

## สัญญาเลขที่ RTA5180003

โครงการ : การปรับแต่งพื้นผิวของพอลิเมอร์และอนุภาคคอลลอยด์เพื่อการประยุกต์ในทางชีวการแพทย์

### รายงานฉบับสมบูรณ์

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน : ศาสตราจารย์ ดร. ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์  
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 30 กรกฎาคม 2551 ถึง 29 กรกฎาคม 2554  
(ขยายเวลาโครงการถึง 30 กันยายน 2554)

#### 1. กิจกรรมที่ได้ดำเนินการ

##### โครงการย่อยที่ 1

1.1 การปรับแต่งพื้นผิวของแผ่นฟิล์มที่เตรียมจากน้ำยางธรรมชาติด้วยอนุภาคนาโน เพื่อพัฒนาการเตรียมถุงมือทางการแพทย์

**ศ. ดร. ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์**  
**คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล**

งานวิจัยนี้ เป็นการปรับแต่งผิวของแผ่นฟิล์มที่เตรียมจากน้ำยางธรรมชาติ (natural rubber; NR) เพื่อแก้ปัญหาของการที่ถุงมือยางมีความเสียดทานกับผิวหนังสูง ทำให้สวมใส่และถอดออกได้ยาก โดยเฉพาะเมื่อผิวหนังเปื่อยขึ้น โดยมุ่งทำให้ผิวของแผ่นฟิล์มยางมีความขรุขระ ส่งผลให้แรงเสียดทานบนผิวต่ำลง ด้วยการติดอนุภาคแข็งขนาดนาโนของ poly(methyl methacrylate) (PMMA) บนผิวของฟิล์มยาง ศึกษาปัจจัยต่างๆ เช่น ขนาด และการกระจายของขนาดอนุภาค PMMA และเนื่องจากการมีอนุภาค PMMA ปกคลุมผิวของแผ่นยาง ทำให้ลดการสัมผัสโดยตรงระหว่างแผ่นฟิล์มยางกับผิวหนัง ซึ่งอาจจะแก้ปัญหของการแพ้ถุงมือยางพาราของผู้ที่แพ้ยาง (hypersensitive) จึงได้นำแผ่นยางไปทดสอบความเป็นพิษ (cytotoxicity) ต่อเซลล์ L-929 และต่อมายังได้สังเคราะห์อนุภาค PMMA ที่มี chitosan อยู่ที่ผิว ซึ่ง chitosan นอกจากจะทำหน้าที่เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ย่อยสลายได้แล้ว ยังมีสมบัติเป็น antibacteria อีกด้วย

งานวิจัยอีกส่วนหนึ่งเป็นการพัฒนาการเตรียมถุงมือยางธรรมชาติเพื่อใช้ทางการแพทย์ให้มีโครงสร้างเป็น 3 ชั้น คือ มีชั้นของแคปซูลของพอลิเมอร์ที่ห่อหุ้มยาฆ่าเชื้อโรค แทรกอยู่ระหว่างชั้นของฟิล์มยาง โดยได้ศึกษาผลของชนิดและน้ำหนักโมเลกุล (molecular weight; MW) ของพอลิเมอร์ที่ห่อหุ้มแคปซูลต่อประสิทธิภาพการกักเก็บยา รวมทั้งได้เตรียมอนุภาคคอมพอลิเมอร์โดยใช้เทคนิค heterocoagulation ติดอนุภาคยางสกิน (skim)

ที่พรีวัลคาไนซ์ด้วย sulphur รอบแคปซูลของพอลิเมอร์ที่บรรจุยา ให้มีโครงสร้างเป็น core-shell ก่อนจะนำไปติดลงบนฟิล์มยางเพื่อเตรียมถุงมือที่มี 3 ชั้น ดังกล่าว

### 1.1.1 การเตรียมถุงมือที่มีแรงเสียดทานต่ำด้วยการติดอนุภาค PMMA

- 1) สังเคราะห์อนุภาค PMMA ให้มีขนาดต่างๆกัน แล้วนำไปติดลงบนแผ่นฟิล์ม NR ชนิดที่พรีวัลคาไนซ์ (prevulcanize) ด้วย sulphur หรือ SPNR ผลของการศึกษาขนาดอนุภาคและการกระจายของขนาดอนุภาค พบว่า การใช้ PMMA ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ผสมกับอนุภาคขนาดเล็กทำให้ประสิทธิภาพในการลด surface friction ของแผ่นยางเพิ่มขึ้นมาก เนื่องจากอนุภาคขนาดเล็กเข้าไปแทรกกระหว่างช่องว่างของอนุภาค ทำให้อนุภาคขนาดใหญ่กระจายได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าอนุภาคผสมสามารถปกคลุมบนพื้นผิวของแผ่นยางได้ดี จึงได้ทำการสกัดแผ่นยาง SPNR ที่ปรับแต่งแล้ว เมื่อนำสารสกัดไปทดสอบ cytotoxicity พบว่า ที่ความเข้มข้นของสารสกัด <13% ให้ผล negative กล่าวคือ ไม่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของ L929 cells ในขณะที่สารสกัดจากแผ่นยาง SPNR ให้ผล positive (เอกสารแนบ 5.1.4, 5.1.5)
- 2) งานที่กำลังดำเนินการ คือ การนำ chitosan ซึ่งเป็น polysaccharide ที่ biodegradable มาเป็น stabilizer ในการเตรียมอนุภาค PMMA เพื่อลด surface friction ของแผ่นยางหลังการติดด้วยอนุภาค PMMA ดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยที่ chitosan เป็น polycationic biomaterial ที่มีสมบัติด้านเชื้อแบคทีเรีย จึงคาดว่าสามารถติดอนุภาคพอลิเมอร์คอมพอสิตบนแผ่นยางที่มีประจุลบได้โดยตรงเช่นเดียวกับการติดอนุภาค PMMA ที่มี polyethyleneimine อยู่ที่ผิว (เอกสารแนบ 5.1.2) แล้วทำให้ได้ฟิล์มยางที่มีความเสียดทานต่ำ และด้านเชื้อแบคทีเรียด้วยกระบวนการที่มีขั้นตอนน้อยลง (เอกสารแนบ 5.1.16)

### 1.1.2 การเตรียมถุงมือทางการแพทย์ที่บรรจุแคปซูลของยาม่าเชื้อโรค

- 1) สังเคราะห์ poly(methyl acrylate) (PMA) ที่มี MW ต่างๆ แล้วนำมาเตรียมเป็นแคปซูลห่อหุ้ม disinfectant agent (chlorhexidine digluconate; CHD) โดยใช้เทคนิค controlled polymer nanoprecipitation ศึกษาผลของ MW ของ PMA ต่อประสิทธิภาพการกักเก็บ CHD แล้วนำแคปซูลที่เตรียมจาก PMA ที่มีค่า MW สูง (550K) ซึ่งกักเก็บ CHD ได้มากกว่า 90% ไปติดลงบนแผ่นฟิล์มยางที่เตรียมจากน้ำยางที่พรีวัลคาไนซ์ด้วยรังสี gamma โดยใช้สารละลาย  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  เป็น coagulant แล้วจึงขึ้นรูปเป็นฟิล์มยางปิดทับชั้นของแคปซูลอีกชั้นหนึ่ง ได้ตัวอย่างของถุงมือยางที่มี 3 ชั้น ซึ่งได้นำไป characterize ศึกษา morphology และวัด mechanical properties พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ส่งผลให้ความหนาของแผ่นยาง 3 ชั้น และ tensile strength มีค่าเพิ่มขึ้น (เอกสารแนบ 5.1.1, 5.1.6, 5.1.9)
- 2) เพื่อเตรียมถุงมือแพทย์แบบ 3 ชั้น แต่ละขั้นตอนการเตรียมลง ได้ใช้ PMA เตรียมแคปซูลของ CHD แล้วใช้เทคนิค heterocoagulation ติดอนุภาคยางสกิมที่พรีวัลคาไนซ์ด้วย sulphur ล้อมรอบแคปซูลของ CHD-PMA ให้มีโครงสร้างเป็น core-shell แล้ว characterize ก่อนจะนำไปติดลงบนแผ่นฟิล์มของยาง ซึ่งอนุภาคยางสกิมเมื่อแห้งก็จะเกิดเป็นฟิล์มยางธรรมชาติคลุมชั้นของแคปซูลของ CHD แล้วจึงจะทดสอบประสิทธิภาพของถุงมือที่เตรียมขึ้นต่อไป (เอกสารแนบ 5.1.7, 5.1.8)

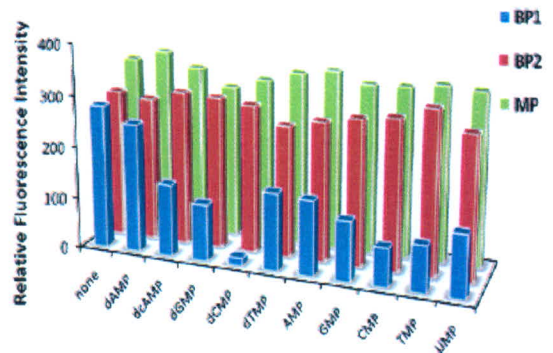
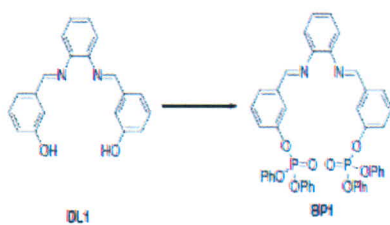
## 1.2 การสังเคราะห์สารฟลูออเรสเซนต์เพื่อพัฒนาเป็นเซนเซอร์โดยมีพอลิเมอร์เป็นตัวรองรับ

ดร. สรวง สมานหมู่ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ  
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

งานวิจัยส่วนนี้เป็นการสังเคราะห์สารอินทรีย์เพื่อพัฒนาเป็นเคมีคอลเซนเซอร์ ซึ่งแบ่งเป็นประเภทที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณฟลูออเรสเซนต์หรือเปลี่ยนสี เมื่อเกิด interaction กับสารที่ต้องการวิเคราะห์ (analyte) เช่น นิวคลีโอไทด์ (dCMP) โลหะไอออน ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) กรดอะมิโน (L-arginine) และ DNA โดยทำการสังเคราะห์พอลิเมอร์เซนเซอร์ที่ใช้พอลิเมอร์เป็นตัวรองรับ ส่งผลให้เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดมี sensitivity เพิ่มขึ้น

### 1.2.1 การพัฒนาเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดสารนิวคลีโอไทด์

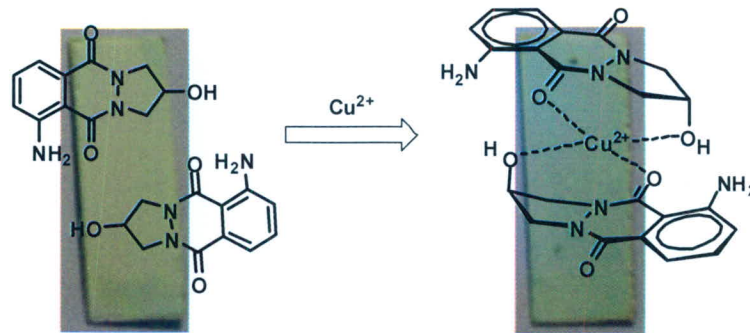
สังเคราะห์อนุพันธ์ใหม่ของไดอิมินลิแกนด์ ได้แก่ BP1 จากการทำปฏิกิริยา phosphorylation ไดอิมินลิแกนด์ (DL1) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นกับ diphenylchlorophosphate โดยคาดว่าเซนเซอร์ BP1 จะมีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงสัญญาณฟลูออเรสเซนต์เมื่อทำปฏิกิริยากับสารนิวคลีโอไทด์ ผ่านกระบวนการ phosphorus-phosphorus coupling และเกิด intermolecular hydrogen bonding ซึ่งเมื่อทดสอบเซนเซอร์ BP1 ด้วยสารนิวคลีโอไทด์โมโนฟอสเฟตชนิดต่างๆ พบว่า สัญญาณฟลูออเรสเซนต์ของ BP1 ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเติมสาร deoxycytidine monophosphate (dCMP) (รูปที่ 1.2.1) (เอกสารแนบ 5.1.11) ซึ่งสัญญาณฟลูออเรสเซนต์ของ BP1 คับลงอย่างสมบูรณ์เมื่อเติม  $2.5 \times 10^{-4}$  M ของ dCMP จากการคำนวณด้วยวิธี Job's plot analysis พบว่า อัตราส่วนในการจับตัวระหว่างเซนเซอร์ BP1 กับสาร dCMP มีค่า 1 ต่อ 1 และผลจากการศึกษาด้วย computer modeling บ่งชี้ว่าเป็นการจับกันด้วย intermolecular bonding



รูปที่ 1.2.1

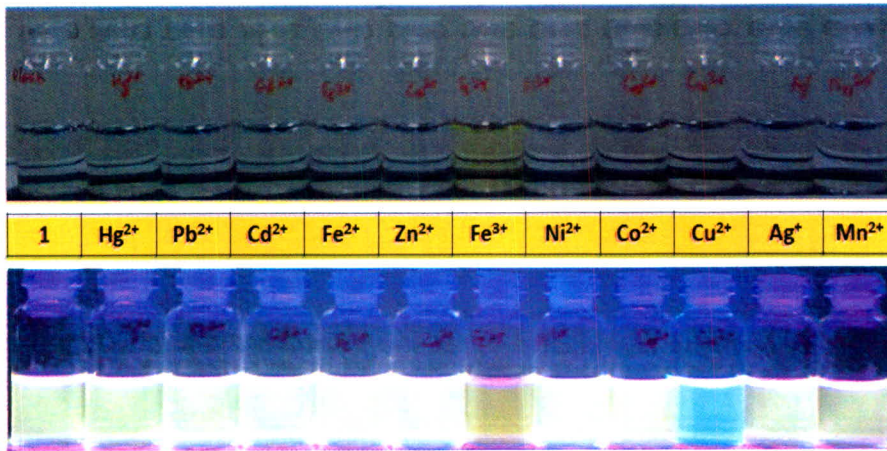
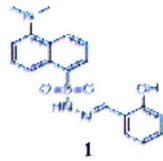
### 1.2.2 การพัฒนาเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดโลหะไอออน

สังเคราะห์สารอนุพันธ์ของ luminol โดยการทำปฏิกิริยาระหว่างสารเรืองแสง luminol กับ epichlorohydrin ได้สารชนิดใหม่ที่ชื่อว่า pyrazolidine luminol (PL) เมื่อตรวจสอบความจำเพาะกับโลหะชนิดต่างๆ พบว่า สารดังกล่าวเป็นเซนเซอร์สำหรับตรวจวัด  $\text{Cu}^{2+}$  กล่าวคือ เมื่อเติม  $\text{Cu}^{2+}$  ลงไปในสารละลาย PL สารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองอ่อนไปเป็นสีเขียวเข้ม ซึ่งสีจะเข้มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ  $\text{Cu}^{2+}$  โดยเมื่อวัดด้วยเทคนิค UV/vis spectroscopy พบ peak ที่ 425 nm เกิดขึ้นใหม่ใน spectrum ของ PL และเมื่อศึกษาอัตราส่วนในการจับกันระหว่าง PL กับ  $\text{Cu}^{2+}$  ด้วยเทคนิค Mass spectrometry พบว่า PL และ  $\text{Cu}^{2+}$  จับตัวกันในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 ต่อมาได้ตรึงเซนเซอร์ PL บนแผ่นซิลิกาเพื่อใช้พัฒนาเป็นชุดตรวจสอบแบบแผ่นสำหรับ  $\text{Cu}^{2+}$  พบว่า สามารถตรวจ  $\text{Cu}^{2+}$  ในน้ำได้ในปริมาณที่ต่ำถึง 2 ในล้านส่วน (ppm) (รูปที่ 1.2.2) (เอกสารแนบ 5.2.3)



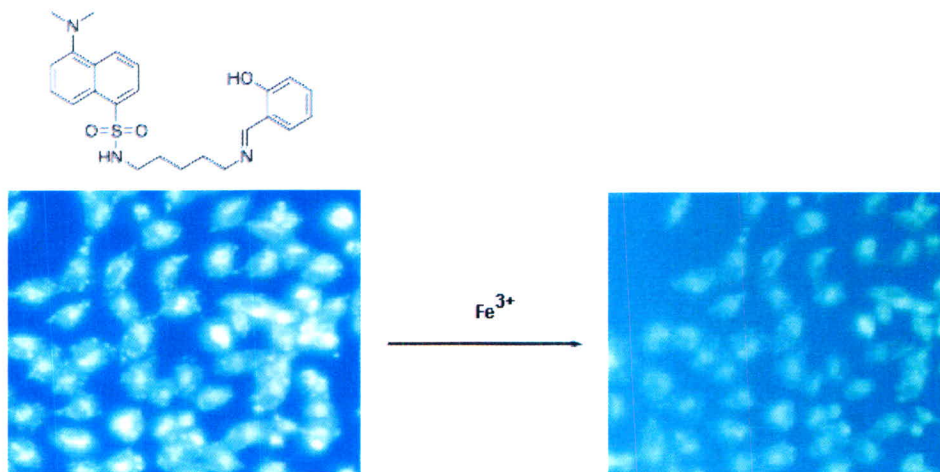
รูปที่ 1.2.2

นอกจากนี้ยังได้สังเคราะห์สารอนุพันธ์ dansyl hydrazine-salicylaldehyde (1) เป็นเซนเซอร์ แล้วนำมาตรวจหาความจำเพาะกับโลหะหนักชนิดต่างๆ จากผลการทดลอง พบว่า เซนเซอร์ 1 มีการตอบสนองอย่างจำเพาะกับ  $\text{Cu}^{2+}$  โดยภายใต้แสง UV สารละลายเซนเซอร์ 1 ที่มีการเติม  $\text{Cu}^{2+}$  จะเกิดการเปลี่ยนสัญญาณฟลูออเรสเซนซ์จากสีเหลืองไปเป็นสีเขียว เมื่อใช้เทคนิค Job's plot analysis ทำให้สามารถคำนวณอัตราส่วนในการจับตัวกันได้ระหว่างเซนเซอร์ 1 กับ  $\text{Cu}^{2+}$  ในอัตราส่วน 1:1 และพบว่า เซนเซอร์ 1 สามารถตรวจวัด  $\text{Cu}^{2+}$  ได้ต่ำถึง 0.6 ppm (รูปที่ 1.2.3) (เอกสารแนบ 5.2.2)



รูปที่ 1.2.3

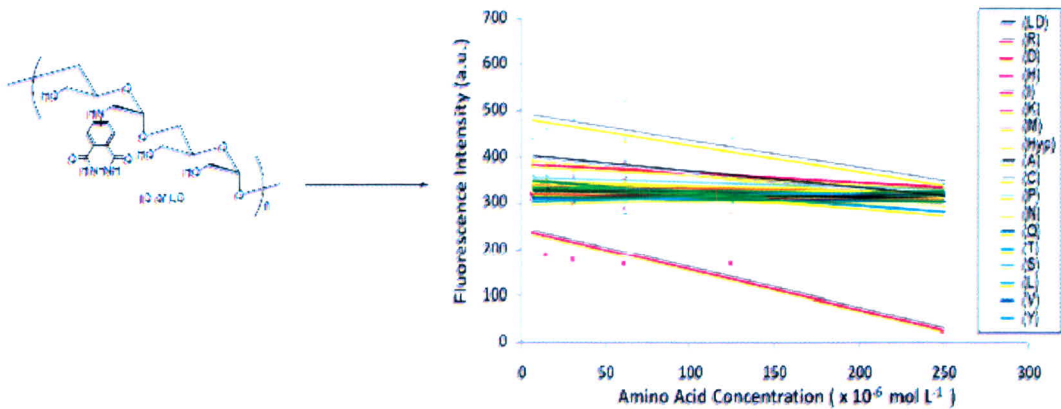
สำหรับการตรวจจับ Fe<sup>3+</sup> อย่างจำเพาะ ได้สังเคราะห์ 2-hydroxy benzyl cadaverine (DNSCH) ขึ้น เพื่อเป็นเคมีคอลเซนเซอร์ประเภทที่ดัดสัญญาณฟลูออเรสเซนส์ ซึ่ง DNSCH สามารถผ่านเมมเบรนเข้าไป จับกับ Fe<sup>3+</sup> ในเซลล์ได้อีกด้วย (รูปที่ 1.2.4) (เอกสารแนบ 5.1.12)



รูปที่ 1.2.4

### 1.2.3 การสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่ละลายน้ำได้สูง สำหรับตรวจวิเคราะห์ L-arginine

เพื่อเพิ่ม sensitivity ของเซนเซอร์ในการตรวจวิเคราะห์สารชีวภาพที่มีความเข้มข้นต่ำๆ จึงได้สังเคราะห์พอลิเมอร์ที่ละลายน้ำได้สูงจากอนุพันธ์ของพอลิเมอร์ dextran ที่มีสารเรืองแสง luminol ติดอยู่ (LD) แล้วใช้ตรวจวิเคราะห์กรดอะมิโนโดยวิธีการดับสัญญาณฟลูออเรสเซนซ์ ผลจากการทดสอบกับกรดอะมิโนหลายชนิด พบว่า พอลิเมอร์ที่ละลายน้ำได้สูง LD ตอบสนองอย่างจำเพาะกับ L-arginine โดยเมื่อความเข้มข้นของกรดอะมิโนดังกล่าวเพิ่มขึ้นถึง  $50 \times 10^{-5}$  M สัญญาณฟลูออเรสเซนซ์ของพอลิเมอร์ที่ละลายน้ำได้สูง LD ได้ดับลงอย่างสมบูรณ์ สาเหตุคาดว่ามาจากการจับตัวอย่างจำเพาะระหว่างส่วนของตัวรองรับ dextran กับกรดอะมิโน L-arginine ก่อนที่จะเหนี่ยวนำให้เกิดกระบวนการ Photo-induced electron transfer (PET) ไปยังส่วนของสารเรืองแสง luminol ที่ติดอยู่บนตัวรองรับ dextran จนเกิดการดับสัญญาณในที่สุด (รูปที่ 1.2.5) (เอกสารแนบ 5.1.15)



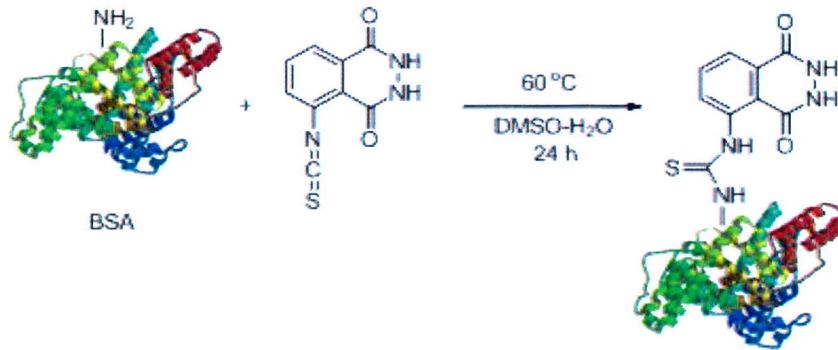
Excitation wavelength ( $\lambda_{ex}$ ) = 275 nm. Where LD = luminol dextran conjugate; R = L-Arginine; D = L-Aspartic acid; H = L-Histidine; I = L-Isoleucine; K = L-Lysine; M = L-Methionine; Hyp = L-Hydroxyproline; A = L-Alanine; C = L-Cysteine; P = L-Proline; N = L-Asparagine; Q = L-Glutamine; T = L-Threonine; S = L-Serine; L = L-Leucine; V = L-Valine; Y = L-Tyrosine.

รูปที่ 1.2.5

### 1.2.4 การพัฒนาชุดตรวจโปรตีน และ DNA

การพัฒนาวิธีการตรวจหาโปรตีน และ DNA บนแผ่น solid-phase membrane ด้วยเทคนิค chemiluminescence จำเป็นต้องมีการพัฒนาหัวตรวจที่มีความไวสูง โดยการติดสารติดฉลากเรืองแสงที่สังเคราะห์ขึ้น ได้แก่ isothiocyanate luminol (ITL) ซึ่งเมื่อนำไปทดสอบการเรืองแสง พบว่า สามารถคงการเรืองแสงได้ดี และสามารถติดฉลากไปยังโปรตีน bovine serum albumin (BSA) ได้ ซึ่งใช้เป็นหัวตรวจเรืองแสงที่มีความไวสูงในระบบตรวจโปรตีน และ DNA บนแผ่น solid-phase membrane ด้วย

เทคนิค chemiluminescence และกำลังพัฒนาเพื่อใช้ตรวจแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคต่อไป (รูปที่ 1.2.6) (เอกสารแนบ 5.1.13)



รูปที่ 1.2.6

## 1.2 การเตรียมและตรวจสอบสมบัติพอลิเมอร์ผสมแบบกึ่งสอดไข้วจากยางธรรมชาติ/ พอลิสไตรีน และเซลลูโลส (เอกสารแนบ 5.2.4, 5.2.5, 5.3.4)

**ผศ. ดร. สอาด ริยะจันทร์**

**คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

งานวิจัยส่วนนี้ เป็นการศึกษาการเตรียมและสมบัติของพอลิเมอร์ผสมจากยางธรรมชาติ (NR) กับโพลีของพอลิสไตรีน (PSF) ให้มีโครงสร้างร่างแหแบบกึ่งสอดไข้ว (semi-IPNs) แล้วเสริมแรงด้วยเส้นใยเซลลูโลสที่ได้จากใบอ้อยและใบข้าวโพด เพื่อนำมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุประเภทไม้เทียม เช่น ทำกรอบรูป เป็นต้น

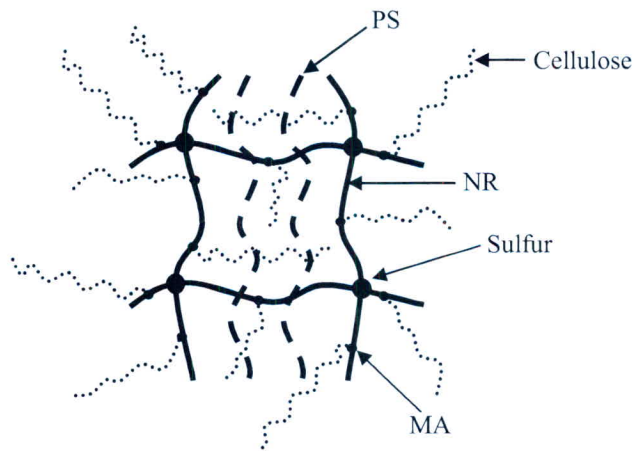
ในขั้นตอนการเตรียมเส้นใยเซลลูโลส ได้ใช้เทคนิค ATR-FTIR ยืนยันการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญ คือ hydroxy group ที่  $3420\text{ cm}^{-1}$  และ C-O-C ของ  $\beta$ -1,4-glycosidic bond ที่  $1046\text{ cm}^{-1}$  และใช้เทคนิค solid-state  $^{13}\text{C}$  NMR แสดง chemical shift ของ hydroxy group ที่ 64.8 และ 72 ppm และ C-O-C ของ  $\beta$ -1,4-glycosidic bond ที่ 103 ppm ความเป็นอสัณฐานและผลึกของเส้นใยเซลลูโลสยืนยันด้วย peaks ที่ 82.6 และ 88.1 ppm รวมทั้งค่า  $2\theta$  ที่ได้จากการใช้เทคนิค XRD เมื่อศึกษาขนาดอนุภาคและลักษณะสัณฐานวิทยา (morphology) พบว่า เส้นใยเซลลูโลสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ  $40\text{ }\mu\text{m}$  ผลการทดสอบโดยใช้เทคนิค TGA แสดงว่า เส้นใยมีความทนทานต่อความร้อนมากถึง  $390^{\circ}\text{C}$  จากการศึกษาการย่อยสลายทางชีวภาพในดินของเส้นใย พบว่า เซลลูโลสที่เตรียมด้วย  $\text{HClO}_4$  สามารถย่อยสลายเองได้ดีที่สุด และมีร้อยละการย่อยสลายเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

จากนั้นได้เตรียมน้ำยางธรรมชาติที่ prevulcanize ด้วย sulphur (SPNR) และสารละลาย PSF ใน styrene กับ MMA monomers ก่อนจะคัดแปรโครงสร้างของ SPNR ด้วยการ graft ด้วย maleic anhydride (MA) ร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก ได้เป็น M-SPNR จากการตรวจสอบด้วยเทคนิค ATR-FTIR ปรากฏหมู่ฟังก์ชันของกลุ่ม carbonyl และ anhydride ที่  $1780\text{-}1784\text{ cm}^{-1}$  และ  $1854\text{ cm}^{-1}$  ตามลำดับ ผลการศึกษาค่าความต้านทานแรงดึง ค่า modulus

ค่า hardness และค่าระยะยืดของ M-SPNR พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ MA เพิ่มขึ้น และสามารถทนต่อความร้อนได้สูงกว่า SPNR นอกจากนี้ ยังพบว่า M-SPNR มีค่าความต้านทานต่อตัวทำละลายและร้อยละการสกัดลดลง แต่มีค่า %grafting เพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณ MA เพิ่มขึ้น โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นผลึกมากกว่า SPNR 1.7 เท่า จากการศึกษาด้วยเทคนิค TGA พบว่า M-SPNR มีช่วงการเริ่มเสื่อมสลายทางความร้อนก่อน SPNR แต่มีช่วงการทนต่อการเสื่อมสลายทางความร้อนสูงกว่า และสามารถทนความร้อนได้สูงถึงอุณหภูมิ 450°C รูปจาก SEM แสดงว่า M-SPNR ที่ได้จะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันหรือเป็นเฟสที่ต่อเนื่องกัน และมีลักษณะเหมือนกับ SPNR

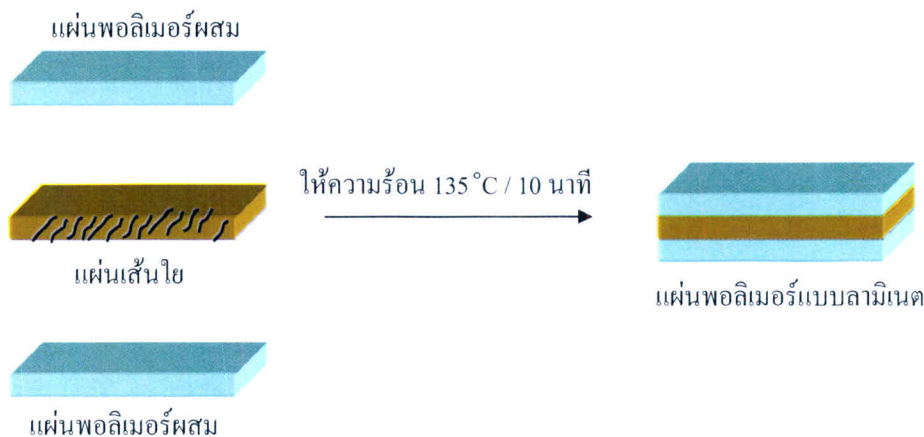
ในการศึกษาการดัดแปรโครงสร้างของ M-SPNR ด้วยเส้นใยเซลลูโลส (M-SPNR-g-cellulose) สามารถยืนยันโครงสร้างทางเคมีของ M-SPNR-g-cellulose ด้วยเทคนิค ATR-FTIR และ solid state <sup>13</sup>C-NMR พบว่า อัตราส่วนการบวมตัว (swelling ratio) ของ M-SPNR-g-cellulose มีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณเซลลูโลสและ MA เพิ่มขึ้น ค่า modulus และ hardness ของพอลิเมอร์ผสมสูงขึ้น เมื่อปริมาณเซลลูโลสเพิ่มขึ้น โดยพอลิเมอร์ผสมมีสมบัติต้านทานความร้อนที่ 90°C ได้ดี อย่างไรก็ตาม ค่าความต้านทานแรงดึงและสมบัติการยืดตัวของพอลิเมอร์ผสมมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับ SPNR ภาพจาก SEM แสดงว่า เซลลูโลสมีการกระจายตัวได้ดีในเมทริกซ์

ส่วนการดัดแปรโครงสร้างของ PSF ด้วย MA (M-PSF) พบว่า ปริมาณ MA ที่เหมาะสมในการเตรียม M-PSF คือ 6% โดยน้ำหนัก สามารถยืนยัน grafting ของ M-PSF ด้วยเทคนิค ATR-FTIR ของ peaks ที่ 1786 และ 1860 cm<sup>-1</sup> และจาก <sup>1</sup>H NMR พบสัญญาณที่ 5.2 และ 5.8 ppm นอกจากนี้ยังพบว่า M-PSF ไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับ toluene และอัตราส่วนการบวมตัวและร้อยละการสกัดมีแนวโน้มลดลงเมื่อ MA เพิ่มขึ้น แต่ %grafting ค่าการทนแรงกระแทก ค่าความต้านทานแรงดึง ค่าความต้านทานการฉีกขาด ค่าระยะยืด และค่า modulus ของ M-PSF มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความแข็งแรงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ จากการศึกษสมบัติทางความร้อน พบว่า M-PSF สามารถทนความร้อนได้สูงกว่า และมีค่า glass transition temperature (Tg) สูงกว่า PSF โดยมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ และสามารถยืนยันการเกิดโครงสร้างแบบ semi-IPNs ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลาย และนำส่วนที่ละลายออกมาไปตรวจสอบหาหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญ รูปที่ 1.3.1 แสดงแบบจำลองการเกิดพอลิเมอร์ผสม โดย MA เป็นสารเชื่อมขวางและเส้นใยเซลลูโลสจากใบข้าวโพดเป็นสารเสริมแรง



รูปที่ 1.3.1 แบบจำลองพอลิเมอร์ผสมแบบโครงสร้างร่างแหพอลิเมอร์แบบ semi-IPNs

ส่วนสุดท้ายเป็นการปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมได้ ด้วยการเติมปูนปลาสเตอร์ และสารบอแรกซ์ พบว่า สมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมที่เติมปูนปลาสเตอร์ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก มีค่าสมบัติเชิงกลที่ดีที่สุด อัตราการเผาไหม้มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณสารบอแรกซ์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้พอลิเมอร์ผสมยังสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ *Escherichia coli* ATCC 25922 ได้ จากนั้นได้ทำการลามิเนตด้วยกระบวนการทางกล (รูปที่ 1.3.2) โดยนำแผ่นพอลิเมอร์ผสมปูนปลาสเตอร์ 2 แผ่น ประกบแผ่นเส้นใยที่เคลือบด้วยน้ำยา SPNR และทาด้วยกาวยาง ATM แบบ special adhesive ทั้งสองด้าน ก่อนจะขึ้นรูปด้วยกระบวนการอัดเบ้าที่ 135°C เป็นเวลา 5 นาที พ่นแผ่นลามิเนตหลังจากการอัดเบ้าด้วยสปรีย์เคลือบเงาแล้วตากแดดให้แห้ง แล้วศึกษาสมบัติด้านต่างๆ ของแผ่นลามิเนตที่ได้



รูปที่ 1.3.2 โมเดลการเตรียมพอลิเมอร์ผสมแบบลามิเนต

\*\*\*\*\*

โครงการย่อยที่ 2

**รศ. ดร. ปกรณ์ โอภาประกาศิต**  
**สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร (SIIT)**  
**มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์**

**การพัฒนาวัสดุควบคุมการปลดปล่อยยาในรูปแบบนาโนไฟเบอร์โดยใช้พอลิแลคไทด์และอนุพันธ์**

Poly lactide (PLA) เป็น aliphatic polyester ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากสมบัติการสลายตัวได้ ความเข้ากันได้กับร่างกาย และสามารถสังเคราะห์ได้จากแหล่งวัตถุดิบหมุนเวียน ตัวอย่างการนำมาใช้ประโยชน์ เช่น บรรจุภัณฑ์ วัสดุทางการแพทย์ วัสดุทางชีวการแพทย์ เช่น drug controlled-release materials, วัสดุคูกแต่งแผล scaffold เป็นต้น ซึ่งในการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันก็ต้องการพอลิเมอร์ที่มีสมบัติแตกต่างกัน โดยการปรับแต่ง PLA นั้นสามารถทำได้โดยการเตรียมเป็น copolymer เช่น poly(lactide-co-ethylene glycol), poly(L-lactide-co-DL-lactide), poly(lactide-co-ethylene terephthalate) หรือ poly(lactide-grafted chitosan) เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถเตรียมเป็นพอลิเมอร์ผสม เช่น PLA/natural rubber (NR) blend

สำหรับการใช้ในทางชีวการแพทย์นั้นมีการเตรียมวัสดุพอลิเมอร์ให้อยู่ในหลายรูปแบบ เช่น เส้นใยนาโน (nanofibers) หรือเตรียมเป็นอนุภาคนาโนที่มีสมบัติความเป็นแม่เหล็ก (magnetic nanoparticle; MNP) แล้วเคลือบผิวด้วยพอลิเมอร์ หรือการนำพอลิเมอร์ทางชีวภาพมาใช้ในการปรับปรุงสมบัติพื้นผิวของวัสดุทางการแพทย์อื่น เช่น ยาง NR เพื่อใช้เป็นถุงมือทางการแพทย์ ถุงมือสำหรับผู้แพ้ยางธรรมชาติ หรือแผ่นปิดแผลที่มีสมบัติในการปลดปล่อยยา รวมทั้งยังสามารถใช้เทคนิค plasma ในการปรับปรุงสมบัติพื้นผิวของพอลิเมอร์ได้

### 2.1 การสังเคราะห์ *poly(L-lactide)-based copolymers* และการเตรียม *nanofibers*

สังเคราะห์ poly(L-lactide) (PLA) ที่มี MW ~40,000 โดยปฏิกิริยา ring-opening polymerization และสังเคราะห์ poly(lactide-co-ethylene glycol) triblock copolymer จาก poly(ethylene glycol) (PEG) ที่มี MW ต่างกัน คือ 600, 2,000 และ 4,000 กับ lactic acid (LA) monomer โดยใช้อัตราส่วนโมล LA/PEG เป็น 98:2 และ 95:5 ตามลำดับ ได้ triblock copolymer ที่มี MW ในช่วงตั้งแต่ 5,000 – 20,000 จากนั้นจึงศึกษาการเตรียม nanofiber ของ poly(L-lactide) และ PLA-co-PEG copolymers ที่สังเคราะห์ได้ โดยใช้เทคนิค electrospinning เริ่มจากการหาสภาวะที่เหมาะสมในการฉีดสารละลายพอลิเมอร์ การเปลี่ยนแปลงชนิดของตัวทำละลาย ความเข้มข้น และความต่างศักย์ไฟฟ้า พบว่า สามารถเตรียม nanofiber ของ PLA และ PLA-co-PEG copolymers ที่สมบูรณ์ได้โดยใช้ DMF/THF mixed solvent (เอกสารแนบ 5.3.1, 5.3.2, 5.4.2)

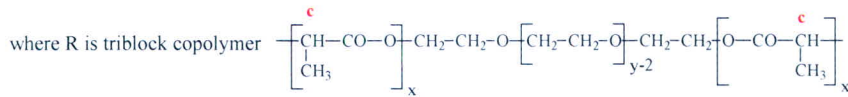
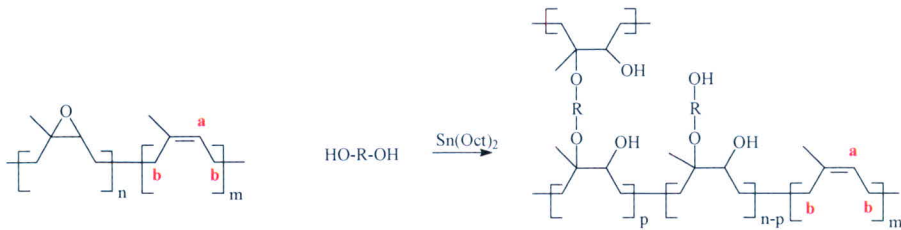
### 2.2 การสังเคราะห์และศึกษาโครงสร้างผลึก *interaction* ของ *poly(DL-lactide) copolymers*

สังเคราะห์ poly(DL-lactide) (PDLLA<sub>x</sub>) copolymers ที่มี DL content ต่างๆกัน ตั้งแต่ 2-50% โดยปฏิกิริยา ring-opening polymerization แล้วตรวจสอบสมบัติ พบว่า สมบัติเชิงกลของ copolymer ขึ้นกับอัตราส่วน DL-lactide/L-lactide ในสายโซ่โมเลกุล แล้วเตรียม nanofiber ของ PDLLA<sub>x</sub> โดยใช้เทคนิค electrospinning หาสภาวะที่เหมาะสมในการฉีดสารละลายพอลิเมอร์ โดยเปลี่ยนแปลงชนิดของตัวทำละลาย ความเข้มข้น และความต่างศักย์ไฟฟ้า พบว่า สามารถเตรียม nanofiber ของ poly(DL-lactide) ที่มีสมบัติและฐานวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะลักษณะความเป็นรูพรุน จากนั้นจึงศึกษา interaction สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล ตลอดจนลักษณะโครงสร้างการจัดเรียงตัวของสายโซ่ของ PDLLA<sub>x</sub> ที่มี D/L-lactide composition ในสายโซ่ที่แตกต่างกัน (เอกสารแนบ 5.4.3)

### 2.3 การใช้ *PLA-PEG-PLA triblock copolymer* เป็น *curing agent* สำหรับ *Epoxidized NR*

สังเคราะห์ poly(lactide-co-ethylene glycol) block copolymer ที่มีสมบัติ biodegradable/biocompatible จาก poly(ethylene glycol) ที่มี MW 2,000 และ LA monomer ได้เป็น PLA-PEG-PLA triblock copolymer ที่มีความยาวสายโซ่ PLA<sub>46</sub>-PEG<sub>46</sub>-PLA<sub>46</sub> จากนั้นจึงนำ copolymer ซึ่งมีหมู่ปลายทั้ง 2 ข้างเป็น OH มาใช้เป็น crosslinking agent สำหรับ Epoxidized natural rubber (ENR) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์

ยางที่มีสมบัติเชิงกลที่ดี และมีสมบัติการย่อยสลายได้ โดยการใส่ปฏิกิริยาระหว่าง epoxide ของ ENR กับ OH end-group ของ block copolymer ดังภาพ



เมื่อตรวจสอบโครงสร้างผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายที่มีขั้วต่างกัน คือ THF และ toluene แล้วนำส่วนที่สกัดได้มาศึกษาโครงสร้างเคมี โดยเทคนิค <sup>1</sup>H-NMR และ FTIR และวัดค่า swelling ratio ใน toluene เพื่อตรวจสอบ crosslink density ศึกษาสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้ พบว่ามี tensile strength, elongation at break และ modulus ที่ใกล้เคียงกับยางตัวอย่างอื่นที่ vulcanize ด้วยเทคนิคมาตรฐาน ศึกษาสมบัติการส่งผ่าน gas ของฟิล์มที่เตรียมจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ พบว่า water vapor, oxygen, carbon dioxide permeability ของชิ้นงานมีความสัมพันธ์กับปริมาณ ENR/copolymer ที่ใช้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ใน membrane applications ได้ ทำการพัฒนากระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์ยาง ENR และ PLA/PEG copolymer ดังกล่าว โดยเทคนิค reactive blend เพื่อประยุกต์ใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม ศึกษาหลักการ crosslink แบบ *in situ* โดยใช้ Rheometer และตรวจสอบ thermal stability ของผลิตภัณฑ์ที่ได้ (เอกสารแนบ 5.1.14, 5.4.4)

#### 2.4 การพัฒนา *polymer-coated magnetic nanoparticles* โดยประยุกต์ใช้ *polylactide copolymers*

สังเคราะห์ poly(lactide-grafted-chitosan) แล้วตรวจสอบสมบัติโดยเทคนิค NMR, GPC, TGA, DSC และ FTIR spectroscopy จากนั้นจึงเตรียม MNP โดยเทคนิค chemical coprecipitation แล้วเคลือบผิวด้วย poly(lactide-grafted-chitosan) ที่สังเคราะห์ได้ โดยไม่ต้องใช้ surfactant ชนิดอื่น ศึกษาผลของอัตราส่วนของ MNP และ poly(lactide-grafted-chitosan) ต่อขนาดและสมบัติของ nanoparticles ที่เตรียมได้ แล้วทำการ encapsulate ยา naproxen เพื่อใช้ประโยชน์ทางด้าน drug-controlled release materials โดยศึกษาผลของอัตราส่วนของ MNP และ poly(lactide-grafted-chitosan) ต่อขนาดและสมบัติของ nanoparticles (เอกสารแนบ 5.4.6)

นอกจากนั้น ยังเตรียม MNP ที่ stabilize ด้วย oleic acid (OA) จากนั้นจึงเคลือบผิวด้วย poly(lactide-co-ethylene glycol) block copolymer (PLA-EG) ศึกษาผลของอัตราส่วนของ MNP:OA:PLA-EG ต่อขนาดและสมบัติของ nanoparticles ที่เตรียมได้ แล้วทำการ encapsulate ยา

naproxen เพื่อใช้ประโยชน์ทางด้าน drug-controlled release materials โดยศึกษาผลของอัตราส่วนของ MNP:OA:PLA-EG และ naproxen ต่อขนาดและสมบัติของ nanoparticles แล้วศึกษา morphology และ interactions ของ naproxen-encapsulated nanoparticles (เอกสารแนบ 5.4.5)

## 2.5 การสังเคราะห์ ตรวจสอบสมบัติและประยุกต์ใช้ประโยชน์ *aliphatic aromatic copolyesters*

สังเคราะห์ Lactic acid-co-ethylene terephthalate จากสารตั้งต้นที่เป็น acid 2 ชนิด คือ dimethyl terephthalate และ lactic acid กับ diols 4 ชนิด คือ ethylene glycol, propylene diol, propane glycol และ butane diol โดยใช้ปฏิกิริยา polycondensation และตัวเร่งปฏิกิริยา คือ Tin (II) octoate แล้วตรวจสอบสมบัติด้วยเทคนิค NMR, DSC, FTIR, TGA และ GPC จากนั้นจึงศึกษาสมบัติความเข้ากันได้ (miscibility) ของ Lactic acid-co-ethylene terephthalate ที่ได้กับพอลิเมอร์ทางการค้าชนิดอื่น เพื่อปรับแต่งสมบัติเชิงกลและทางกายภาพของ copolymer ที่สังเคราะห์ได้ ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้กว้างขึ้น แต่ยังคงความสามารถในการย่อยสลายในระดับที่เหมาะสม พัฒนาระบบการผลิต และเครื่องต้นแบบการผลิตวัสดุควบคุมและปลดปล่อยสารอาหารของพืช คือ ยูเรีย จาก Lactic acid-co-ethylene terephthalate ที่สังเคราะห์ได้ โดยเทคนิคการพ่นสารละลายพอลิเมอร์เคลือบบนยูเรีย และเทคนิคการเตรียมเป็น microsphere แล้วศึกษากลไกการปลดปล่อยสารยูเรียของวัสดุที่ผลิตได้ (เอกสารแนบ 5.4.5, 5.4.6)

\*\*\*\*\*

### โครงการย่อยที่ 3

**ดร. สุภา วิเศษรัฐ / ผศ. ดร. รัฐพร ทองกุม**

**ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล**

งานวิจัยส่วนนี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบการขนส่งยาทางผิวหนัง (transdermal drug delivery; TDD) เป็นทางเลือกใหม่ของการขนส่งยาเข้าสู่ร่างกายนอกจากการรับประทานและการฉีด โดยสนใจ TDD แบบ drug-in-adhesive ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ backing materials มีหน้าที่ในการปกป้องพื้นผิวหนังด้านนอกของ TDD, pressure sensitive adhesive (PSA) ทำหน้าที่ในการยึดติดกับผิวหนังและเป็นส่วนที่มีการกักเก็บยาและส่วนประกอบอื่นๆของยา และ release liner ทำหน้าที่ป้องกัน PSA ซึ่งส่วนนี้จะลอกออกก่อนการติด TDD กับผิวหนัง

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนา backing materials และ PSA โดย backing materials อยู่ด้านนอกของ TDD ซึ่งจะต้องสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมในระหว่างที่ใช้งาน จึงต้องทนต่อสารเคมีและเข้ากันได้กับ excipient เนื่องจากการสัมผัสกันระหว่างชั้นของ backing และ excipient เป็นเวลานานอาจทำให้สารตัวเติม (additives) ละลายออกมาทางชั้นของ backing หรือทำให้เกิดการแพร่ผ่านของ excipient, ยา หรือ penetration enhancer ผ่านชั้นของ backing ออกมาได้ ทั้งนี้ ในการติด TDD กับผิวหนัง อีกปัจจัยหนึ่งที่ควรคำนึงถึง คือ ความสบาย (comfortable) ดังนั้น วัสดุที่นำมาทำเป็น backing ควรมีค่า modulus ต่ำ (flexibility สูง) มีการผ่านของออกซิเจน

(oxygen transmission rate; OTR) ได้ดี แต่มีการจำกัดการผ่านของไอน้ำ (water vapor transmission rate; WVTR) ที่ต่ำ กลุ่มวิจัย พิจารณาแล้วเห็นว่า ยางธรรมชาติ (NR) มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็น backing material เนื่องจากมีความยืดหยุ่นสูงและสามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มบางได้ โดยต้องการศึกษาและปรับปรุง gas permeability โดยเฉพาะ OTR และ WVTR ของ NR เป็นหลัก เนื่องจากมีผลต่ออัตราการ release ของตัวยา สำหรับส่วนที่เป็น PSA พบว่า acrylic based PSA มีความเหมาะสมโดยเป็นหนึ่งในสามของ PSA ที่ใช้ในงานด้าน TDD (silicone based, acrylic based and polyisobutylene based PSAs) ซึ่งมีราคาไม่สูง มีสมบัติที่ดี และใช้กันอย่างกว้างขวาง

### การพัฒนาแผ่นปิดชนิดไวต่อแรงกดที่ทำจากยางธรรมชาติเพื่อประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์

#### 3.1 การพัฒนา backing materials สำหรับแผ่นปิดชนิดไวต่อแรงกด (เอกสารแนบ 5.2.6)

ศึกษาสมบัติของการเป็น backing film ของยาง NR และ NR ที่ผ่านการ pre Vulcanize ด้วยระบบ peroxide/fructose เพื่อใช้ในการทำแผ่นปิดชนิดไวต่อแรงกด ในการปรับแต่งโครงสร้างของ NR นั้น แบ่งเป็นการปรับแต่งโครงสร้างภายในเนื้อยางโดยวิธี epoxidation เพื่อให้ได้ยาง ENR และการปรับแต่งโครงสร้างที่พื้นผิวของแผ่นยางโดยการทำ grafting ด้วยการใช้อ<sub>2</sub> plasma treatment ตามด้วยการจุ่มใน acrylamide (AAm) monomer ได้เป็น NR-g-PAAm โดยสมบัติของการเป็น backing film ที่ศึกษา ได้แก่ Young's modulus อัตราการผ่านของแก๊สออกซิเจน (OTR) อัตราการผ่านของไอน้ำ (WVTR) และการยึดติดกับกาวชนิดไวต่อแรงกดจำพวก acrylate โดยยาง NR ที่ pre Vulcanize เป็นเวลาต่างๆ กัน ก็เพื่อให้ได้ยางที่มีปริมาณการ crosslink ที่ต่างกัน ซึ่งตรวจสอบโดยวัดค่า swelling ratio และติดตามการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของวัสดุด้วย Dynamic Mechanical Analysis (DMA)

จากการทดลอง พบว่า ค่า swelling ratio ลดลงเมื่อเวลาในการ pre Vulcanize เพิ่มขึ้น โดยเริ่มคงที่เมื่อทำการ pre Vulcanize ประมาณ 1 ชั่วโมง ผลของ DMA บ่งชี้ว่า Tg มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ OTR และ WVTR มีค่าลดลง เมื่อเวลาในการ pre Vulcanize เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเชื่อมโยงภายในอนุภาคของยางที่เพิ่มมากขึ้นทำให้สายโซ่โมเลกุลเคลื่อนที่ได้ยากมากขึ้นและ free volume ในอนุภาคยางลดลง เมื่อทดสอบสมบัติต่างๆ พบว่า NR ที่ pre Vulcanize เป็นเวลาต่างๆ มีค่า Young's modulus อยู่ในช่วง 0.5–1.4 MPa ซึ่งใกล้เคียงกับของผิวหนังที่มีค่า 0.1-0.3 MPa ส่วนยาง ENR ที่มี epoxidation 10–40% ซึ่งได้จากการ vary เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ก็ได้ทำการ pre Vulcanize แล้วติดตามการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของวัสดุด้วย DMA พบว่า Tg มีค่าสูงขึ้นเมื่อ %epoxidation เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณของหมู่ออกซิเจนมากขึ้น ทำให้สายโซ่โมเลกุลเคลื่อนที่ได้ยากขึ้น เมื่อ epoxide content สูงขึ้น พบว่าค่า Young's modulus สูงขึ้น และใกล้เคียงกับค่าของผิวหนัง โดยมีค่าสูงสุดไม่เกิน 5 เท่าของค่า ของผิวหนัง ในขณะที่ OTR ลดลง แต่ WVTR สูงขึ้น โดยที่ ENR ที่มี 39 mole % epoxide มีค่า WVTR ใกล้เคียงกับค่าการสูญเสียไอน้ำของผิวหนัง

เมื่อปรับแต่งโครงสร้างทางพื้นผิวของ NR โดยใช้เทคนิค O<sub>2</sub> plasma ส่งผลทำให้พื้นผิวของยางมีความเป็นขรุขระมากขึ้น ซึ่งวัดได้จากค่า contact angle จากนั้นเมื่อติดกับ acrylate monomer พบว่า %weight uptake เริ่มคงที่ ที่ 5% acrylate monomer ในการทดสอบสมบัติของยาง NR-g-PAAm พบว่า

OTR และ MVTR มีค่ามากกว่าของ NR เพียงเล็กน้อย เนื่องจากการปรับแต่งพื้นผิวทำให้ผิวหน้าของแผ่นยางปกคลุมไปด้วยโมเลกุลที่มีขนาดเล็กของ PAAm แต่โมเลกุลภายใน bulk ของยางยังคงเดิม ผลจากการวัดด้วย ATR-FTIR กล่าวได้ว่า ความลึกของการปรับแต่งมีค่าน้อยกว่า 1  $\mu\text{m}$

นอกจากนี้ยังได้ทดสอบสมบัติการยึดติดระหว่างยาง NR, ENR และ NR-g-PAAm กับกาว acrylate โดยใช้ peel test พบว่า ค่า peel strength เรียงลำดับได้ดังนี้ ENR 39 > ENR 10 > NR-g-PAAm > NR ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวสอดคล้องกับกลไกการยึดติด โดยใช้เทคนิค RAIR ซึ่งบ่งชี้ว่า การยึดติดระหว่าง NR กับกาว acrylate เป็นแบบกายภาพ เนื่องจากไม่มี peak เกิดใหม่ใน spectrum ของ RAIR ในขณะที่การยึดติดระหว่างยาง ENR กับกาวนั้น เป็นแบบที่มีพันธะเคมีเกิดขึ้น ซึ่งยืนยันได้จาก peak ที่เกิดขึ้นที่  $\sim 1740\text{ cm}^{-1}$  แต่การยึดติดระหว่างยาง NR-g-PAAm กับกาว ไม่พบ peak ใหม่ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างของ acrylate monomer กับกาวแล้ว คาดว่า สารทั้งสองชนิดสามารถเกิดพันธะ hydrogen ได้

### 3.2 การพัฒนา adhesive materials สำหรับแผ่นปิดชนิดไวต่อแรงกด (เอกสารแนบ 5.4.1)

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการปรับแต่งพื้นผิว NR ด้วย PLA-PEG-PLA triblock copolymer (PELA) เพื่อนำมาเป็น adhesive materials ที่มีสมบัติ biocompatibility และสามารถบรรจุยาสำหรับการนำส่งยาได้ด้วย โดยศึกษาอิทธิพลของ MW ของ PELA ที่มีต่อค่า reduced modulus, การยึดติดกับผิว NR ที่เป็น backing material และ adhesion ของ PELA

ในขั้นแรกได้สังเคราะห์ PELA ที่มี MW แตกต่างกัน โดยใช้ ring opening polymerization และใช้ stannous octanoate เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา อัตราส่วนโดยโมลของ PEG ต่อ PLA เท่ากับ 1:1 โดยที่ PEG มี MW 2000, 8000, 12000 และ 20000 g/mol จากนั้นได้นำ PELA ที่สังเคราะห์ได้ไปศึกษาโครงสร้างและอัตราส่วนระหว่าง PEG ต่อ PLA ด้วยเทคนิค  $^1\text{H-NMR}$  พบ peak C-H ของ PEG ที่ 3.6 ppm และ C-H ของ PLA ที่ 5.1 ppm แสดงว่า สามารถสังเคราะห์ PELA ได้ และเมื่อเทียบ signal ทั้งสองสามารถหาอัตราส่วนโดยโมลของ PEG ต่อ PLA ได้ค่าเท่ากับ 1.1–1.2 ต่อ 1.0 แสดงว่า PELA ที่สังเคราะห์ได้มีอัตราส่วนของ PEG ต่อ PLA ใกล้เคียงกับ PELA ที่ต้องการ นอกจากนี้ยังได้วัด MW ด้วยเทคนิค GPC พบว่า  $M_n$  มีค่า 3200 – 32900 g/mol และมีค่าการกระจายของ MW 1.04–1.05 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 1 มาก แสดงว่า PELA ที่สังเคราะห์ได้มีขนาดเท่าๆกัน จากนั้นได้นำ PELA มาปรับแต่งบนพื้นผิวของ NR ด้วยวิธี dipping โดยละลาย PELA ด้วย dichloromethane ให้มีความเข้มข้น 5%w/v จากนั้นนำแผ่นยาง NR ที่มีขนาด  $2 \times 5 \times 0.2\text{ cm}^3$  ไปแช่ในสารละลายที่ได้เตรียมไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปอบในตู้อบสูญอากาศจนแห้ง ก่อนนำไปศึกษาการยึดติดระหว่าง NR กับ PELA ด้วยเทคนิค FT-IR ซึ่งพบว่า peak ที่  $1380\text{ cm}^{-1}$  ของ methyl group ของ NR นั้นลดลงและเกิด peak ที่  $1740\text{ cm}^{-1}$  ของ carbonyl ของ PELA บ่งชี้การมี PELA ติดบนผิว NR และเมื่อเปรียบเทียบ spectra ทั้งหมดแล้วไม่พบว่าเกิดการสร้างพันธะใหม่เกิดขึ้น แสดงว่าการยึดติดของ PELA กับ NR เป็นแบบ physical interaction เมื่อศึกษามorphology ของพื้นผิว NR ที่ปรับแต่งด้วย PELA ด้วยเทคนิค atomic force microscopy (AFM) โดยใช้ tapping mode พบว่า ลักษณะพื้นผิวของ NR ที่ปรับแต่งด้วย PELA นั้นมีค่า

roughness ( $R_{rms}$ ) เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับ NR (ค่า  $R_{rms}$  ของ NR มีค่า 23.6 nm และค่า roughness ของ NR ที่ปรับแต่งพื้นผิวด้วย PELA มีค่าอยู่ในช่วง 50 – 92 nm) แสดงว่าที่พื้นผิวของ NR ที่ปรับแต่งด้วย PELA นั้นมี PELA ติดที่บริเวณพื้นผิวของยางจริง และจาก phase image พบว่า ไม่เกิด phase separation ของพื้นผิวที่ปรับแต่ง จึงยืนยันได้ว่า PELA นั้นสามารถยึดติดทั่วทั้งแผ่นฟิล์ม NR เมื่อทดสอบความเป็น hydrophilicity ของพื้นผิว NR ที่ปรับแต่งด้วย PELA ด้วยการวัดค่า water contact angle พบว่า water contact angle ของแผ่นฟิล์ม NR ที่ปรับแต่งด้วย PELA มีค่าต่ำกว่าของ NR แสดงว่าพื้นผิวมีความเป็น hydrophilic มากขึ้น โดยค่า water contact angle ของ NR มีค่าประมาณ  $92^{\circ}$  และ ค่านี้อาจเพิ่มขึ้นจาก  $23-90^{\circ}$  เมื่อเพิ่ม MW ของ PELA เนื่องจากระบบของฟิล์ม NR ที่ปรับแต่งด้วย PELA ต้องปรับโครงสร้างให้มีค่า surface energy ต่ำที่สุด จึงได้หั่นสาย PLA ซึ่งเป็นส่วน hydrophobic ออกสู่อากาศ ผลการทดสอบ adhesion force ของพื้นผิว NR และ NR ที่ปรับแต่งพื้นผิวด้วย PELA ด้วยเทคนิค AFM โดยใช้ force mode พบว่า พื้นผิว NR ที่มีการปรับแต่งพื้นผิวด้วย PELA นั้นมีค่า adhesion force มากกว่า NR โดย NR จะมีค่า deflection ที่ต่ำมาก และเมื่อเพิ่ม MW ของ PELA ค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 – 325 nm แสดงว่า PELA นั้นมีสมบัติการยึดติดที่ดีและสามารถพัฒนาไปสู่การเป็น adhesive layer ที่มีสมบัติ biocompatibility และ biodegradability ที่มีความสามารถในการบรรจุยาหลากหลายประเภทได้

เนื่องด้วยค่า modulus บอกระดับความยืดหยุ่น จึงได้ทดสอบสมบัติเชิงกลระดับนาโน (nano-mechanical property) ของ NR ที่ปรับแต่งพื้นผิวด้วย PELA ด้วยเทคนิค nanoindentation พบว่า modulus ของ NR มีค่า 2.4 MPa และค่า modulus มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่ม MW ของ PELA โดย NR ที่ปรับแต่งพื้นผิวด้วย PELA ให้ค่า modulus อยู่ในช่วง 0.9 – 2.4 MPa แสดงว่า PELA มีความเป็น soft material มากกว่า NR ซึ่งเมื่อใช้งานจริงจะก่อให้เกิดความรู้สึกสบายผิวต่อผู้ใช้ เนื่องจากมีความยืดหยุ่นมาก เพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าการปรับแต่งพื้นผิว NR ด้วย PELA นั้น ช่วยทำให้ไม่เกิดการระคายเคืองต่อผู้ใช้งานจึงได้ทำการทดสอบสมบัติ cytotoxicity เพื่อทดสอบ biocompatibility ของ NR และ NR ที่ปรับแต่งด้วย PELA ตามมาตรฐาน ISO 10993-5 ซึ่งเป็นมาตรฐานการทดสอบวัสดุทางการแพทย์ที่ใช้ร่วมกับร่างกายมนุษย์ พบว่า ปริมาณเซลล์ที่มีชีวิตอยู่บนแผ่นฟิล์ม NR มีประมาณ 20% และปริมาณเซลล์ที่มีชีวิตอยู่บนแผ่นฟิล์ม NR ที่ปรับแต่งด้วย PELA มีประมาณ 70% โดยตามหลักการแล้วการทดสอบ cytotoxicity นั้นถ้ามีจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตอยู่บนวัสดุเกิน 70% แสดงว่าวัสดุนั้นมีสมบัติเป็น biocompatible materials ยืนยันว่า การปรับแต่ง NR ด้วย PELA นั้นเพิ่มความเป็น biocompatibility ให้กับแผ่นฟิล์ม NR และสามารถนำไปใช้งานจริงได้โดยไม่ก่อให้เกิดการแพ้ของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังได้ศึกษา creep เนื่องจาก PELA มีสมบัติเป็น viscoelastic materials และพบว่า NR เกิดการ creep น้อยที่สุดและเมื่อเพิ่ม MW ของ PELA การ creep มีค่ามากขึ้น ซึ่งนำไปสู่การศึกษา model ของ mechanical properties ของ viscoelastic materials ต่อไป

\*\*\*\*\*

#### โครงการย่อยที่ 4

ดร. ดวงพร พลพานิช ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ผศ. ดร. กุชชาติ จังภัทรพงศา

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล

#### การเตรียมอนุภาคนาโนพอลิเมอร์ที่มีสมบัติแม่เหล็กเพื่อใช้ในการแยกเซลล์เม็ดเลือด

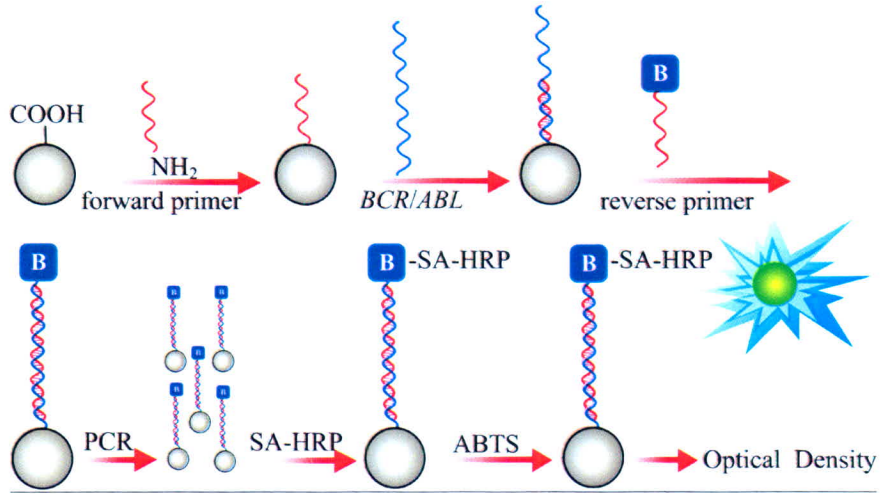
งานวิจัยส่วนนี้เป็นการสังเคราะห์อนุภาคแม่เหล็กขนาดนาโน (magnetic nanoparticle; MNP) ด้วยกระบวนการ co-precipitation ระหว่าง  $Fe^{3+}$  กับ  $Fe^{2+}$  ในสารละลาย  $NH_4OH$  และใช้ oleic acid เป็น stabilizer จากการตรวจสอบโดยใช้เทคนิค X-ray diffraction (XRD) และ Vibrating sample magnetometer (VSM) พบว่า อนุภาค MNP ที่เตรียมขึ้น คือ magnetite ( $Fe_3O_4$ ) และแสดงพฤติกรรม superparamagnetic ที่อุณหภูมิห้อง กล่าวคือ จะแสดงความเป็นแม่เหล็กเมื่อได้รับสนามแม่เหล็กจากภายนอกเท่านั้น จากนั้นจึงเตรียมอนุภาคนาโนพอลิเมอร์ที่มีสมบัติแม่เหล็ก (magnetic polymeric nanoparticle; MPNP) โดยกักเก็บ MNP ไว้ใน matrix ของ polystyrene/acrylic acid (PS/AA-MNP) หรือ polystyrene/divinyl benzene/acrylic acid (PS/DVB/AA-MNP) ด้วยวิธี miniemulsion polymerization เพื่อป้องกันการถูกออกซิไดซ์ของอนุภาค magnetite เป็น maghemite ( $\gamma-Fe_2O_3$ ) ในสภาวะที่มีออกซิเจน อีกทั้งยังเป็นการปรับแต่งผิวของอนุภาคเพื่อให้เกิดหมู่ carboxylic ที่สามารถยึดติดกับสารชีวโมเลกุลหรือโมเลกุลอื่นๆ ก่อนนำไปใช้งาน จากการตรวจสอบด้วยเทคนิค XRD และ TGA พบว่า อนุภาค PS/DVB/AA-MNP ที่เตรียมได้ แสดงพฤติกรรมเป็น superparamagnetic และมี magnetic content 53% ทำให้อนุภาคนาโนดังกล่าวตอบสนองต่อสนามแม่เหล็กภายนอกได้อย่างรวดเร็ว โดยสามารถแยกอนุภาค PS/DVB/AA-MNP ออกจากตัวกลางได้อย่างสมบูรณ์ภายใน 3 นาที (เอกสารแนบ 5.2.1) นอกจากนี้ ยังได้ทดสอบสมบัติ peroxidase-like activity ของอนุภาค PS/DVB/AA-MNP ในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ peroxidase substrate ในสภาวะที่มี  $H_2O_2$  พบว่า อนุภาค PS/DVB/AA-MNP สามารถทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ peroxidase ได้เช่นเดียวกับเอนไซม์ที่พบในธรรมชาติ อาทิ เอนไซม์ horseradish peroxidase (HRP) ซึ่งผลจากการทดลองนี้จะนำไปสู่การพัฒนาเทคนิคในการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียก่อโรคหรือโรคติดเชื้ออื่นๆ ต่อไป

งานวิจัยที่กล่าวควบคู่กันไปด้วย คือ การพัฒนาชุดทดสอบมาลาเรีย (เอกสารแนบ 5.1.3, 5.3.3) โดยการติด antigen ของเชื้อมาลาเรีย และ antibody ต่อเชื้อมาลาเรียบนพื้นผิวของ MPNP ที่มีหมู่ carboxylic อยู่ที่ผิวที่เป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้า (commercial carboxylated MPNP) เพื่อพัฒนาวิธีทางภูมิคุ้มกันในการแยก antibody ที่จำเพาะต่อเชื้อมาลาเรียและตัวเชื้อมาลาเรีย ตามลำดับ โดยเตรียม MPNP ที่ติดด้วย antigen ของเชื้อ *P. falciparum* (MPNP-Ag) ด้วยการนำ antigen ที่สกัดได้จากตัวเชื้อ *P. falciparum* ในระยะ late trophozoite และ schizont ด้วยวิธี sonication มาติดลงบนผิวของอนุภาค MPNP โดยใช้ 1-ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl) carbodiimide (EDC) เป็น crosslinking agent แล้วนำมาแยก antibody ต่อเชื้อ *P. falciparum* ที่อยู่ในพลาสมาของผู้ป่วยที่ติดเชื้อมาลาเรีย จากการทดสอบด้วยเทคนิค Western blot analysis พบว่า อนุภาคนาโนดังกล่าวสามารถแยก antibody ออกมาได้ ขณะนี้อยู่ในระหว่างการทดสอบด้วยเทคนิค mass spectroscopy เพื่อพิสูจน์ให้แน่ชัดว่า antibody ที่แยกออกมาได้นั้นมีความจำเพาะต่อเชื้อมาลาเรียชนิด *P. falciparum* ข้อมูลที่ได้จะนำไปตรวจสอบ

กับฐานข้อมูล proteomic ของเชื้อมาลาเรียชนิด *P. falciparum* ต่อไป ในส่วนการเตรียม MPNP ที่ติดด้วย antibody ที่จำเพาะต่อเชื้อมาลาเรีย (MPNP-anti-*P. falciparum* IgG) นั้น ทำโดยนำ antibody ที่จำเพาะต่อเชื้อมาลาเรียที่ได้จากการตกตะกอน โปรตีนในพลาสมาของผู้ป่วยมาลาเรียชนิด *P. falciparum* ในระยะเฉียบพลัน ด้วย saturated ammonium sulphate ตามด้วยการแยก IgG antibody โดยใช้ Protein G column มาติดลงบนผิวของ MPNP โดยใช้ EDC เป็น crosslinking agent แล้วนำมาทดสอบแยก เม็ดเลือดแดงที่ติด *P. falciparum* ที่ได้จาก การเลี้ยงในหลอดทดลอง พบว่า อนุภาค MPNP-anti-*P. falciparum* IgG ดังกล่าว สามารถแยกเม็ดเลือดแดงที่ติดเชื้อมาลาเรียชนิด *P. falciparum* ได้ โดยพบเชื้อทั้งในระยะ ring, trophozoite และ schizont ภาพจาก SEM แสดงให้เห็นการจับกันระหว่าง MPNP-anti-*P. falciparum* IgG และ antigen ที่อยู่บนผิวของเม็ดเลือดแดงที่ติดเชื้ออย่างชัดเจน งานในส่วนนี้อยู่ในระหว่างการทดลองเพิ่มเติมเพื่อเพิ่ม yield และ purity ของเชื้อที่แยกได้

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยยังได้ทำการยัดติดสาย oligonucleotide ที่จำเพาะ เพื่อตรวจวินิจฉัยหาความผิดปกติของยีน *BCR/ABL* ในผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิดเรื้อรัง (chronic myeloma leukemia; CML) ด้วยเทคนิคใหม่ที่ได้ออกมาขึ้น เรียกว่า Magneto-PCR enzyme linked gene assay (รูป 4.1) โดยอาศัยหลักการติด forward primer ซึ่งปรับแต่งปลายด้าน 5' ให้มีหมู่อะมิโน และมีคาร์บอน 6 ตัว ( $\text{NH}_2\text{-C}_6\text{-forward primer}$ ) บนผิวของ commercial carboxylated MPNP (MPNP bound forward primer) โดยที่ reverse primer ติดด้วยโมเลกุล biotin ที่ปลาย 5' (biotinylated reverse primer) และเมื่อต้องการทดสอบกับยีนเป้าหมาย จึงนำ DNA ของคนไข้มะเร็งเม็ดเลือดขาวมาทำปฏิกิริยา polymerase chain reaction (PCR) ด้วย MPNP bound forward primer และ biotinylated reverse primer และใช้ streptavidin-horseradish peroxidase เพื่อทำให้เกิดสีเมื่อผสมกับ peroxidase substrate และ  $\text{H}_2\text{O}_2$  แล้วนำไปวัดความเข้มของสีด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ให้ผลความเข้มของสีแปรผันตรงกับ การแสดงออกของยีนที่ผิดปกติของโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว ซึ่งหลักการดังกล่าวให้ผลการตรวจที่รวดเร็ว และมีความไวเทียบเท่าวิธี Real-time PCR (5 pg/ml) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้กันในปัจจุบัน มีความจำเพาะ และมีความแม่นยำสูง (high sensitivity and specificity) อีกทั้งยังช่วยลดการใช้และสัมผัสสารพิษของผู้ปฏิบัติงาน ด้วย (เอกสารแนบ 5.1.10)

ด้วยศักยภาพของ MPNP ทั้งในสมบัติการเป็นแม่เหล็กและสมบัติเสมือนเป็นเอนไซม์ peroxidase ในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาต่อยอดกระบวนการของเทคนิค Magneto-PCR enzyme linked gene assay โดยการนำ MPNP มาใช้แทนเอนไซม์ในขั้นตอนการตรวจสอบผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยา PCR เพื่อประยุกต์ใช้ในการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียในเชิงปริมาณ โดยใช้เชื้อ *Vibrio cholerae* และ *Enterotoxigenic E. coli* (ETEC) เป็นแบคทีเรียต้นแบบ ซึ่งยังไม่เคยมีรายงานการนำสมบัติทั้ง 2 ของอนุภาค MNP มาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการตรวจหาแบคทีเรียเชิงปริมาณด้วยวิธี PCR มาก่อน กระบวนการดังกล่าวจึงเป็นทางเลือกในการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียที่มีความสะดวก รวดเร็ว และสามารถวิเคราะห์เชื้อในเชิงปริมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพเทียบเคียงกับเทคนิค PCR-ELISA โดยมีข้อแตกต่างที่ไม่ต้องใช้ streptavidin-horseradish peroxidase ในขั้นตอนการตรวจสอบผลผลิต PCR



รูป 4.1 แผนภาพรูปแบบชุดตรวจวินิจฉัยโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวที่ได้พัฒนาขึ้น เมื่อนำ DNA เป้าหมายมาทำปฏิกิริยา PCR ร่วมกับ MPNP bound forward primer และ biotinylated reverse primer ซึ่งสามารถตรวจสอบการแสดงออกของยีน *BCR/ABL* ได้โดยการใช้ streptavidin-horseradish peroxidase ร่วมกับ peroxidase substrate และ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ในการทำปฏิกิริยา และตรวจวัดระดับสีด้วย spectrophotometer

## 2. สรุปรวมผลงาน (เอกสารแนบ 5.1-5.4)

### 2.1 ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

#### 2.1.1 ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่อยู่ในฐานข้อมูล และมี Impact Factor (IF)

1. Paiphansiri, U., and Tangboriboonrat, P.\*, “Deposition of Disinfectant Poly(methyl acrylate) Nanocapsules onto Natural Rubber Film via Layer-by-Layer Technique”, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2009, 112: 769-777 [IF 2009 = 1.203]
2. Sunintaboon, P.\*, Duangphet, S., and Tangboriboonrat, P., “Polyethyleneimine-functionalized Poly(methyl methacrylate) Colloidal Nanoparticles for Directly Coating Natural Rubber Sheet”, *Colloid. Surface A.*, 2009, 350: 114-120 [IF 2009 = 1.988]
3. Polpanich, D.\*, Tangboriboonrat, P., and Elaissari, A.\*, “Preparation and Agglutination of Immunonanolatex for Malaria Diagnosis”, *J. Biomed. Nanotechnol.*, 2009, 5: 486-492 [IF 2009 = 1.588]
4. Anancharungsuk, W., Taweepreda, W., Wirasate, S., Thonggoom, R., and Tangboriboonrat, P.\*, “Reduction of Surface Friction of Natural Rubber Film Coated with PMMA Particle: Effect of Particle Size”, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2010, 115: 3680-3686 [IF 2009 = 1.203]
5. Anancharungsuk, W., Polpanich, D., Jangpatarapongsa, K., and Tangboriboonrat, P.\*, “In vitro Cytotoxicity Evaluation of Natural Rubber Latex Film Surface Coated with PMMA Nanoparticles”, *Colloid. Surface B.*, 2010, 78: 328-333 [IF 2009 = 2.600]
6. Tanpantree, S., Opaprakasit, P., Loykulnant, S., Kangwansupamonkon, W., and Tangboriboonrat, P.\*, “Nanocapsules Embedded in Natural Rubber Latex Gloves”, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2010, 117: 1798-1803 [IF 2009 = 1.203]
7. Kaewsaneha, C., Tangboriboonrat, P.\*, Polpanich, D., and Smanmoo, S., “Preparation of Core-Shell Particle of Disinfectant Agent Nanocapsules-Skim Rubber Particles by the Heterocoagulation Technique”, *Macromol. Res.*, 2010, 18: 876-883 [IF 2009 = 2.369]
8. Kaewsaneha, C., Opaprakasit, P., Polpanich, D., Smanmoo, S., and Tangboriboonrat, P.\*, “Composite Particles of Disinfectant Nanocapsules-Skim Rubber Latex”, *Int. J. Polym. Anal. Ch.*, 2010, 15: 524-535 [IF 2009 = 0.775]
9. Tanpantree, S., Opaprakasit, P., Polpanich, D., Smanmoo, S., and Tangboriboonrat, P.\*, “Polymeric Disinfectant Nanocapsules: Effect of Molecular Weight of Poly(methyl methacrylate)”, *J. Biomed. Nanotechnol.*, 2010, 6: 1-6 [IF 2009 = 1.588]
10. Jangpatarapongsa, K.\*, Polpanich, D., Yamkamon, V., Ditaroth, Y., Peng-On, J., Thiramanas, R., Hongeng, S., Jootar, S., Charoenmak, L., and Tangboriboonrat, P., “DNA Detection of Chronic Myelogenous Leukemia by Magnetic Nanoparticles”, *Analyst*, 2011, 136: 354-358 [IF 2009 = 3.272]

11. Nasomphan, W., Tangboriboonrat, P., and Smanmoo, S.\*, "Selective Fluorescence Sensing of Deoxycytidine 5'-Monophosphate (dCMP) Employing a Bis(diphenylphosphate)diimine Ligand", *J. Fluoresc.*, 2011, 21: 187-194 [IF 2009 = 2.017]
12. Smanmoo, S.\*, Nasomphan, W., and Tangboriboonrat, P., "Highly Selective Fluorescent Chemosensor for Fe<sup>3+</sup> Imaging in Living Cells", *Inorg. Chem. Commun.*, 2011, 14: 351-354 [IF 2009 = 2.029]
13. Smanmoo, S.\*, Nasomphan, W., and Tangboriboonrat, P., "Isothiocyanatoluminol as a Chemiluminescence Labeling Reagent for Amino Acids and Proteins", *Chem. Lett.*, 2011, 40: 188-190 [IF 2009 = 1.460]
14. Nguyen, T. H., Tangboriboonrat, P., Rattanasom, N., Petchsuk, A., Opaprasit, M., Thammawong, C. and Opaprasit, P.\*, "Polylactic Acid/Ethylene Glycol Triblock Copolymers as Novel Crosslinker for Epoxidized Natural Rubber", *J. Appl. Polym. Sci.*, 2011, (in press) [IF 2009 = 1.203]
15. Nasomphan, W., Tangboriboonrat, P., and Smanmoo, S.\*, "Selective Sensing of L-Arginine Employing Luminol Dextran Conjugate", *Macromol. Res.*, 2011, (accepted) [IF 2009 = 2.369]
16. Kanjanathaworn, N., Kaewsaneha, C., Polpanich, D., Jangpatarapongsa, K., and Tangboriboonrat, P.\*, "Composite Nanoparticles on the Natural Rubber Latex Glove for Reduction of Surface Friction and Cytotoxicity", *Polym. Polym. Comp.*, 2011, (accepted) [IF 2009 = 0.470]

### 2.1.2 ผลงาน submit แล้วในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่อยู่ในฐานข้อมูล และมี IF

17. Charoenmak, L., Polpanich, D.\*, Thiramanas, R., and Tangboriboonrat, P., "Preparation of Superparamagnetic Polystyrene-based Nanoparticles Functionalised by Acrylic Acid", *Macromol. Res.*, 2011, (revised) [IF 2009 = 2.369]
18. Smanmoo, S.\*, Nasomphan, W. and Tangboriboonrat, P., "A Highly Selective "Turn-on" Chemosensor Based on Dansyl-salicylaldehyde Schiff Base for Cu<sup>2+</sup> Ion Detection", (submitted)
19. Smanmoo, S.\*, Nasomphan, W. and Tangboriboonrat, P., "Pyrazolidine Luminol as a Selective Colorimetric for Cu<sup>2+</sup> in An Aqueous Environment", (submitted)
20. Riyajan, S.\*, Intharit, I., and Tangboriboonrat, P., "Physical Properties of Maleated Sulfur Pre vulcanized Natural Rubber-g-Cellulose Fiber", (submitted)
21. Riyajan, S.\*, Intharit, I., and Tangboriboonrat, P., "Physical Properties of Polymer Composite: Natural Rubber Glove/Polystyrene Foam Waste/Cellulose", (submitted)
22. Wirasate S.\*, Chokbunpiam, C., Thonggoom, R., and Tangboriboonrat, P., "Backing-required Properties of Films based on Natural Rubber for Transdermal Patch Application", (submitted)

### 2.1.3 ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติอยู่ใน scopus แต่ไม่มี IF

1. Nguyen, T.H., Petchsuk, A., Tangboriboonrat, P., Opaprakasit, M., Sharp, A., and Opaprakasit, P.\*, "Synthesis and Characterizations of PLLA/PEG Block Copolymers", *Adv. Mater. Research*, 2010, 93-94: 198-201.
2. Thammawong, C., Petchsuk, A., Opaprakasit, M., Chanunpanich, N., Tangboriboonrat, P., and Opaprakasit, P.\*, "Preparation and Characterizations of Electrospun Lactide-based Polymeric Nanofibers", *Adv. Mater. Research*, 2010, 93-94: 377-380.
3. Thiramanas, R., Wanotayan, R., Rahong, S., Jangpatarapongsa, K., Tangboriboonrat, P., and Polpanich, D.\*, "Improving Malaria Diagnosis via Latex Immunoagglutination Assay in Microfluidic Device", *Adv. Mater. Research*, 2010, 93-94: 292-295.
4. Riyajan, S., Intharit, I., Thaiprasansup, S., and Tangboriboonrat, P., "Preparation of Novel Composite from Natural Rubber, Bagasse and Plaster", *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 2010, 4: 56-57

### 2.1.4 manuscripts ที่กำลังจัดเตรียมเพื่อส่งตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติที่มี IF

1. Improvement of Biocompatibility of Natural Rubber by PLA-PEG-PLA Triblock Copolymer
2. Synthesis and Characterizations of Poly(L-Lactic Acid-co-Ethylene Glycol) (PLLA/PEG) Block Copolymers
3. Enhancement of Mechanical Properties of Poly(L-lactide-co-D,L-lactide) Copolymers by Physical Crosslinks Derived from Configuration Interlocks
4. Property Modification of Epoxidized Natural Rubber: Crosslinking by Reactive Blend Technique of Poly(L-Lactic Acid-co-Ethylene Glycol) Block Copolymers
5. Preparation and Characterizations of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Magnetic Nanoparticles Coated PLA-grafted Chitosan Copolymer as Potential Drug Delivery Material for Naproxen
6. Morphology and Interactions of Naproxen-loaded Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Magnetic Nanoparticles Coated PLA-co-PEG Block Copolymer

## 2.2 ความก้าวหน้าในการสร้างทีมวิจัย (เอกสารแนบ 5.6)

- มีการนำเสนอความก้าวหน้าของงานวิจัยและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นของนักวิจัย และนักศึกษาในกลุ่มเมธีวิจัยอาวุโส สกว. เป็นประจำอย่างต่อเนื่อง (เฉลี่ยเดือนละ 2 ครั้ง) ทำให้เกิดการทำงานร่วมกัน และเกิดงานวิจัยใหม่เพิ่มขึ้น เช่น การวิจัยเพื่อนำ copolymer ของ polylactide (PLA) ที่สังเคราะห์ขึ้นในโครงการย่อยที่ 2 มาเป็น crosslinking agent ชนิดใหม่ของ epoxidized natural rubber (ENR) ที่เตรียมตามวิธีการในโครงการย่อยที่ 1 และนำไปใช้ในการปรับแต่งผิวของแผ่นยาง NR เพื่อเพิ่ม biocompatibility ในโครงการย่อยที่ 3 หรือการนำ PLA-grafted chitosan copolymer ไปติดบนผิวของ magnetic nanoparticles (MNP) ที่เตรียมในโครงการย่อยที่ 4 เพื่อเป็น potential drug delivery material ในโครงการย่อยที่ 2 เป็นต้น
- มีการประชุมอย่างสม่ำเสมอภายในแต่ละ โครงการวิจัยย่อย ก่อนจะมานำเสนอความก้าวหน้าในที่ประชุมกลุ่มใหญ่ ทำให้ร่วมกันแก้ปัญหาวิจัยที่เกิดขึ้นได้ดีขึ้น ร่วมกันดูแลวิทยานิพนธ์ และปริญาานิพนธ์ของนักศึกษาอย่างใกล้ชิดมากขึ้น และได้ร่วมกันเขียน manuscript
- มีการเยี่ยมชมห้อง Lab ของแต่ละกลุ่มย่อย ในต่างสถาบัน ในระหว่างการประชุมกลุ่มซึ่งจัดโดยโครงการวิจัยย่อยนั้น ทำให้ได้ใช้ห้อง Lab และอุปกรณ์วิจัยร่วมกัน และพึงพา/ปรึกษางานเฉพาะด้าน ตามความชำนาญของแต่ละกลุ่ม โดยเปิดโอกาสให้ผู้สนใจท่านอื่นๆ ในสถาบันนั้นๆ เข้าร่วมฟังด้วย มีการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น/แนวคิดในการทำวิจัยร่วมกัน
- ขยายความร่วมมือ โดยเชิญนักวิจัย/อาจารย์ใหม่ที่เพิ่งจบ และยังไม่ได้อยู่ในกลุ่มวิจัยบรรยายในเรื่องที่เคยทำวิจัย/เรื่องที่น่าสนใจ ร่วมไปกับการนำเสนอความก้าวหน้าของงานวิจัยโดยนักวิจัย/นักศึกษาในกลุ่มที่จัดเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งได้เชิญนักวิจัย สวทช. เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาที่รับทุน ทำให้มีผู้เข้าร่วมทีมวิจัยเพิ่มขึ้น
- ช่วยให้อาจารย์/นักวิจัยรุ่นใหม่ ได้เริ่มต้นทำงานวิจัยแบบเป็นตัวของตัวเอง โดยส่งเสริมให้ขอทุนพัฒนาศักยภาพในการทำงานวิจัยของอาจารย์รุ่นใหม่/ทุนส่งเสริมนักวิจัยรุ่นใหม่ สกอ./สกว. และทุนอื่นๆ ที่อาจารย์/นักวิจัยเหล่านั้นเป็นหัวหน้าโครงการ
- กระตุ้น/ส่งเสริมให้อาจารย์/นักวิจัยในกลุ่มฯ ขอตำแหน่งวิชาการในระดับที่สูงขึ้น และให้อาจารย์/นักวิจัย/นักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่ออาชีพนักวิจัย เช่น การนำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ (โดยขอการสนับสนุนเพิ่มจากแหล่งทุนอื่น เช่น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล) รวมทั้งกระตุ้น/ส่งเสริม/จูงใจให้ขอรับรางวัลต่างๆ ด้านการวิจัย
- จัดประชุมประจำปีเมธีวิจัยอาวุโส สกว. 2 ครั้ง ณ มหาวิทยาลัยมหิดล ทั้งที่พญาไท กรุงเทพฯ และที่วิทยาเขตศาลายา จ.นครปฐม ส่วนครั้งที่ 3 จัดขึ้นที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (มีการบรรยาย/ซักถาม เรื่อง การเขียนข้อเสนอโครงการวิจัยที่ดี) โดยเชิญอาจารย์/นักวิจัย/นักศึกษาจากหลากหลายหน่วยงาน มีผู้เข้าร่วมครั้งละประมาณ 100 คน (เอกสารแนบ 5.5) ซึ่งได้มีการปรึกษา/ร่วมงานวิจัยกัน และนักวิจัยหลายท่านที่ไม่เคยทำงานวิจัยร่วมกัน ได้เริ่มทำงานวิจัยด้วยกัน

### 3. กิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

#### 3.1 ผลงานอื่นๆ เช่น การไปเสนอผลงาน การได้รับเชิญไปเป็นวิทยากร การได้รับรางวัล

##### Invited lectures

1. P. Tangboriboonrat\*, C. Amornchaiyapitak and P. Opaprakasit, “Surface Modification of Natural Rubber and Its Use in Biomedical Applications”, *IUPAC 5<sup>th</sup> International Symposium on Novel Materials and Synthesis (NMS-V) & 19<sup>th</sup> International Symposium on Fine Chemistry and Functional Polymers (FCFP-XIX)*, Shanghai, P. R. China: October 18-22, 2009.
2. P. Tangboriboonrat\*, C. Amornchaiyapitak, T. Arpornwichanop and W. Saksophon, “Surface Modification of Epoxidized Natural Rubber by Polymerization of Methyl Methacrylate in Water-based System”, *Second International Conference on Polymer Processing and Characterization (ICPPC – 2010)*, Kottayam, Kerala, India: January 15-17, 2010.
3. P. Tangboriboonrat\*, D. Polpanich, K. Jangpatarapongsa, W. Anancharungsuk and N. Kanjanathaworn, “Poly(methyl methacrylate) Nanoparticles on the Natural Rubber Latex Glove for Reduction of Surface Friction and Cytotoxicity”, *International Conference & Exhibition on Pure and Applied Chemistry 2011 (PACCON 2011)*, Bangkok, Thailand: January 5-7, 2011.

##### Oral presentations

1. S. Tanpantree\*, P. Tangboriboonrat, W. Kangwansupamonkon, S. Loykulnant, “Disinfectant Loaded Polymeric Nanocapsule Prepared by Nanoprecipitation Method for Use in Medical Glove”, *International Rubber Conference (IRC 2008)*, Kuala Lumpur, Malaysia: October 20-23, 2008.
2. W. Anancharungsuk\*, A. Sruranganurak and P. Tangboriboonrat, “Coating of Natural Rubber Latex Film with Poly(methyl methacrylate) for Reducing Surface Friction of Rubber”, *International Rubber Conference (IRC 2008)*, Kuala Lumpur, Malaysia: October 20-23, 2008.
3. P. Sriromreun\*, A. Petchsuk, M. Opaprakasit, P. Tangboriboonrat, and P. Opaprakasit, “Properties and Degradability of Poly(ethylene terephthalate-co-lactic acid) Copolymer and Its Blends”, *International Conference & Exhibition on Pure and Applied Chemistry 2009 (PACCON 2009)*, Phitsanulok, Thailand: January 14-16, 2009.
4. A. Kordach\*, A. Petchsuk, M. Opaprakasit and P. Opaprakasit, “Preparation and Properties of Controlled-Release Materials for Urea Fertilizer from Copolyester and Its Blends”, *International Conference & Exhibition on Pure and Applied Chemistry 2009 (PACCON 2009)*, Phitsanulok, Thailand: January 14-16, 2009.

5. C. Kaewsaneha\* and P. Tangboriboonrat, "Preparation of Composite Disinfectant Nanocapsule for Use in Medical Glove", *2<sup>nd</sup> Polymer Graduate Conference of Thailand*, Bangkok: May 21-22, 2009.
6. T. H. Nguyen\*, A. Petchsuk, P. Tangboriboonrat, M. Opaprakasit, A. Sharp and P. Opaprakasit, "Synthesis and Characterizations of PLLA/PEG Block Copolymers", *International Conference on Functionalized and Sensing Materials 2009 (FuSeM 2009)*, Bangkok, Thailand: December 7-9, 2009.
7. C. Thammawong\*, A. Petchsuk, M. Opaprakasit, N. Chanunpanich, P. Tangboriboonrat and P. Opaprakasit, "Preparation and Characterizations of Electrospun Lactide-based Polymeric Nanofibers", *International Conference on Functionalized and Sensing Materials 2009 (FuSeM 2009)*, Bangkok, Thailand: December 7-9, 2009.
8. C. Kaewsaneha\* and P. Tangboriboonrat, "Preparation of Composite Disinfectant Nanocapsules for Use in Medical Glove", *Advanced Polymeric Materials and Technology Symposium (APMT 2010)*, Jeju, Korea: January 24-27, 2010.
9. L. Charoenmark\*, D. Polpanich, K. Jangpatarapongsa and P. Tangboriboonrat, "Development of Magnetic Nanoparticle for Gene Detection in Cancer", *Advanced Polymeric Materials and Technology Symposium (APMT 2010)*, Jeju, Korea: January 24-27, 2010.
10. D. Polpanich\*, R. Thiramanas, L. Chareonmak, K. Jangpatarapongsa and P. Tangboriboonrat, "Magnetic Polymeric Nanoparticles for Food Pathogen Detection", *UK-Thailand Conference on Nanomedicine*, Bangkok, Thailand: March 22-23, 2010.
11. L. Charoenmark\*, K. Jangpatarapongsa, D. Polpanich and P. Tangboriboonrat, "Synthesis of Magnetic Polymeric Nanoparticle for Leukemia Detection", *1<sup>st</sup> Polymer Conference of Thailand (PCT-1)*, Bangkok, Thailand: October 7-8, 2010.
12. N. Kanjanathaworn\*, W. Anancharungsuk, D. Polpanich K. Jangpatarapongsa and P. Tangboriboonrat, "Coating Poly(methyl methacrylate) Particles on Sulphur Prevlcanized Natural Rubber Film for Reduction of Surface Friction and Cytotoxicity", *1<sup>st</sup> Polymer Conference of Thailand (PCT-1)*, Bangkok, Thailand: October 7-8, 2010.
13. C. Kaewsaneha\* and P. Tangboriboonrat, "Heterocoagulation of Disinfectant Nanocapsules by Skim Rubber Particles for the Preparation of Core-Shell Particles", *1<sup>st</sup> Polymer Conference of Thailand (PCT-1)*, Bangkok, Thailand: October 7-8, 2010.
14. W. Nasomphan\*, S. Smanmoo and P. Tangboriboonrat, "Selective Fluorescence Sensing of Deoxycytidine 5'-monophosphate (dCMP) Employing Bis(diphenyl-phosphate)diimine Ligand",

*The 5<sup>th</sup> International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia (ICCEOCA-5)*, HsinChu, Taiwan: November 6-8, 2010.

15. C. Kaewsaneha\* and P. Tangboriboonrat, "Preparation of Medical Gloves from Skim Rubber Latex", *MUSC Graduate Research Exposition 2010 (GradExpo 2010)*, Bangkok, Thailand: October 26-27, 2010.
16. J. Mangmeemak\*, P. Tangboriboonrat, N. Rattasom and A. Somwangthanaroj, "Toughening of Polylactic Acid Blended with Natural Rubber", *International Conference & Exhibition on Pure and Applied Chemistry 2011 (PACCON 2011)*, Bangkok, Thailand: January 5-7, 2011.

#### **Poster presentations**

1. R. Thiramanas, R. Wanotayan, S. Rahong, K. Jangpatarapongsa, P. Tangboriboonrat and D. Polpanich, "Improving Malaria Diagnosis via Latex Immunoagglutination Assay in Microfluidic Device", *International Conference on Functionalized and Sensing Materials 2009 (FuSeM 2009)*, Bangkok, Thailand: December 7-9, 2009.
2. N. Srisawang, A. Petchsuk, S. Wirasate, R. Thonggoom and P. Tangboriboonrat, "Pressure Sensitive Adhesive Properties of PLA-PEG-PLA Triblock Copolymer for Transdermal Drug Deliveries Patch", *Pure and Applied Chemistry International Conference 2010 (PACCON 2010)*, Ubon Ratchathani, Thailand: January 21-23, 2010.
3. C. Chokbunpiam, S. Wirasate, R. Thonggoom and P. Tangboriboonrat, "Nanoindentation Measurements of Natural Rubber Thin Film for Medical Applications", *Pure and Applied Chemistry International Conference 2010 (PACCON 2010)*, Ubon Ratchathani, Thailand: January 21-23, 2010.
4. I. Intharit, S. Riyajan and P. Tangboriboonrat, "Physical Properties of Polymer Blend from Polystyrene Foam Waste, Natural Rubber and Cellulose", *12<sup>th</sup> International Seminar on Elastomers (ISE 12)*, Cha-Am, Petchburi, Thailand: March 8-11, 2010.
5. T. Arpornwichanop, W. Saksophon, and P. Tangboriboonrat, "Surface Modification of Epoxidized Natural Rubber by Formation of Interpenetrating Polymer Networks with Poly(methyl methacrylate)", *12<sup>th</sup> International Seminar on Elastomers (ISE 12)*, Cha-Am, Petchburi, Thailand: March 8-11, 2010.
6. Y. Distarot, D. Polpanich, V. Yamkamon, J. Peng-On, R. Thiramanas, P. Tangboriboonrat and K. Jangpatarapongsa, "A Novel Molecular Diagnostic of Chronic Myeloid Leukemia by Magnetic Nanoparticle", *5<sup>th</sup> SBE International Conference on Bioengineering and Nanotechnology*, Biopolis, Singapore: August 1-4, 2010.

7. I. Intharit, S. Riyajan and P. Tangboriboonrat, "Preparation New Polymer from Natural Rubber and Cellulose", *The 20<sup>th</sup> Thanksin University Annual Conference Thai Society Development with Creative Research*, Hat Yai, Songkla, Thailand: September 16-17, 2010.
8. I. Intharit, S. Riyajan and P. Tangboriboonrat, "Preparation New Polymer from Natural Rubber and Cellulose", *1<sup>st</sup> Polymer Conference of Thailand (PCT-1)*, Bangkok, Thailand: October 7-8, 2010.
9. W. Nasomphan, S. Smanmoo and P. Tangboriboonrat, "Selective Fluorescence Sensing of Deoxycytidine 5'-monophosphate (dCMP) Employing a Bis(diphenyl-phosphate)diimine Ligand", *1<sup>st</sup> Polymer Conference of Thailand (PCT-1)*, Bangkok, Thailand: October 7-8, 2010.
10. I. Intharit, S. Hayeeyusoh, S. Riyajan and P. Tangboriboonrat, "Preparation and Characterization of Polymer Blend from NR Glove/PVA and NR Glove/PS Foam Bioscience", *The 7<sup>th</sup> IMT-GT UNINET The 3<sup>rd</sup> Joint International PSU-UNS Conferences*, Hat Yai, Songkhla, Thailand: October 7-8, 2010.
11. L. Charoenmark, K. Jangpatarapongsa, D. Polpanich and P. Tangboriboonrat, "Development of Magnetic Nanoparticle for DNA Detection of Cancer", *MUSC Graduate Research Exposition 2010 (GradExpo 2010)*, Bangkok, Thailand: October 26-27, 2010.
12. N. Kanjanathaworn, D. Polpanich, P. Sunintaboon and P. Tangboriboonrat, "Surface Modification of Sulphur Prevulcanized Natural Rubber Film by Functionalized Chitosan-Poly(methyl methacrylate) Particles", *MUSC Graduate Research Exposition 2010 (GradExpo 2010)*, Bangkok, Thailand: October 26-27, 2010.
13. T. Arpornwichanop, P. Numprasanthai, R. Thonggoom and P. Tangboriboonrat, "Modification of Epoxidized Natural Rubber Latex Sheet for Reduction of Surface Friction", *MUSC Graduate Research Exposition 2010 (GradExpo 2010)*, Bangkok, Thailand: October 26-27, 2010.
14. C. Chokbunpiam, R. Thonggoom, P. Tangboriboonrat and S. Wirasate, "Development and Characterization of Backing Film based on Natural Rubber for Transdermal Drug Delivery Patch", *Pure and Applied Chemistry International Conference 2011 (PACCON 2011)*, Bangkok, Thailand, January 5-7, 2011.
15. T. Tangchaikeeree, P. Vesurai, R. Thiramanas, D. Polpanich, R. Yaicharoen, R. Udomsangpetch, P. Tangboriboonrat and K. Jangpatarapongsa, "Antibody Immobilized Magnetic Nanoparticles for Malaria Separation", *Pure and Applied Chemistry International Conference (PACCON 2011)*, Bangkok, Thailand: January 5-7, 2011.
16. N. Srisawang, A. Petchsuk, P. Tangboriboonrat and R. Thonggoom, "Environmental Effects of PLA-PEG-PLA Triblock Copolymer as Potential Drug Carriers for Iontophoresis Transdermal Drug

Delivery”, *The 6<sup>th</sup> International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BEG)*, Sendai, Japan: March 16-18, 2011.

### Invited speakers

1. ดร. ดวงพร พลพานิช ได้รับเชิญให้บรรยายเรื่อง **อนุภาคคอลลอยด์ขนาดนาโนสำหรับการตรวจวินิจฉัยโรคมาลาเรีย** ในการประชุมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาหลักสูตรฟื้นฟูและพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการสำหรับโรคมาลาเรียและเท้าช้าง ณ ห้องประชุมศูนย์อบรมโรคติดต่อฯ โดยแมลง อ.พระพุทธรบาท จ.สระบุรี (3 เมษายน 2552)
2. ศ. ดร. ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์ ได้รับเชิญให้บรรยายเรื่อง **การนำเสนอผลงานทางวิชาการด้วยวาจาอย่างมีประสิทธิภาพ** ณ ห้องปริดา วิบูลย์สวัสดิ์ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ (16 กันยายน 2552)
3. ศ. ดร. ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์ ได้รับเชิญให้บรรยายเรื่อง **การนำเสนอผลงานทางวิชาการด้วยวาจาอย่างมีประสิทธิภาพ** ณ ห้องประชุมประกา ประจักษ์สุนันติ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ (16 ธันวาคม 2552)
4. ศ. ดร. ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์ ได้รับเชิญให้บรรยายเรื่อง **บอกเล่าเก้าสิบเทคนิคในการเขียนและตีพิมพ์งานวิจัย (สาขาวิทยาศาสตร์)** ณ ห้องประชุม 4228 อาคารสิ่งแวดล้อมพัฒนาผล คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา (21 มกราคม 2553)
5. ดร. กุลชาติ จังกัทรพงศา ได้รับเชิญไปเป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง **ELISA and Rapid detection test for malaria infection** ในการอบรมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาหลักสูตรฟื้นฟูและพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการสำหรับโรคมาลาเรีย ณ ห้องประชุมศูนย์อบรมโรคติดต่อฯ โดยแมลง อ.พระพุทธรบาท จ.สระบุรี (1 เมษายน 2553)
6. ศ. ดร. ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์ ได้รับเชิญให้บรรยายเรื่อง **เตรียมตัวอย่างไรจึงจะได้ตำแหน่งรองศาสตราจารย์** ณ ห้องปฏิบัติการมัลติมีเดีย อาคาร 4 คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพฯ (19 เมษายน 2553)
7. ผศ. ดร. ปกรณ์ โอภาประภาสิต ได้รับเชิญเป็นวิทยากรในการอบรมเชิงปฏิบัติการเทคนิคด้าน **Infrared microspectroscopy** โดยสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2-4 มิถุนายน 2553)
8. ดร. สรวง สมานหมู่ ได้รับเชิญเป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง **ค่ายนักสืบสิ่งมีชีวิตแปลงแสง** ในค่ายอบรมเชิงปฏิบัติสำหรับนักเรียนมัธยมตอนปลาย ณ บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี (16 มิถุนายน 2553)
9. ผศ. ดร. สวาด ริยะจันทร์ ได้รับเชิญเป็นวิทยากรในการบรรยาย เรื่อง **การปรับปรุงสมบัติยางและการประยุกต์ใช้งาน** โดยสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (25 ตุลาคม 2553)

10. ผศ. ดร. สอาด ริยะจันทร์ ได้รับเชิญเป็นวิทยากรในการบรรยาย เรื่อง การปรับปรุงสมบัติยางและการประยุกต์ใช้งาน โดย สกว./สกอ. ในงาน “นักวิจัยรุ่นใหม่...พบ...เมธีวิจัยอาวุโส สกว.” ชะอำ จ.เพชรบุรี (16 ตุลาคม 2553)
11. ดร. สรวง สมานหมู่ ได้รับเชิญเป็นวิทยากรบรรยาย เรื่อง ค่ายนักสืบนิติวิทยาศาสตร์ ในค่ายอบรมเชิงปฏิบัติสำหรับนักเรียนมัธยมตอนปลาย ณ บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี (12 มกราคม 2554)
12. ศ. ดร. ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์ เป็นวิทยากรในฐานะผู้แทนจาก สกว. ให้การบรรยายเรื่อง การเขียนข้อเสนอโครงการอย่างไรจึงจะได้รับทุน ณ ห้องประชุมสมภพ โหตระกิตย์ อาคารสำนักอกรบติ 2 มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ กรุงเทพฯ (15 กุมภาพันธ์ 2554)
13. ศ. ดร. ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์ ได้รับเชิญให้บรรยายเรื่อง เตรียมตัวอย่างไรจึงจะได้ตำแหน่งวิชาการ ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพฯ (9 มิถุนายน 2554)
14. ศ. ดร. ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์ เป็นวิทยากรในฐานะผู้แทนจาก สกว. ให้การอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การเขียนข้อเสนอโครงการที่ดี ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี (27 กรกฎาคม 2554)

### ผลงานที่ตีพิมพ์ในประเทศ

1. P. Tangboriboonrat ได้รับเชิญให้เขียน Review article ในวารสาร Trends Research in Science and Technology มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ และเป็น editorial board [D. Polpanich, K. Jangpatarapongsa and P. Tangboriboonrat\*, “Colloidal Polymer Particles for Use in Immunological Application”, Trends Research in Science and Technology, 2009, 1: 1-7]
2. ดร. กุลชาติ จังภทรพงศา “นาโนเทคโนโลยีกับการตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์” **หนังสือพิมพ์มติชนฉบับพิเศษ Hospital Healthcare**, ปีที่ 4 ฉบับที่ 30 มีนาคม 2553.
3. สอาด ริยะจันทร์ “สุดยอดนักวิทยาศาสตร์” **Go Genius** ฉบับที่ 67 ปีที่ 6 2553 หน้า 38

### 3.2 การเชื่อมโยงทางวิชาการกับนักวิชาการอื่นๆ ทั้งใน และต่างประเทศ (เอกสารแนบ 5.6)

การเชื่อมโยงกับนักวิจัยในประเทศแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

1. อาจารย์/นักวิจัยที่ร่วมกันเขียนข้อเสนอโครงการวิจัย และทำวิจัยตั้งแต่เริ่มโครงการ โดยมีนักวิจัยหลักทำหน้าที่หัวหน้าโครงการย่อย รับผิดชอบดูแลงานวิจัยทั้งส่วนของนักวิจัย-นักศึกษา/เขียน manuscript/การเงินของแต่ละกลุ่มย่อย แล้วจัดส่งรายงานความก้าวหน้าทุก 6 เดือน ซึ่งได้มีการประชุมปรึกษาหารือ/แก้ปัญหาทางงานวิจัยกันทั้งทีมเป็นระยะๆ รวมทั้งตรวจ/แก้วิทยานิพนธ์ และ manuscript อย่างสม่ำเสมอ

2. **อาจารย์/นักวิจัยที่เข้าร่วมโครงการเมื่อเริ่มโครงการไปแล้ว** การเข้าร่วมนั้นส่วนหนึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการเชิญให้นักวิจัย/อาจารย์ใหม่ที่เพิ่งจบการศึกษา และยังไม่ได้อยู่ในกลุ่มวิจัยใดๆ มาบรรยายในเรื่องที่เขยทำวิจัย/เรื่องที่น่าสนใจ ร่วมไปกับการนำเสนอความก้าวหน้าของงานวิจัยโดยนักวิจัย/นักศึกษาในกลุ่มที่จัดเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง เช่น **ดร. สรวง สมานหมู่** ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สวทช. **ผศ. ดร. สอาด ริยะจันทร์** คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และ **ดร. ธรรมสิทธิ์ วงศ์เศรษฐสกุล** คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล หรือโดยการเชิญอาจารย์/นักวิจัย/นักศึกษาจากหลายหน่วยงานเข้าร่วมการประชุมประจำปีเมธีวิจัยอาวุโส สกว. ทำให้ได้พบปะพูดคุยกัน และนักวิจัยหลายท่านที่ไม่เคยทำงานวิจัยร่วมกัน ได้เริ่มทำงานวิจัยที่มีความสนใจร่วมกัน เช่น **ผศ. ดร. อนงค์นาฏ สมหวังธนโรจน์** คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หรือเกิดจากการที่อาจารย์/นักวิจัยใหม่ติดต่อขอให้เมธีวิจัยอาวุโส สกว. เป็น mentor ในการขอทุนพัฒนาศักยภาพในการทำงานวิจัยของอาจารย์รุ่นใหม่/ทุนส่งเสริมนักวิจัยรุ่นใหม่ สกอ./สกว. หรือทุนอื่นๆ เช่น **ดร. พันธุ์ญา สุรินทร์นุรณ** คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และ **ดร. รักเกียรติ เจตคติ** คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และที่สำคัญคือ แต่ละโครงการย่อยได้มีการขยายความร่วมมือกับนักวิจัยท่านอื่นๆ โดยมีักจะเป็นอาจารย์ใหม่ในสถาบันนั้นๆ
3. **อาจารย์/นักวิจัย หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ที่ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษางานวิจัย** นอกจากที่ปรึกษาที่กลุ่มวิจัยได้เชิญไว้ตั้งแต่ตอนเขียนข้อเสนอโครงการวิจัยแล้ว เมื่อทำวิจัยไประยะหนึ่ง บางโครงการย่อยได้ติดต่อขอความช่วยเหลือกับผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน อาทิ **ผศ. ดร. กุลชาติ จังภัทรพงศา** ในโครงการย่อยที่ 4 ได้สร้างความร่วมมือกับ **รศ. นพ. สุรเดช หงส์อิง** ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี และ **ดร. วิษณุ คุ้มมกล** ภาควิชาจุลทรรศนศาสตร์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อร่วมกันพัฒนาเทคนิคในการตรวจวัดระดับยีนที่ผิดปกติในผู้ป่วยโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวโดยใช้อนุภาคแม่เหล็กด้วยเทคนิค Enzyme-linked DNA assay โดย **รศ. นพ. สุรเดช หงส์อิง** ได้ให้คำปรึกษา/แนะนำเกี่ยวกับรูปแบบการพัฒนาชุดทดสอบและการนำไปใช้ในอนาคต รวมทั้งความเป็นไปได้ในการทดลองใช้ในขั้นการทดสอบกับผู้ป่วยโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว ที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลรามาธิบดี และเปรียบเทียบกับ การตรวจวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคเดิม นอกจากนี้ โครงการย่อยที่ 1 ได้เชิญ **ดร. สุรพิชญ์ ลอยกุลนันท์** ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และ **ดร. วียงค์ กังวานสุขมงคล** ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ทำหน้าที่นักวิจัยที่ปรึกษาร่วมของนักศึกษาปริญญาโทที่รับทุนสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย (TGIST) สวทช.

การเชื่อมโยงกับนักวิจัยต่างประเทศแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. **อาจารย์/นักวิจัยที่เป็นที่ปรึกษาร่วมภายใต้โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก (คปก.)** หรือทุนอื่นๆ
2. **อาจารย์/นักวิจัย หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ที่ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษางานวิจัย** นอกจากที่ปรึกษาที่กลุ่มวิจัยได้ระบุไว้ในข้อเสนอโครงการวิจัยแล้ว ยังมีความร่วมมือเพิ่มเติมกับ **Professor Dr. Paul E. Orndorff** Department of Microbiology, College of Veterinary Medicine North Carolina State

University, USA, **Professor Dr. Masaaki Kai** Graduate School of Pharmaceutical Science, Nagasaki University, Nagasaki, Japan และ **Dr. Elene Shikobava** BATFARMA Company, Georgia

### 3.3 การได้รับทุนอื่นๆ/รางวัล-เกียรติ

- นางสาววรัญญา อนันต์จรัสสุข และ นางสาวเสาวรีย์ ดันพันตรี นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ในการไปเสนอผลงานแบบ oral ในการประชุม *International Rubber Conference (IRC 2008)* ณ เมือง Kuala Lumpur ประเทศ Malaysia (20-23 ตุลาคม 2551)
- ผศ. ดร. ปกรณ์ โอภาประกาศิต สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร (SIIT) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้รับทุนช่วยเหลือการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากมูลนิธิโทรเพื่อส่งเสริมวิทยาศาสตร์ ประเทศไทย ครั้งที่ 15 พ.ศ. 2551
- รศ. ดร. นพวรรณ ชัญญพานิช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยนาโนศาสตร์ จากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)
- ดร. รัฐพร ทองกุ่ม และ ดร. สุภา วิเศษษฐ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับการสนับสนุนจากคณะวิทยาศาสตร์ ให้อยู่ใน Capability Unit วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมพื้นผิว
- นายอรอดพล กอเดช นักศึกษา SIIT มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้รางวัลการนำเสนอผลงานดีเด่นประเภทบรรยาย จากสมาคมเคมี (ประเทศไทย) [*A. Kordach\*, A. Petchsuk, M. Opaprakasit and P. Opaprakasit, "Preparation and Properties of Controlled-Release Materials for Urea Fertilizer from Copolyester and Its Blends", International Conference & Exhibition on Pure and Applied Chemistry 2009 (PACCON 2009), Phitsanulok, Thailand: Jan 14-16, 2009*]
- นางสาวจริยา แก้วเสนาหา นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รางวัลการนำเสนอผลงานดีเด่นประเภทบรรยาย จากสมาคมพอลิเมอร์ (ประเทศไทย) [*C. Kaewsaneha\* and P. Tangboriboonrat, "Preparation of Composite Disinfectant Nanocapsule for Use in Medical Glove", 2<sup>nd</sup> Polymer Graduate Conference of Thailand, Bangkok, Thailand: May 21-22, 2009*]
- นางสาวลลิตา เจริญมาก นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับทุน TGIST สวทช. ปี 2552
- นายยุรพันธ์ ดิษฐโรจน์ นักศึกษาปริญญาตรี คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับทุนปริญญาโทนิพนธ์โครงการสร้างปัญญาวิทย์ผลิตนักเทคโนโลยี (YSTP) สวทช. ปี 2552

- ดร. สรวง สมานหมู่ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สวทช. ได้รับทุนฝ่ายอุตสาหกรรม สกว. ในโครงการวิจัยขนาดกลางเรื่องยางพารา (Medium Projects on Rubber; MPR) ปี 2552
- นางสาววิญญา อนันต์จรัสสุข มหาคณบดี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับรางวัลวิทยานิพนธ์ดี จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ประจำปี 2552
- ดร. รัฐพร ทองกุ่ม ได้รับตำแหน่งวิชาการ ผศ. เมื่อ กันยายน 2552
- ผศ. ดร. สอาด ริยะจันทร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้รับทุนพัฒนาศักยภาพในการทำงานวิจัยของอาจารย์รุ่นใหม่ สกว./สกอ. ปี 2553
- ดร. สรวง สมานหมู่ ได้รับทุนส่งเสริมนักวิจัยรุ่นใหม่ สกว./สกอ. ปี 2553
- นางสาวจริยา แก้วเสนา และ นางสาวลลิตา เจริญมาก ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ในการไปเสนอผลงานแบบ oral ในการประชุม *Advanced Polymeric Materials and Technology Symposium (APMT 2010)*, Jeju, Korea: January 24-27, 2010
- ผศ. ดร. รัฐพร ทองกุ่ม และ ดร. สุภา วิเศษชัย ได้รับทุนพัฒนาศักยภาพในการทำงานวิจัยของอาจารย์รุ่นใหม่ สกว./สกอ. ปี 2553
- ดร. กุลชาติ จังภัทรพงศา คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยมหิดล ปี 2553
- ผศ. ดร. สอาด ริยะจันทร์ ได้รับรางวัลนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ มูลนิธิส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในพระบรมราชูปถัมภ์ ปี 2553
- นางสาวจริยา แก้วเสนา นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับทุน คปก. ปี 2553
- นายณัฐพงษ์ หริวงสานุภาพ นักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับทุนโครงการ YSTP สวทช. ปี 2553
- นายปฐมพงษ์ เวศอุไร นักศึกษาปริญญาตรี คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับทุนโครงการ YSTP สวทช. ปี 2553
- ผศ. ดร. ปกรณ์ โอภาประกาศิต ได้รับตำแหน่งวิชาการ รศ. ตุลาคม 2553
- ดร. กุลชาติ จังภัทรพงศา ได้รับตำแหน่งวิชาการ ผศ. เมื่อ พฤศจิกายน 2553
- รศ. ดร. ปกรณ์ โอภาประกาศิต ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยเรื่อง Development of Nanomaterials for Use in Biomedical Applications จากโครงการ National research university จาก สกอ. งบประมาณปีละ 1.37 ล้านบาท เป็นเวลา 3 ปี
- นางสาวจริยา แก้วเสนา ได้รับคัดเลือกเป็น SC STAR 2010 ใน *MUSC Graduate Research Exposition 2010 (GradExpo 2010)*, Bangkok, Thailand: October 26-27, 2010.

- นางสาวณัฐกุล กาญจนถาวร นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับรางวัล Best Oral Presentation Award จากสมาคมโพลิเมอร์แห่งประเทศไทย *1<sup>st</sup> Polymer Conference of Thailand (PCT-1), Bangkok, Thailand: October 7-8, 2010.*
- นางสาวณัฐกุล กาญจนถาวร ได้รับรางวัล Poster Award จากงาน *MUSC Graduate Research Exposition 2010 (GradExpo 2010), Bangkok, Thailand: October 26-27, 2010.*
- นายวีระชัย นาสัมพันธ์ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับรางวัล Oral Award จากการไปนำเสนอผลงานแบบ oral ในงาน *0<sup>th</sup> Junior Workshop on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia*, โดยได้รับทุนบางส่วนจากสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ (Chulabhorn Research Institute) [*W. Nasomphan, S. Smanmoo, P. Tangboriboonrat, "Selective Fluorescence Sensing of Deoxycytidine 5'-monophosphate (dCMP) Employing Bis(diphenyl-phosphate)diimine Ligand", The 5<sup>th</sup> International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia (ICCEOCA-5), Hsinchu, Taiwan: November 6-8, 2010.*]
- นายณฤตม ศรีสว่าง นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรวิทยาศาสตรและวิศวกรรมวัสดุ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับทุน Japan-East Asia Network of Exchange for Students and Youths (JENESYS 2010) ไปทำงานวิจัยที่ Kyushu Institute of Technology (KIT) ประเทศญี่ปุ่น เป็นเวลา 6 เดือน
- ดร. สรวง สมานหนู ได้รับเชิญเป็น Editorial Board ในวารสาร International Journal of Applied Sciences (IJAS) – ISSN 2180-1258
- นายอิสระ อินทฤทธิ์ นักศึกษาปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้รับรางวัล Best Poster Award จากสมาคมโพลิเมอร์แห่งประเทศไทย *1<sup>st</sup> Polymer Conference of Thailand (PCT-1), Bangkok, Thailand: October 7-8, 2010.*
- ผศ. ดร. สอาด รริยะจันทร์ ได้รับรางวัล TRF-CHE-Scopus Young Researcher Award 2010 สาขา *Agricultural Sciences & Technology Category* ปี 2553 จาก สกว. สกอ. และสำนักพิมพ์ Elsevier
- ผศ. ดร. สอาด รริยะจันทร์ ได้รับรางวัลอาจารย์รุ่นใหม่ จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปี 2554
- ผศ. ดร. สอาด รริยะจันทร์ ได้รับรางวัลอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดีเด่น ระดับปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปี 2554
- นางสาวชมพูนุช โชคบุญเปี่ยม นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับรางวัล Poster Award จากงาน *Pure and Applied Chemistry International Conference 2011 (PACCON 2011), Bangkok, Thailand: January 5-7, 2011.*

- นายยุรพันธ์ ดิษฐโรจน์ นักศึกษาปริญญาตรี คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับรางวัลผลงานทางวิชาการยอดเยี่ยมระดับปริญญาตรี (Outstanding award) จาก สวทช. ปี 2554
- นางสาวณัฏกัทร แม่นถาวรศิริ นักศึกษาปริญญาโท คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับทุน TGIST สวทช. ปี 2554
- นางสาวอัจฉราวัลย์ พรเจริญ นักศึกษาปริญญาตรี คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับทุน โครงการ YSTP สวทช. ปี 2554
- ดร. สรวง สมานหมู่ ได้รับการแต่งตั้งจากกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เป็นอนุกรรมการวิชาการและที่ปรึกษาวิชาการค่าย Bioluminescence ในงานกิจกรรมเทศกาลวิทยาศาสตร์เยาวชนเอเปค ครั้งที่ 4 ณ ศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จ.ปทุมธานี (22-26 สิงหาคม 2554)

### 3.4 นักศึกษาปริญญาโทที่สำเร็จการศึกษา (เอกสารแนบ 5.6)

1. นางสาวชลดา อมรชัยยาพิทักษ์ สอบป้องกันวิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 30 มกราคม 2552
2. นางสาววัลลภา อนันต์จรุงสุข สอบป้องกันวิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2552
3. นางสาวเสาวรีย์ ตันพันตรี สอบป้องกันวิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2552
4. นางสาวจริยา แก้วเสนาหา สอบป้องกันวิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2553
5. นางสาวไท เอียน เหวียน สอบป้องกันวิทยานิพนธ์ปริญญาโท สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2553
6. นางสาวลลิตา เจริญมาก สอบป้องกันวิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2554
7. นายอิศรา อินทฤทธิ์ สอบป้องกันวิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2554
8. นางสาวณัฐกุล กาญจนถาวร สอบป้องกันวิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2554

### 3.5 นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่สำเร็จการศึกษา (เอกสารแนบ 5.6)

1. นางสาวศศิธร พรหมวัลย์
2. นางสาวกิริศิกานท์ ดาบคำ
3. นางสาวธนิศา อภรณ์วิชานพ
4. นางสาววรรณิกา สักดิ์โสพล

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| 5. นายยุรพันธ์ คิชูโรจน์    | 6. นางสาวจุฑารัตน์ เฟื่องอัน |
| 7. นายเชิรรัตน์ ตั้งไชยศิริ | 8. นางสาวภาวิณี โดดเครือ     |
| 9. นายสรยุทธ ฉัตรากาญจน์    | 10. นายสุธีรพล ปิงใจ         |
| 11. นางสาวอริษฐาน ยศสงคราม  | 12. นางสาววรภรณ์ เทียงธรรม   |
| 13. นายปฐมพงศ์ เวศอุไร      |                              |

#### 4. ความเห็นของผู้วิจัย

โดยทั่วไปแต่ละโครงการย่อยส่วนมากมีความก้าวหน้าตามแผนการวิจัย โดยไม่มีอุปสรรคสำคัญ ซึ่งการทำงานในลักษณะของโครงการย่อยทำให้นักวิจัยรุ่นกลาง/รุ่นใหม่ ได้ฝึกฝนการเป็นหัวหน้าโครงการวิจัยที่ดี สามารถวางแผนงานได้ลึก/กว้างขึ้น มีความรับผิดชอบสูงขึ้น โดยรู้จักการดูแลทีมวิจัยขนาดเล็ก-กลาง มีการขอความร่วมมือ/คำแนะนำจากนักวิจัยทั้งใน/นอกกลุ่ม เพื่อให้งานวิจัยที่ตนดูแลก้าวหน้าไปตามที่กำหนดไว้ โดยการจัดให้อาจารย์/นักวิจัย/นักศึกษามานำเสนอความก้าวหน้าของงานวิจัยเป็นระยะๆ เป็นโอกาสสำคัญของการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นในการทำวิจัยร่วมกัน ร่วมกันแก้ปัญหาวิจัยที่เกิดขึ้น ร่วมกันดูแลนักศึกษาในกลุ่ม

ทั้งนี้ การจัดประชุมประจำปี และการประชุมกลุ่มย่อยเป็นการเปิดโอกาสให้นักวิจัยนอกกลุ่มวิจัยสนใจเข้าร่วมทีมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยมีการร่วมกันดูแลนักศึกษา ให้อ่าง Lab สารเคมี เครื่องมือต่างๆ ร่วมกัน และร่วมกันเขียน manuscripts ทำให้ขอบข่ายงานวิจัยกว้างขึ้น และสังเกตเห็นการประยุกต์/ประโยชน์ที่กว้างและหลากหลายขึ้น

สังเกตได้ชัดเจนว่าการทำงานวิจัยด้วยทุนเมธีวิจัยอาวุโส สกว. นี้ มีส่วนสำคัญทำให้อาจารย์/นักวิจัย/นักศึกษาทั้งใน/ต่างสถาบันมีการร่วมมือกันมากขึ้น มีการแลกเปลี่ยนความรู้/ความชำนาญ ในลักษณะ “เสริมสร้าง” “เติมเต็ม” “ต่อยอด” ส่งผลให้แต่ละโครงการย่อยมีความเชื่อมโยงกันมากขึ้น และร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านภายนอกกลุ่มวิจัยมากขึ้น ส่งผลให้มีความก้าวหน้าในอาชีพนักวิจัย เช่น อาจารย์ในกลุ่มได้ตำแหน่งวิชาการสูงขึ้น โดยบางท่านได้รับรางวัลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย และการที่แต่ละคนได้มีโอกาสนำเสนอความก้าวหน้าของงานวิจัยอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ได้ฝึกคิด คิดเองเป็น และพัฒนาเป็นโครงการอื่นๆแตกยอดออกไปจากงานวิจัยนี้ อาจารย์/นักวิจัย/นักศึกษาแต่ละท่านมีทักษะการเขียนข้อเสนอโครงการ และ manuscripts ที่ดีขึ้น ภายใต้การดูแลอย่างใกล้ชิดจากนักวิจัยอาวุโส ทำให้ได้รับทุนประเภทอื่นๆเพิ่มเติม และการได้นำเสนอความก้าวหน้าของงานวิจัยนั้น ยังเป็นการเพิ่มทักษะ/ความชำนาญ/ความมั่นใจ ทำให้ทั้งอาจารย์/นักวิจัย/นักศึกษานำเสนอองานวิจัยในการประชุมวิชาการได้ดี มีผลลัพธ์จากการได้รับรางวัลการนำเสนอผลงานวิจัย อันอาจเป็นแรงจูงใจที่ทำให้นักศึกษาหลายคนศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น และเป็นแรงดึงดูดให้นักศึกษาใหม่ระดับบัณฑิตศึกษาเข้าร่วมกลุ่มกับอาจารย์/นักวิจัยใหม่มากขึ้น

## 5. เอกสารแนบ

### 5.1 ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่อยู่ในฐานข้อมูล และมี Impact Factor (IF)

- 5.1.1 Paiphansiri, U., and Tangboriboonrat, P.\*, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2009, 112: 769-777
- 5.1.2 Sunintaboon, P.\*, Duangphet, S., and Tangboriboonrat, P., *Colloid. Surface A.*, 2009, 350: 114-120
- 5.1.3 Polpanich, D.\*, Tangboriboonrat, P., and Elaissari, A.\*, *J. Biomed. Nanotechnol.*, 2009, 5: 486-492
- 5.1.4 Anancharungsuk, W., Taweepreda, W., Wirasate, S., Thonggoom, R., and Tangboriboonrat, P.\*, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2010, 115: 3680-3686
- 5.1.5 Anancharungsuk, W., Polpanich, D., Jangpatarapongsa, K., and Tangboriboonrat, P.\*, *Colloid. Surface B.*, 2010, 78: 328-333
- 5.1.6 Tanpantree, S., Opaprakasit, P., Loykulnant, S., Kangwansupamonkon, W., and Tangboriboonrat, P.\*, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2010, 117: 1798-1803
- 5.1.7 Kaewsaneha, C., Tangboriboonrat, P.\*, Polpanich, D., and Smanmoo, S., *Macromol. Res.*, 2010, 18: 876-883
- 5.1.8 Kaewsaneha, C., Opaprakasit, P., Polpanich, D., Smanmoo, S., and Tangboriboonrat, P.\*, *Int. J. Polym. Anal. Ch.*, 2010, 15: 524-535
- 5.1.9 Tanpantree, S., Opaprakasit, P., Polpanich, D., Smanmoo, S., and Tangboriboonrat, P.\*, *J. Biomed. Nanotechnol.*, 2010, 6: 1-6
- 5.1.10 Jangpatarapongsa, K.\*, Polpanich, D., Yamkamon, V., Ditaroth, Y., Peng-On, J., Thiramanas, R., Hongeng, S., Jootar, S., Charoenmak, L., and Tangboriboonrat, P., *Analyst*, 2011, 136: 354-358
- 5.1.11 Nasomphan, W., Tangboriboonrat, P., and Smanmoo, S.\*, *J. Fluoresc.*, 2011, 21: 187-194
- 5.1.12 Smanmoo, S.\*, Nasomphan, W., and Tangboriboonrat, P., *Inorg. Chem. Commun.*, 2011, 14: 351-354
- 5.1.13 Smanmoo, S.\*, Nasomphan, W., and Tangboriboonrat, P., *Chem. Lett.*, 2011, 40: 188-190
- 5.1.14 Nguyen, T. H., Tangboriboonrat, P., Rattanasom, N., Petchsuk, A., Opaprakasit, M., Thammawong, C. and Opaprakasit, P.\*, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2011 (in press)
- 5.1.15 Nasomphan, W., Tangboriboonrat, P., and Smanmoo, S.\*, *Macromol. Res.*, 2011 (accepted)
- 5.1.16 Kanjanathaworn, N., Kaewsaneha, C., Polpanich, D., Jangpatarapongsa, K., and Tangboriboonrat, P.\*, *Polym. Polym. Comp.*, 2011 (accepted)

## 5.2 ผลงาน submit แล้วในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่อยู่ในฐานข้อมูล และมี IF

- 5.2.1 Charoenmak, L., Polpanich, D.\*, Thiramanas, R., and Tangboriboonrat, P., "Preparation of Superparamagnetic Polystyrene-based Nanoparticles Functionalised by Acrylic Acid", *Macromol. Res.*, 2011, (revised)
- 5.2.2 Smanmoo, S.\*, Nasomphan, W. and Tangboriboonrat, P., "A Highly Selective "Turn-on" Chemosensor Based on Dansyl-salicylaldehyde Schiff Base for Cu<sup>2+</sup> Ion Detection", (submitted)
- 5.2.3 Smanmoo, S.\*, Nasomphan, W. and Tangboriboonrat, P., "Pyrazolidine Luminol as a Selective Colorimetric for Cu<sup>2+</sup> in An Aqueous Environment", (submitted)
- 5.2.4 Riyajan, S.\*, Intharit, I., and Tangboriboonrat, P., "Physical Properties of Maleated Sulfur Pre vulcanized Natural Rubber-g-Cellulose Fiber", (submitted)
- 5.2.5 Riyajan, S.\*, Intharit, I., and Tangboriboonrat, P., "Physical Properties of Polymer Composite: Natural Rubber Glove/Polystyrene Foam Waste/Cellulose", (submitted)
- 5.2.6 Wirasate S.\*, Chokbunpiam, C., Thonggoom, R., and Tangboriboonrat, P., "Backing-required Properties of Films based on Natural Rubber for Transdermal Patch Application", (submitted)

## 5.3 ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติอยู่ใน scopus แต่ไม่มี IF

- 5.3.1 Nguyen, T.H., Petchsuk, A., Tangboriboonrat, P., Opaprakasit, M., Sharp, A., and Opaprakasit, P.\*, *Adv. Mater. Research*, 2010, 93-94: 198-201
- 5.3.2 Thammawong, C., Petchsuk, A., Opaprakasit, M., Chanunpanich, N., Tangboriboonrat, P., and Opaprakasit, P.\*, *Adv. Mater. Research*, 2010, 93-94: 377-380
- 5.3.3 Thiramanas, R., Wanotayan, R., Rahong, S., Jangpatarapongsa, K., Tangboriboonrat, P., and Polpanich, D.\*, *Adv. Mater. Research*, 2010, 93-94: 292-295
- 5.3.4 Riyajan, S., Intharit, I., Thaiprasansup, S., and Tangboriboonrat, P., *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 2010, 4: 56-57

## 5.4 manuscripts ที่กำลังจัดเตรียมเพื่อส่งตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติที่มี IF

- 5.4.1 Improvement of Biocompatibility of Natural Rubber by PLA-PEG-PLA Triblock Copolymer
- 5.4.2 Synthesis and Characterizations of Poly(L-Lactic Acid-co-Ethylene Glycol) Block Copolymers
- 5.4.3 Enhancement of Mechanical Properties of Poly(L-lactide-co-D,L-lactide) Copolymers by Physical Crosslinks Derived from Configuration Interlocks
- 5.4.4 Property Modification of Epoxidized Natural Rubber: Crosslinking by Reactive Blend Technique of Poly(L-Lactic Acid-co-Ethylene Glycol) Block Copolymers

- 5.4.5 Preparation and Characterizations of  $Fe_3O_4$  Magnetic Nanoparticles Coated PLA-grafted Chitosan Copolymer as Potential Drug Delivery Material for Naproxen
- 5.4.6 Morphology and Interactions of Naproxen-loaded  $Fe_3O_4$  Magnetic Nanoparticles Coated PLA-co-PEG Block Copolymer

## 5.5 การจัดประชุมประจำปีเมธีวิจัยอาวุโส สกว. – ศ. ดร. ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์

กำหนดการ/บรรยากาศของการประชุมประจำปีเมธีวิจัยอาวุโส สกว.

- 5.5.1 การประชุมครั้งที่ 1  
วันศุกร์ที่ 24 กรกฎาคม 2552 ณ โรงแรมสาธิตาพาววิลเลียน มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา จ.นครปฐม
- 5.5.2 การประชุมครั้งที่ 2  
วันศุกร์ที่ 30 กรกฎาคม 2553 ณ ห้อง N101 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ
- 5.5.3 การประชุมครั้งที่ 3  
วันศุกร์ที่ 29 กรกฎาคม 2554 ณ ห้องสัมมนาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา

## 5.6 รายชื่อกลุ่มวิจัย เมธีวิจัยอาวุโส สกว. – ศ. ดร. ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์