm Dev Tech.* 2015;20: 976–3.
138. Wipada Samprasit, Theerasak Rojanarata, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Ruchadaporn Kaomongkolgit, Praneet Opanasopit. Fabrication and In Vitro/In Vivo Performance of Mucoadhesive Electrospun Nanofiber Mats Containing  $\alpha$ -Mangostin. *AAPS PharmSciTech.* 2015 Oct;16(5):1140-52 (2015 ค่า IF 1.954)
139. Rangsimawong W, Opanasopit P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T. Mechanistic study of decreased skin penetration using a combination of sonophoresis with sodium fluorescein-loaded PEGylated liposomes with d-limonene. *Int J Nanomedicine.* 2015 Dec 15;10:7413-23. (IF 4.86)
140. Pamornpathomkul B, Duangjit S, Laohapatarapant S, Rojanarata T, Opanasopit P, Ngawhirunpat T. Transdermal delivery of fluorescein isothiocyanate-dextran using the combination of microneedles and low-frequency sonophoresis. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences* 2015; 10: 415–424.
141. Woraphatphadung T, Sajomsang W, Gonil P, Treetong A, Akkaramongkolporn P, Ngawhirunpat T, Opanasopit P. pH-Responsive polymeric micelles based on amphiphilic chitosan derivatives: Effect of hydrophobic cores on oral meloxicam delivery. *Int J Pharm.* 2016 Jan 30;497(1-2):150-60. (2015 ค่า IF 3.994)
142. Duangjit S, Chairat W, Opanasopit P, Rojanarata T, Panomsuk S, Ngawhirunpat T. Development, Characterization and Skin Interaction of Capsaicin-Loaded Microemulsion-Based Nonionic Surfactant. *Biol Pharm Bull.* 2016;39(4):601-10.
143. Duangjit S, Chairat W, Opanasopit P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T. Application of Design Expert for the investigation of capsaicin-loaded microemulsions for transdermal delivery. *Pharmaceutical Development and Technology.* 2016; 21(6): 698–705. (2015 ค่า IF 1.566)
144. Worranan Rangsimawong, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Sureewan Duangjit, and Tanasait Ngawhirunpat. Skin Transport of Hydrophilic Compound-Loaded PEGylated Lipid Nanocarriers: Comparative Study of Liposomes, Niosomes, and Solid Lipid Nanoparticles. *Biol. Pharm. Bull.* 39, 1254–1262 (2016). (2015 ค่า 1.26)
145. Natthan Charernsriwilaiwat, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Aligned electrospun polyvinyl pyrrolidone/poly-caprolactone blend nanofiber mats for tissue engineering. *International Journal of Nanoscience.* 2016;15(1) 1650005 (1-7).

146. Prasopchai Tonglairoum, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Ruchadaporn Kaomongkolgit and Praneet Opanasopit. Fabrication and evaluation of nanostructured herbal oil/hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin/ polyvinyl pyrrolidone mats for denture stomatitis prevention and treatment. *AAPS PharmSciTech*. 2016;17 (6):1441-1449.
147. Tonglairoum P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Akkaramongkolporn P, Nattapulwat N, Opanasopit P. The utilization of surface free energy for predicting flowability of filler-lubricant or filler-glidant mixtures. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2016; 78(6):834-839. (IF 0.762)
148. Soodvilai S, Soodvilai S, Chatsudthipong V, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Opanasopit P. Interaction of pharmaceutical excipients with organic cation transporters. *Int J Pharm*. 2017 Jan 25;520(1-2):14-20.
149. Prasopchai Tonglairoum, Thisirak Woraphatphadung, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Prasert Akkaramongkolporn, Warayuth Sajomsang and Praneet Opanasopit. Development and evaluation of N-naphthyl-N, O-succinyl chitosan micelles containing clotrimazole for oral candidiasis treatment. *Pharmaceutical Development and Technology*. 2017; 22(2):184–190. (IF 1.566)
150. Opanasopit P, Leksantikul L, Niyomtham N, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Yingyongnarongkul B. Cationic niosomes an effective gene carrier composed of novel spermine-derivative cationic lipids: effect of central core structures. *Pharmaceutical Development and Technology* 2017; 22(3): 350–359 (IF 1.566)
151. Pamornpathomkul B, Wongkajornsilp A, Laiwattanapaisal W, Rojanarata T, Opanasopit P, Ngawhirunpat T. A combined approach of hollow microneedles and nanocarriers for skin immunization with plasmid DNA encoding ovalbumin. *Int J Nanomedicine*. 2017;27;12:885-898. (IF 4.872)
152. Rangsimawong W, Opanasopit P, Rojanarata T, Panomsuk S, Ngawhirunpat T. Influence of sonophoresis on transdermal drug delivery of hydrophilic compound-loaded lipid nanocarriers. *Pharm Dev Technol*. 2017 Jun;22(4):597-605.
153. Prasopchai Tonglairoum, Tanasait Ngawhirunpat, Prasert Akkaramongkolporn, Praneet Opanasopit and Nattawat Nattapulwat. Effect of particle size and diluent type on critical parameters for disintegration of tablets containing croscarmellose sodium as a disintegrant. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* June 2017; 16 (6): 1215-1221
154. Thisirak Woraphatphadung, Warayuth Sajomsang, Theerasak Rojanarata, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat and Praneet Opanasopit. Preparation and characterization of N-benzyl-N,O-succinyl chitosan polymeric micelles for solubilization of poorly soluble nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. October 2017; 16 (10): 2349-2357.
155. Duangjit S, Opanasopit P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T. Enhanced skin permeability of lipophilic and hydrophilic drugs via rigid-, elastic- and conventional liposomes: A comparative study. *Thai Pharmaceutical and Health Science Journal* 2017; 41 (Supplement): 89-92.
156. Pamornpathomkul B, Rojanarata T, Opanasopit P, Ngawhirunpat T. Enhancement of Skin Permeation and Skin Immunization of Ovalbumin Antigen via Microneedles. *AAPS PharmSciTech*. 2017 Oct;18(7):2418-2426.
157. Boonnada Pamornpathomkul, Nattisa Niyomtham, Boon-Ek Yingyongnarongkul, Chutinun Prasitpuriprecha, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Cationic niosomes for enhanced skin immunization of plasmid DNA encoding ovalbumin via hollow microneedles. *AAPS PharmSciTech*. 2018 Jan;19(1):481-488
158. Phadungcharoen N, Plianwong S, Srivichai C, Chanthananon N, Kaosal W, Pannil O, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T. Green, fast and cheap paper-based method for estimating equivalence ratio of cationic carriers to DNA in gene delivery formulations. *Eur J Pharm Sci*. 2018 Feb 2;115:204-211.
159. Theerasak Rojanarata, Samarwadee Plianwong, Praneet Opanasopit Tanasait Ngawhirunpat. Enrichment of gamma-

- aminobutyric acid in bean sprouts: exploring biosynthesis of plant metabolite using common household reagents. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 2018 Mar;46(2):155-161.
160. Thisirak Woraphatphadung, Warayuth Sajomsang, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Prasopchai Tonglairoom, and Praneet Opanasopit Development of chitosan-based pH-sensitive polymeric micelles containing curcumin for oral colon-targeted drug delivery. *AAPS PharmSciTech*. 2018 Apr;19(3):991-1000. (IF 2.451)
  161. Rangsimawong W, Obata Y, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Takayama K. Enhancement of Galantamine HBr Skin Permeation Using Sonophoresis and Limonene-Containing PEGylated Liposomes. *AAPS PharmSciTech*. 2018;19(3):1093-1104.
  162. Theerasak Rojanarata, Wanida Laiwattanapaisal, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Kalvalin Worrathanakul, Takron Chantadee and Thitirat Fuangwattana. Fast, affordable and eco-friendly enzyme kinetic method for the assay of  $\alpha$ -ketoglutaric acid in medical product and sports supplements. *Enzyme and Microbial Technology* 116 (2018) Sep 72–76.
  163. Rangsimawong W, Wattanasri P, Tonglairoom P, Akkaramongkolporn P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Opanasopit P. Development of Microemulsions and Microemulgels for Enhancing Transdermal Delivery of Kaempferia parviflora Extract. *AAPS PharmSciTech*. . 2018 Jul;19(5):2058-2067(IF2017 = 2.666)
  164. Sahatsapan N, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Opanasopit P, Tonglairoom P. 6-Maleimidohexanoic acid-grafted chitosan: A new generation mucoadhesive polymer. *Carbohydr Polym*. 2018 Dec 15;202:258-264.
  165. Prasopchai Tonglairoom, Boontavee Pitaktunskul, Tanasait Ngawhirunpat, Prasert Akkaramongkolporn, Praneet Opanasopit, Nattawat Nattapulwat. Effect of polyethylene glycol on the properties of cellulose acetate films designed for controlled porosity osmotic pump system. *Indian J Pharm Sci* 2019;81(1):117-123.
  166. Phadungcharoen N, Patrojanasophon P, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Chinsriwongkul A, Rojanarata T. Smartphone-based Ellman's colourimetric methods for the analysis of d-penicillamine formulation and thiolated polymer. *Int J Pharm*. 2019 Mar 10;558:120-127. (IF 2018: 4.213)
  167. Supusson Pengnam, Prasopchai Patrojanasophon, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Boon-ek Yingyongnarongkul, Widchaya Radchatawedchakoon, Praneet Opanasopit. A novel plier-like gemini cationic niosome for nucleic acid delivery. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*. 2019;52:325-333. (IF 2018: 2.608)
  168. Rattanachitthawat N, Pinkhien T, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Chanvorachote P. Finasteride Enhances Stem Cell Signals of Human Dermal Papilla Cells. *In Vivo*. 2019 Jul-Aug;33(4):1209-1220. (IF 2017: 1.116)
  169. Kritsanaporn Tansathien, Ponwanit Chareanputtakhun, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Worranan Rangsimawong. Development of sponge microspicule cream as a transdermal delivery system for protein and growth factors from deer antler velvet extract. *Biol Pharm Bull*. 2019;42(7):1207-1215. (IF 2018: 1.540)
  170. Nway Nway Aung, Yin Yin Myat, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Prasopchai Patrojanasophon, Praneet Opanasopit and Boonnada Pamornpathomkul. Evaluation of Thermally Crosslinked Poly (Acrylic Acid-Co-Maleic Acid) (PAMA)/Poly (Vinyl Alcohol) (PVA) Microneedle Arrays. *Key Engineering Materials*. 2019; 819:45-50.
  171. Chaiyakarn Pornpitchanarong, Kanokwan Singpanna, Theerasak Rojanarata, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat, and Prasopchai Patrojanasophon. Catechol-bearing hyaluronic acid coated polyvinyl pyrrolidone/hydroxyl propyl- $\beta$ -cyclodextrin/ clotrimazole nanofibers for oral candidiasis treatment. *Key Engineering Materials*. 2019; 819:163-168.
  172. Pattaranut Eakwaropas, Yin Yin Myat, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Prasopchai Patrojanasophon, Prasert Akkaramongkolporn, Praneet Opanasopit. Optimization of Boesenbergia rotunda extract-loaded polyvinyl

alcohol hydrogel wound dressing by Box-Behnken design. Key Engineering Materials. 2019; 819:38-44.

173. Nitjawan Sahatsapan, Theerasak Rojanarata, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit and Prasopchai Patrojanasophon. Catechol-functionalized succinyl chitosan for novel mucoadhesive drug delivery. Key Engineering Materials. 2019; 819: 21-26.

174. Thapakorn Charoenying, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Prasopchai Patrojanasophon, Prasert Akkaramongkolporn, Praneet Opanasopit. Effects of crosslinking temperature and time on the properties of poly-(acrylic acid-co-maleic acid) (PAMA) /poly (vinyl alcohol) (PVA) electrospun nanofiber mats. Key Engineering Materials. 2019; 819:145-150.

175. Worranan Rangsimawong, Kritsanaporn Tansathien, Apichart Wattanakul, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit. Extraction Method of Protein and Insulin-Like Growth Factor-1 from Deer Antler Velvets for Skin Rejuvenation. Key Engineering Materials. 2019; 819:73-78.

## ผู้ร่วมโครงการวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณี พนมสุข

Associated Professor Dr. Suwannee Panomsuk

สังกัดและสถานที่ทำงาน พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

โทรศัพท์ 0 3425 5800 โทรสาร 0 3425 5801

E-mail: panomsuk\_s@su.ac.th

ประวัติการศึกษา

| ปีที่จบการศึกษา | ระดับปริญญา | อักษรย่อปริญญา | สาขาวิชา                | ชื่อสถาบันการศึกษา                                   |
|-----------------|-------------|----------------|-------------------------|--|
| 2530            | ตรี         | ภ.บ.           | เภสัชศาสตร์             | เชียงใหม่  |
| 2532            | โท          | ภ.ม.           | เภสัชอุตสาหกรรม         | มหาวิทยาลัย  |
| 2539            | เอก         | Ph.D.          | Pharmaceutical Sciences | Toyama Medical and Pharmaceutical university (Japan) |

## รางวัลเกี่ยวกับงานวิจัยที่ได้รับ

| ชื่อรางวัล   | หน่วยงานที่ให้                                    |
|--|---|
| Excellent poster presentation<br>'Development of Triamcinolone Acetonide Buccal Patches' | ผู้จัดการประชุม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น |

## ผลงานวิชาการ / วิจัย

### บทความวิจัยที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการนานาชาติ (refereed journals)

1. Phuvamin Suriyaamporna, Thanwarat Kasemsawatb, Boontarik Sirilertc, Kritnicha Apiromrakd, Prasopchai Patrojanasophon, Tanasait Ngawhirunpatf and **Suwannee Panomsuk**. Development and evaluation of clindamycin hydrochloride transdermal patches. International Conference and Exhibition on Pharmaceutical Sciences and Technology 2019 (PST2019) June 18-19, 2019. *Key Engineering Material* Vol. 819, pp 240-24. (Scopus)
2. **PANOMSUK Suwannee**, KEAWSRI Kunyakorn, LIMSATJAPANIT Chanapa ASNEESANTIWONG Nutcha and CHOMTO Parichat. Effect of Mucoadhesive Substances on Physico-chemical Properties of In situ Gels for Buccal Applications. International Conference and Exhibition on Pharmaceutical Sciences and Technology 2019 (PST2019) June 18-19, 2019. Proceeding p 91-94.

3. **PANOMSUK Suwannee**, PORKAR Natcha, MEERASEN Pornnapa and KUNRATTANAPORN Nuttapoj. Formulation and Characterization of Clove Oil Microemulsions. International Conference and Exhibition on Pharmaceutical Sciences and Technology 2019 (PST2019) June 18-19, 2019. Proceeding p.86-90.
4. Tonglairoum P, Tacharuk K, Siripong J, Saipanwittaya J, Opanasopit P, **Panomsuk S**. Preparation and evaluation of electrospun nanofiber patches containing povidone iodine as a topical antiseptic material. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*. (TJPS) 42(Supplement Issue): 185-188; 2018. (Scopus)
5. **Suwannee Panomsuk**, Korrvit Tacharuk, Jaruvit Siripong Jirapat Saipanwittaya, Prasopchai Tonglairoum and Tossawan Jitwasinkul. Preparation and Evaluation of Electrospun Polyvinyl Alcohol Nanofibers Containing Povidone Iodine. *Isan Journal of Pharmaceutical Sciences* (IJPS). 13(Supplement): 173-179; Jan-Mar 2018.
6. Prasopchai Tonglairoum, Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit and **Suwannee Panomsuk**. EFFECT OF GAMMA RAYS ON THE PHYSICAL STABILITY OF CARBOMERS AND CELLULOSE DERIVATIVES GEL BASES วารสารไทยเภสัชวิทยนิพนธ์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร vol 12 no 2 July-Dec 2017 p31-39.
7. **Suwannee Panomsuk**, Korrvit Tacharuk, Jaruvit Siripong, Jirapat Saipanwittaya and Praneet Opanasopit. Preparation and Evaluation of Electrospun Polyvinyl Alcohol Nanofibers Containing Benzalkonium Chloride for Topical Application. *Isan Journal of Pharmaceutical Sciences* (IJPS). 13(Supplement): 173-179; Jan-Mar 2017.
8. **Suwannee Panomsuk**, Yanisa Phonggasor, Nuttawat Thongnasarn, Rungsima Duangkaew, Suwit Vichitsawangwong, Praneet Opanasopit, Tanasait Ngawhirunpat. Formulation and Characterization of Tea Tree Oil Microemulsions. Proceeding, The 2nd International Conference on Herbal and Traditional Medicine (HTM2017). 25-27 Jan 2017, Asia Hotel Bangkok, Thailand.
9. Satiraphan M, Phonggasor Y, Thongnasarn N, Duangkaew R, Vichitsawangwong S, **Panomsuk S.**, Development of gas chromatographic method for analysis of tea tree oil in microemulsion and gel preparation. The International Conference of Pharmaceutical Sciences and Medicines 2017 (ICPAM). 16 June 2017. Chonburi, Thailand.
10. Prasopchai Tonglairoum, Korrvit Tacharuk, Jaruvit Siripong, Jirapat Saipanwittaya, Praneet Opanasopit, **Suwannee Panomsuk**. Preparation and evaluation of electrospun nanofiber patches containing povidone iodine as a topical antiseptic material. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*. (TJPS) 42(Supplement Issue): 185-188; 2018.
11. Worranan Rangsimawong, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, **Suwannee Panomsuk**, Tanasait Ngawhirunpat. Influence of sonophoresis on transdermal drug delivery of hydrophilic compound loaded lipid nanocarriers. *Pharm Dev Technol* 2017 Jun;22(4):597-605.
12. **Panomsuk S**, Tongchusak T, Chaisitvorakul N, Palitkusontat H. Development of benzalkonium chloride thin films for mucoadhesive buccal application. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences* (TJPS) TJPS Vol.40 (Supplement Issue) 2016.
13. Sureewan Duangjit, Wisuta Chairat, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, **Suwannee Panomsuk**, and Tanasait Ngawhirunpat. Development, Characterization and Skin Interaction of Capsaicin-Loaded Microemulsion-Based Nonionic Surfactant. *Biol. Pharm. Bull.* 39, 601–610 (2016) April 01, 2016.
14. **Suwannee Panomsuk**, Yanisa Phonggasor, Nuttawat Thongnasarn, Rungsima Duangkaew, Suwit Vichitsawangwong, Tossawan Jitwasinkul, Malai Satiraphan. Formulation and Evaluation of Topical Antimicrobial Tea Tree Oil Gels. Proceeding, The 4th Current Drug Development International Conference 2016. 1-3 June 2016, Phuket, Thailand.
15. Prasopchai Tonglairoum, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Suwannee Panomsuk, Ruchadaporn Kaomongkolgit, Praneet Opanasopit, Fabrication of mucoadhesive chitosan coated polyvinylpyrrolidone/cyclodextrin/clotrimazole sandwich patches for oral candidiasis. *Carbohydrate Polymers* 132 (2015) 173–179.
16. Tanasait Ngawhirunpat, Narumon Worachun, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, and Suwannee Panomsuk. Cremophor RH40-PEG 400 microemulsions as transdermal drug delivery carrier for ketoprofen. *Pharmaceutical Development and Technology*. 2013, 18(4): 798–803.
17. **Suwannee Panomsuk**, Duangporn Rungrojinda, Runglawan Tantiwatanakool, Awika Lertcharoensuk. Development of Triamcinolone Acetonide Buccal Patches (*Isan Journal of Pharmaceutical Sciences*, IJPS Vol.11 No.1, January-March 2015) pp. 212-215.
18. **Suwannee Panomsuk**, Jarunun Karnjanolarn, Laksika Chinpongsonond, Sirapong Tachasan, and Adchara Rungruang. Development of In Situ Film as Skin Barrier. "Applied Mechanics and Materials" Vol. 378 (2013) pp 190-193
19. Todsapon Nitnan, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, Suwannee Panomsuk and Praneet Opanasopit. Fabrication and evaluation of cationic exchange nanofibers for controlled drug delivery systems. *Int. J. Pharm.* June 450 (2013) 345– 353 (2012:IF 3.350).

20. Tanasait Ngawhirunpat, Narumon Worachun, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, and **Suwannee Panomsuk**. Cremophor RH40-PEG 400 microemulsions as transdermal drug delivery carrier for ketoprofen. *Pharmaceutical Development and Technology*, 2013; 18(4): 798–803
21. Apirakaramwong, P. Pamonsinlapatham, S. Techaarpornkul, P. Opanasopit, S. Panomsuk, W. Soksawatmaekhin. Mechanisms of Cellular Uptake with Chitosan/DNA Complex in Hepatoma Cell Line. *Advanced Materials Research*. Vol. 506 (2012) pp 485-488
22. **S. Panomsuk**, S. Indis, P. Panyasaroj1,c, S. Chootrakulwattana, P. Opanasopit, T. Rojanarata. Oral Bases Containing *Centella asiatica* Extract: Formulations and Evaluations *Advanced Materials Research* Vol. 506 (2012) pp 501-504.
23. T. Suksamran, T. Rojanarata, T. Ngawhirunpat, S. Panomsuk, P. Opanasopit. Chitosan coated alginate microparticles for oral vaccine delivery. *Advanced Materials Research*. 2012, 506: 469-472.
24. Tanasait Ngawhirunpat, Supinya Thipwichai, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata and Suwannee Panomsuk. Development and Evaluation of Ketoprofen Acrylic Transdermal Patches. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. (2012) August; 13 (4): 553-560. (IF 0.82)
25. N. Wonglertnirant, S. Tipwichai, P. Opanasopit, T. Rojanarata, S. Panomsuk, T. Ngawhirunpat. Development of acrylic matrix type ketoprofen patch. *Advanced Materials Research*. 506 (2012) pp 533-536
26. Tanasait Ngawhirunpat, Theerasak Rojanarata, **Suwannee Panomsuk** and Praneet Opanasopit. Fabrication of capsaicin loaded polyvinyl alcohol electrospun nanofibers. *Advanced Materials Research*. 338 (2011) 42-45.
27. Ponwanit Jarenputtakrun, Praneet Opanasopit, **Suwannee Panomsuk** and Tanasait Ngawhirunpat. Formulation and evaluation of isosorbide dinitrate acrylic matrix transdermal patches. *Advanced Materials Research*. 194-196 (2011) 1217-1220.
28. Wipada Smaprasit, Praneet Opanasopit, Prasert Akkaramongkolporn, Tanasait Ngawhirunpat, Kaewnapa Wongsermsin and **Suwannee Panomsuk**. Formulation of Dextromethrophan Oral Disintegrating Tablet using Ion Exchange Resin. *Advanced Materials Research* Vols. 201-203 (2011) pp 1384-1387
29. Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, and **Suwannee Panomsuk**. Evaluation of Simultaneous Permeation and Metabolism of Methyl Nicotinate in Human, Snake, and Shed Snake Skin. *Pharm Dev Technol*. 13 (1):75-83 (2008)
30. Praneet Opanasopit, Uracha Ruktanonchai, Orawan Suwantong, **Suwannee Panomsuk**, Tanasait Ngawhirunpat, Chavalit Sittisombut, Tittaya Suksamran, Pitt Supaphol. Electrospun polyvinyl alcohol polymeric fibrous system as carriers for extracts from fruit hull of mangosteen. *J. Cosmet. Sci*. 59 (3):233-42 (2008)
31. Tanasait Ngawhirunpat , **Suwannee Panomsuk**, Praneet Opanasopit, Theerasak Rojanarata, Tomomi Hatanaka. Comparison of the percutaneous absorption of hydrophilic and lipophilic compounds in shed snake skin and human skin. *Pharmazie*, 61 (4), 331-335 (2006)
32. Tanasait Ngawhirunpat, Praneet Opanasopit, **Suwannee Panomsuk**, Theerasak Rojanarata, Usanee Kumprakrob. Skin permeation enhancement of ketoprofen supersaturated solutions with antinucleant polymers. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 29 (1-2), 11-19 (2005)
33. Theera rittirod, **Suwannee Panomsuk**, Tanee Tessiri, Sumon Sakolchai, Siri Sua-in, Tomomi Hatanaka. Transportation and metabolism of prodrugs in Thai human skin. *Isan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 1 (2), 51-57, (2005)
34. Tanasait Ngawhirunpat , **Suwannee Panomsuk**, Praneet Opanasopit ,Tomomi Hatanaka, Tamotsu Koizumi. *In vitro* permeation and metabolism of ethyl nicotinate in Thai shed snake skin. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 26(1-2), 69-75 (2002)
35. Duangduen Krailas, **Suwannee Panomsuk**, Tuenta Janecharat, Sulak Ukong. Production of monoclonal antibodies against partially purified surface tegument antigens of *Fasciola gigantica*. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*. 33 (3), 92-96 (2002)
36. Tanasait Ngawhirunpat , **Suwannee Panomsuk** , Praneet Opanasopit , Sayan Junsook , Supaporn Pornpinatepong. Newborn porcine skin as a model membrane for *in vitro* percutaneous absorption. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences* 24(3-4), 183-190 (2000)
37. Praneet Opanasopit , **Suwannee Panomsuk** , Tanasait Ngawhirunpat , Khwanta Meeoim, Jittima Suratannon , Jaroenlakkana Tanikkul. Development and evaluation of polymeric matrices for isosorbide Dinitrate transdermal drug delivery system. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*. 22(4), 1998 , 125-136.
38. Tanasait Ngawhirunpat , Praneet Opanasopit , Korakot Chaturon , Jamaree Leewansangthong , **Suwannee Panomsuk**. *In vitro* permeation of ketoprofen gel: Effect of Carbopol 940 and PluronicF-127. *Silpakon University Journal*, 18 (1), 1998, 79-86.

39. ณะเศรษฐ์ จ้าวทัญญพัฒน์ สุวรรณิ พนมสุช ปรานีต โอปณะโสภิต Tomomi Hatanaka และ Tomotsu Koizumi “In vitro permeation and metabolism of ethyl nicotinate in shed snake skin” (2545) *วารสารไทยเภสัชสาร*
40. ณะเศรษฐ์ จ้าวทัญญพัฒน์ สุวรรณิ พนมสุช ปรานีต โอปณะโสภิต สายันท์ จันทรสุก สุภาพร พรพิเนตพงศ์ “Newborn porcine skin as model membrane for in vitro percutaneous absorption” (2543) *วารสารไทยเภสัชสาร* 24(3-4) หน้า 183-190
41. สุวรรณิ พนมสุช “คราบงู: ผิวหนังต้นแบบชนิดใหม่ที่ใช้ในการประเมินระบบนำส่งยาทางผิวหนัง” (Shed snake skin: a new model barrier for transdermal drug delivery systems evaluation) *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับคณะเภสัชศาสตร์* ปี 2542 หน้า 137-144
42. ปรานีต โอปณะโสภิต สุวรรณิ พนมสุช ณะเศรษฐ์ จ้าวทัญญพัฒน์ ขวัญตา มีอิม จิตติมา สุรทานตันท และ เจริญลักคณา ธนิกกุล การพัฒนาและการประเมินผลมาทริกซ์พอลิเมอร์สำหรับระบบนำส่งยาไอโซซอบายดีไดโนเตรตทางผิวหนัง (2541) *วารสารไทยเภสัชสาร* 22(4) หน้า 125-136
43. Panomsuk, S., Ngawhirunpat, T., Opanasopit P., Hatanaka, T. and Koizumi, T. (1997) Drug permeation through shed snake skin, *Proceedings of the first Indochina Conference on Pharmaceutical Sciences (Pharma. Indochina 1997) Pharmacy in Harmony*, Faculty of Pharmacy, Mahidol University, New Thaimitr Press, Bangkok, Thailand, p. 111-116.
44. S.P. Panomsuk, T. Hatanaka, T. Aiba, K. Katayama and Koizumi, A study of the hydrophilic cellulose matrix : Effect of drugs on swelling properties. *Chem. Pharm. Bull.* 44, 1039-1042 (1996).
45. T. Koizumi, S.P. Panomsuk, T. Hatanaka and K. Katayama, Kinetics of swelling of compressed cellulose matrices : A mathematical model. *Pharm. Res.* 13, 329-333 (1996).
46. S.P. Panomsuk, T. Hatanaka, T. Aiba, K. Katayama and T. Koizumi, A study of the hydrophilic cellulose matrix : Effect of indomethacin and water-soluble additive on swelling properties. *Int. J. Pharm.* 126, 147-153 (1995)

### ผู้ร่วมโครงการวิจัย

ภก.อ.ดร.ประสพชัย พัฒน์โรจนโสภณ (นามสกุลเดิม: ทองไหลรวม)

Dr. Prasopchai Patrojanasophon

สังกัดและสถานที่ทำงาน พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

โทรศัพท์ 0 3425 5800 โทรสาร 0 3425 5801

E-mail: patrojanasophon\_p@su.ac.th

ประวัติการศึกษา

| ปีที่จบการศึกษา | ระดับปริญญา | อักษรย่อปริญญา     | สาขาวิชา                  | ชื่อสถาบันการศึกษา |
|-----------------|-------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 2555            | ตรี         | ภ.บ. (เกียรตินิยม) | เภสัชศาสตร์               | ศิลปากร            |
| 2560            | เอก         | Ph.D.              | Pharmaceutical Technology | ศิลปากร            |

### รางวัลเกี่ยวกับงานวิจัยที่ได้รับ

| ชื่อรางวัล                               | หน่วยงานที่ให้   |
|--|--|
| Best poster presentation award           | The 30th Annual Research Conference in Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University Bangkok, Thailand |
| Good Oral Presentation                   | The 7th Annual Northeast Pharmacy Research Conference of 2015, Khonkean, Thailand.                         |
| Complimentary award in oral presentation | The 4th International Conference on Advanced Pharmaceutical Research, Bangkok, Thailand.                   |
| Excellent Poster Presentation            | The 9th Conference of Northeastern Pharmacy Research 2017, Ubon Rachathani, Thailand.                      |

|      |   |   |
|------|---|---|
|      | Popular Vote-Award of Poster Presentation         | RGJ-Ph.D Congress 18, June 8-10, 2017, Thailand.  |
| 2560 | Excellent Oral Presentation award                 | The 1st international conference on natural medicine 2017, August 5-6, 2017, Bangkok, Thailand.                                     |
| 2561 | Annual Award for outstanding academic performance | Faculty of Pharmacy, Silpakorn University, Thailand   |
| 2562 | Excellent oral presentation                       | The 11th Annual Conference of Northeast Pharmacy Research 2019 (NEPhReC2019) คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 16-17 มีนาคม 2562 |
| 2562 | Annual Award for outstanding academic performance | Faculty of Pharmacy, Silpakorn University, Thailand   |

## ผลงานวิชาการ / วิจัย

### บทความวิจัยที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการ (refereed journals)

1. Pornpitchanarong C, Singpanna K, Rojanarata T, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Patrojanasophon P. Catechol-bearing hyaluronic acid coated polyvinyl pyrrolidone/hydroxyl propyl- $\beta$ -cyclodextrin/ clotrimazole nanofibers for oral candidiasis treatment. *Key Eng. Mater.* 2019; 819:163-168.
2. Aung NN, Myat YY, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Patrojanasophon P, Opanasopit P, Pamornpathomkul B. Evaluation of Thermally Crosslinked Poly (Acrylic Acid-Co-Maleic Acid) (PAMA)/Poly (Vinyl Alcohol) (PVA) Microneedle Arrays. *Key Eng. Mater.* 2019; 819:45-50.
3. Kansom T, Dumkliang E, Patrojanasophon P, Sajomsang W, Saeeng R, Zhu W, Opanasopit P. Folate-functionalized amphiphilic chitosan polymeric micelles containing andrographolide analogue (3A.1) for colorectal cancer. *Key Eng. Mater.* 2019; 819:15-20.
4. Eakwaropas P, Myat YY, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Patrojanasophon P, Akkaramongkolporn P, Opanasopit P. Optimization of Boesenbergia rotunda extract-loaded polyvinyl alcohol hydrogel wound dressing by Box-Behnken design. *Key Eng. Mater.* 2019; 819:38-44.
5. Charoenying T, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Patrojanasophon P, Akkaramongkolporn P, Opanasopit P. Effects of crosslinking temperature and time on the properties of poly- (acrylic acid-co-maleic acid) (PAMA) /poly (vinyl alcohol) (PVA) electrospun nanofiber mats. *Key Eng. Mater.* 2019; 819:145-150.
6. Suriyaamporn P, Kasemsawat T, Sirilert B, Apiromrak K, Patrojanasophon P, Myat YY, Panomsuk S. Development and evaluation of hydroxypropyl methylcellulose patches containing clindamycin for topical application. *Key Eng. Mater.* 2019; 819: 240-245.
7. Pengnam S, Patrojanasophon P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Yingyongnarongkul B-e, Radchatawedchakoon W, et al. A novel plier-like gemini cationic niosome for nucleic acid delivery. *J Drug Deliv Sci Technol.* 2019;52:325-333.
8. Phadungcharoen N, Patrojanasophon P, Opanasopit P, Ngawhirunpat T, Chinsriwongkul A, Rojanarata T. Smartphone-based Ellman's colourimetric methods for the analysis of d-penicillamine formulation and thiolated polymer. *Int J Pharm.* 2019; 558:120-127.
9. Tonglairoum P, Pitaktunskul B, Ngawhirunpat T, Akkaramongkolporn P, Opanasopit P, Nattapulwat N. Effect of polyethylene glycol on cellulose acetate films designed for controlled porosity osmotic pump systems. *Indian J Pharm Sci* 2019;81(1):117-123.
10. Soodvilai S, Tipparos W, Rangsimawong W, Patrojanasophon P, Soodvilai S, Sajomsang W, et al. Effects of silymarin-loaded amphiphilic chitosan polymeric micelles on the renal toxicity and anticancer activity of cisplatin. *Pharm Dev*

Technol. 2019;24(8):927-34.

11. Pornpitchanarong C, Rojanarata T, Opanasopit P, Patrojanasophon P, Ngawhirunpat T. Synthesis of N-vinylpyrrolidone/acrylic acid nanoparticles for drug delivery: Method optimization.
12. MATEC Web of Conferences. 2018; 192: 01020.
13. Trummer R, Rangsimawong W, Sajomsang W, Kumpugdee-Vollrath M, Opanasopit P, Tonglairoum P. Chitosan-based self-assembled nanocarriers coordinated to cisplatin for cancer treatment. RSC Advances. 2018;8(41):22967-22973.
14. Kansom T, Sajomsang W, Saeeng R, Charoensuksai P, Opanasopit P, Tonglairoum P. Apoptosis induction and antimigratory activity of andrographolide analog (3A.1)-incorporated self-assembled nanoparticles in cancer cells. AAPS PharmSciTech. 2018. (in press).
15. Pengnam S, Tonglairoum P, Ni-yomtham N, Yingyongnarongkul B, Opanasopit P, Plianwong S. Effects of Squalane on the spermine-based cationic niosomes for gene delivery. Thai Bull Pharm Sci. 2018;13(2):13-24.
16. Rangsimawong W, Wattanasri P, Tonglairoum P, Akkaramongkolporn P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, et al. Development of Microemulsions and Microemulgels for Enhancing Transdermal Delivery of Kaempferia parviflora Extract. AAPS PharmSciTech. 2018;19(5):2058-67.
17. Pengnam S, Leksantikul L, Tonglairoum P, Opanasopit P, Ni-yomtham N, Yingyongnarongkul B, Plianwong S. Influence of serum on DNA protection ability and transfection efficiency of cationic lipid-based nanoparticles for gene delivery. MATEC Web of Conferences. 2018; 192: 01025.
18. Rangsimawong W, Wattanasri P, Akkaramongkolporn P, Tonglairoum P, Ngawhirunpat T, Opanasopit P. Pluronic lecithin organogel with d-limonene as a transdermal delivery system for Kaempferia parviflora extract. MATEC Web of Conferences. 2018; 192: 01008.
19. Tonglairoum P, Ngawhirunpat T, Opanasopit P, Panomsuk S. Effects of gamma rays on the physical stability of carbomers and cellulose derivatives gel bases. Thai Bull Pharm Sci. 2017; 12(2): 31-39.
20. Woraphatphadung T, Sajomsang W, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Tonglairoum P, Opanasopit P. Development of chitosan-based pH-sensitive polymeric micelles containing curcumin for colon-targeted drug delivery. AAPS PharmSciTech. 2018;19(3):991-1000.
21. Kaldybekov DB, Tonglairoum P, Opanasopit P, Khutoryanskiy VV. Mucoadhesive maleimide-functionalised liposomes for drug delivery to urinary bladder. Eur J Pharm Sci. 2018;111:83-90.
22. Tonglairoum P, Ngawhirunpat T, Akkaramongkolporn P, Opanasopit P, Nattapulwat N. Effect of particle size and diluent type on critical parameters for disintegration of tablets containing croscarmellose sodium as a disintegrant. Trop J Pharm Res. 2017; 16(6): 1215-1221.
23. Tonglairoum P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Akkaramongkolporn P, Kaomongkolgit R, Opanasopit P. Erythrosine incorporated fast-dissolving patches for dental plaque disclosing. Advances in Pharmacology and Pharmacy, 2017; 5: 12-19.
24. Tonglairoum P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Akkaramongkolporn P, Nattapulwat N, Opanasopit P. The utilization of surface free energy for predicting flowability of filler-lubricant or filler-glidant mixtures. Indian J Pharm Sci 2016;78(6):834-839.
25. Tonglairoum P, Brannigan RP, Opanasopit P, Khutoryanskiy VV. Maleimide-bearing nanogels as novel mucoadhesive materials for drug delivery. J Mater Chem B. 2016; 4: 6581-6587.
26. Tonglairoum P, Woraphatphadung T, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Akkaramongkolporn P, Sajomsang W, et al.

- Development and evaluation of N-naphthyl-N,O-succinyl chitosan micelles containing clotrimazole for oral candidiasis treatment. *Pharm Dev Technol.* 2017;22(2):184-90.
27. Tonglairoum P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Kaomongkolgit R, Opanasopit P. Fabrication and Evaluation of Nanostructured Herbal Oil/Hydroxypropyl-beta-Cyclodextrin/ Polyvinylpyrrolidone Mats for Denture Stomatitis Prevention and Treatment. *AAPS PharmSciTech.* 2016;17(6):1441-9.
  28. Tonglairoum P, Sutananta W, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Opanasopit P. Thermally crosslinked chitosan-EDTA/PVA electrospun nanofiber mats: crosslinking conditions. *Adv Mat Res.* 2015; 1060:192-195.
  29. Tonglairoum P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Panomsuk S, Kaomongkolgit R, Opanasopit P. Fabrication of mucoadhesive chitosan coated polyvinylpyrrolidone/cyclodextrin/clotrimazole sandwich patches for oral candidiasis. *Carbohydr Polym.* 2015; 132:173-9.
  30. Tonglairoum P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Opanasopit P. Lysozyme-immobilized electrospun PAMA/PVA and PSSA-MA/PVA ion-exchange nanofiber for wound healing. *Pharm Dev Technol.* 2014:1-8.
  31. Tonglairoum P, Opanasopit P. Effect of nutrient formulations on permeation of proteins and lipids through porcine intestine in vitro. *Trop J Pharm Res.* 2015; 14(7):1161-1166.
  32. Tonglairoum P, Ngawhirunpat T, Rojanarata T, Kaomongkolgit R, Opanasopit P. Fabrication of a novel scaffold of clotrimazole-microemulsion-containing nanofibers using an electrospinning process for oral candidiasis applications. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2015; 126:18-25.