

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### การเตรียมผงถ่านแมกคาที่มีคุณสมบัติพื้นฐานที่ต้องการ

การเผาถ่านแมกคาเคมียที่อุณหภูมิ 850°C อัตราการให้ความร้อนเป็น 15°C ต่อนาที เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง จากนั้นปล่อยให้ถ่านแมกคาเคมีเย็นตัวลงจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำถ่านแมกคาเข้าเครื่องบดอย่างหยาบให้ผงถ่านมีขนาดเล็กลง โดยบดซ้ำอย่างน้อย 2 รอบ จากนั้นนำมาบดในเครื่อง Ball Mill แบบเปียกนาน 17 ชั่วโมง ซึ่งอัตราส่วนของผงถ่านแมกคา ลูกหิน และน้ำกลั่นเป็น 150 700 และ 300 มิลลิตรในเครื่อง ball mill ทิ้งไว้ 17 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำถ่านที่ได้เข้าสู่ตู้อบซึ่งมีอุณหภูมิ 100°C เป็นเวลานาน 2 วันเพื่อไล่ความชื้นในผงถ่านที่เตรียมได้และกรองผ่านตะแกรงขนาด 400 mesh เพื่อคัดแยกขนาดอนุภาคขนาดเล็กและขนาดใหญ่ออกจากกันให้มีขนาดเล็ก (0.5 - 10 ไมโครเมตร) และนำมาวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 200, 2,000 และ 3,000 เท่า เพื่อวิเคราะห์ลักษณะผงถ่านและขนาดของอนุภาคที่ศูนย์สังเคราะห์ภาพระดับนาโน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขต

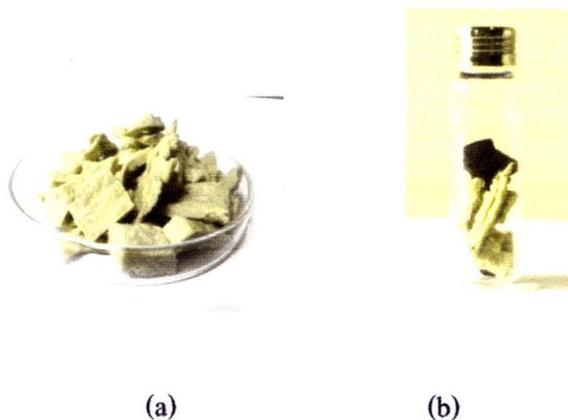
##### การหาค่าประกอบของยางสกิมด้วยเทคนิคเฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี

นำยางสกิมจากบริษัทไทยรับเบอร์ลาเท็กซ์คอร์ปอเรชัน(ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) จากนั้นนำมาล้างน้ำและรีดขางผ่านเครื่องรีดขางเพื่อให้ยางสกิมผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน และนำมาตากแดด 3 ชั่วโมง แล้วนำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ โดยนำยางสกิมที่เป็นชิ้นๆ มาชั่งน้ำหนัก 1 กรัมใส่ในหลอดแก้วใสขนาด 10 มิลลิตรสำหรับรันตัวอย่างเครื่อง Headspace นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 70°C นาน 3 ชั่วโมง นำหลอดดังกล่าวมารันเครื่อง Headspace auto-sampling ขณะเครื่องมีอุณหภูมิ 70°C นาน 10 นาที โดยเครื่อง GC-MS ใช้คอลัมน์ PEG capillary (DB-WAX, 30 m × 0.25 mm I.D. × 0.25 μm) โดยมีแก๊สฮีเลียมพาสารที่ระเหยได้เข้าเครื่องด้วยอัตราการไหลเป็น 1.3 ml/min และส่วนฉีดสารเข้าเครื่องตั้งอุณหภูมิไว้ 200°C ส่วนอุณหภูมิของ GC ตั้งอุณหภูมิ 35°C ทิ้งไว้ 6 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิจาก 35°C เป็น 180°C แล้วคงที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 5 นาที โดยมีอัตราการให้ความร้อน 10°C/min ส่วนของ Mass spectrometer ตั้งให้วัดไอออนทั้งหมดในช่วง m/z เท่ากับ 50 - 250 amu แล้วเปรียบเทียบข้อมูล Mass spectrum ของสารที่ระเหยได้ในยางสกิมกับฐานข้อมูลจาก National Institute of Standards and Technology (NIST)

##### การหาช่วงเวลาที่เหมาะสมของการดูดกลืนสารที่ระเหยได้จากยางสกิมด้วยถ่านแมกคาเคมี

นำยางสกิมที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ มาชั่งน้ำหนักให้ได้ 1 กรัม และชั่งน้ำหนักถ่านแมกคาเคมี 0.4 กรัมใส่ในหลอดแก้วใสสำหรับรันตัวอย่างเครื่อง headspace แล้วให้ความร้อนในตู้อบที่อุณหภูมิ 70°C นาน 3

ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างมาตั้งอบทิ้งไว้ให้สารที่ระเหยได้ออกมาในช่วงเวลาเป็น 0 – 24 ชั่วโมง แล้วนำมาฉีดเพื่อวิเคราะห์ผลด้วยเทคนิค Headspace GC-MS



รูป 13 ขางสгим (a) และตัวอย่างในขวด Headspace (b)

#### การหาปริมาณอานแมคคาที่เหมาะสมในการดูดกลืนสารที่ระเหยได้จากขางสгим

นำอานแมคคาเคเมียที่มีน้ำหนักเป็น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 และ 1.5 กรัมและขึ้นขางสгимที่มีน้ำหนัก 1 กรัมใส่ในหลอดแก้วใสสำหรับรันตัวอย่างเครื่อง headspace และให้ความร้อนในตู้อบที่อุณหภูมิ 70°C นาน 3 ชั่วโมงและนำมาตั้งอบทิ้งไว้นาน 16 ชั่วโมงเพื่อให้สารที่ระเหยได้ลอยอยู่ในหลอด จากนั้นฉีดเพื่อวิเคราะห์ผลด้วยเทคนิค Headspace GC-MS

#### การนำผงอานที่มีอนุภาคในระดับไมโครมาทำโฟมพอลิยูรีเทนเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสม

นำผงอานแมคคาเคเมียที่บดได้ในระดับอนุภาคไมโครผสมกับสารละลายพอลิโออล (Polyols) ที่มีความหนาแน่นต่ำให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมด้วยความเร็ว 4,000 รอบ/นาที (Pre-mix) และใส่สารละลายพอลิโออลที่มีความหนาแน่นสูงลงในเครื่องผสมให้เข้ากันก่อนเติมสารละลายของ Isocyanate, Silicone surfactants, Blowing agent, Catalyst และพอลิสไตรีน (Polystyrene) ให้มีความเข้มข้นของผงอานแมคคาในสารละลายทั้งหมดเป็น 0.1, 0.3, 0.5, 1 และ 10 % w/w ก่อนเข้าเครื่อง UM-2000 เพื่อทำให้เกิดโฟมพอลิยูรีเทน (Polyurethane, PU) แล้วผ่านการ Pressing เพื่อกดปรับขนาดความหนาของโฟมให้หนา 25 มิลลิเมตรทิ้งไว้วัน 1 วันเพื่อให้โฟมเซตตัวแข็ง ก่อนนำออกจากแบบ mold เข้าเครื่องสไลด์ตามขนาดความต้องการและผ่านการ Curing โฟมพอลิยูรีเทน แล้วตัดโฟมเพื่อจัดเก็บเป็นม้วนใหญ่ ณ บริษัท บางกอก โฟม จำกัดที่จังหวัดกรุงเทพฯ จากนั้นตรวจสอบการแผ่รังสีอินฟราเรดแบบไกลของโฟม PU ผสมผงอานแมคคาที่มีความเข้มข้นเป็น 0.1, 0.5, 1 และ 10 % w/w ด้วยเครื่อง IR Thermometer หลังจากนำตัวอย่างโฟมมาวางในตู้ซึ่งห่างจากหลอดไฟฮาโลเจนที่มีกำลัง 500 W เป็นระยะ 100 เซนติเมตร และฉายแสงจากหลอดไฟฮาโลเจนทิ้งไว้วัน 10 นาทีแล้ววัดอุณหภูมิทันทีด้วยเครื่อง IR50i

### การประเมินอุณหภูมิ

นำแผ่นตัวอย่าง โฟมพอลิยูรีเทนมาใส่กล่องไม้ โดยเชื่อมต่อหลอดไฟฮาโลเจนที่มีกำลังไฟ 500 W ให้ตั้งห่างจากตัวอย่างเป็นระยะ 100 เซนติเมตร วัดอุณหภูมิตัวอย่างด้วยเครื่อง IR50i ก่อนฉายแสงเป็น  $T_0$  แล้วฉายแสงจากหลอดไฟฮาโลเจนนาน 10 นาที แล้ววัดอุณหภูมิที่ผิวตัวอย่างอีกครั้งเป็น  $T_1$  จากนั้นปิดหลอดไฟฮาโลเจนเป็นเวลา 30 วินาที แล้ววัดอุณหภูมิที่ผิวอีกครั้งเป็น  $T_2$  กำหนดหาความแตกต่างระหว่าง  $T_1 - T_0$  แทนอุณหภูมิที่ดูดซับไว้และ  $T_2 - T_0$  แทนอุณหภูมิที่ค้างอยู่ จากนั้นหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่ดูดซับไว้ ( $\Delta T_a$ ) และความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่ค้างอยู่ ( $\Delta T_r$ ) จากการคำนวณในสมการข้างล่าง

$$\Delta T_a = (T_{1m} - T_{0m}) - (T_{1p} - T_{0p})$$

$$\Delta T_r = (T_{2m} - T_{0m}) - (T_{2p} - T_{0p})$$

เมื่อ	$\Delta T_a$	=	ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่ดูดซับ
	$\Delta T_r$	=	ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่ค้างอยู่
	$T_{1m}$	=	อุณหภูมิที่ผิวตัวอย่าง โฟมพอลิยูรีเทนที่มีผงด่านแมกคาหลังฉายแสงนาน 10 นาที
	$T_{0m}$	=	อุณหภูมิที่ผิวตัวอย่าง โฟมพอลิยูรีเทนที่มีผงด่านแมกคา ก่อนฉายแสง
	$T_{1p}$	=	อุณหภูมิที่ผิวตัวอย่าง โฟมพอลิยูรีเทนหลังฉายแสงนาน 10 นาที
	$T_{0p}$	=	อุณหภูมิที่ผิวตัวอย่าง โฟมพอลิยูรีเทนก่อนฉายแสง
	$T_{2m}$	=	อุณหภูมิที่ผิวตัวอย่าง โฟมพอลิยูรีเทนที่มีผงด่านแมกคาหลังปิดหลอดไฟ 30 วินาที
	$T_{2p}$	=	อุณหภูมิที่ผิวตัวอย่าง โฟมพอลิยูรีเทนหลังปิดหลอดไฟ 30 วินาที



(a)



(b)



(c)



(d)

รูป 14 การเชื่อมต่อเครื่องมือประเมินอุณหภูมิที่ค้างอยู่ (a) ตัวอย่าง (b) หลอดฮาโลเจน (c) และเครื่อง IR Thermometer

### การทำสนับข้อศอก

นำโฟม PU ผสมถ่านแมคคาที่มีความเข้มข้น 5 % w/w มาเคลือบกับผ้าด้วยการ Lamination กับ สารเคมีที่บริษัทบางกอก โฟม จำกัด โดยปรับความหนาของโฟมพอลิยูรีเทนลดลงเป็น 3 มิลลิเมตรเพื่อนำมาเคลือบกับผ้าอีกผืนเป็นแบบแซนวิช โดยทดสอบโฟมพอลิยูรีเทนที่ประกบ 1, 2 และ 3 ชั้นในตู้ ซึ่งห่างจากหลอดไฟฮาโลเจนที่มีกำลัง 500 W เป็นระยะ 100 เซนติเมตร ทิ้งไว้นาน 10 นาที และวัดการแผ่รังสีอินฟราเรดแบบไกลด้วยเครื่อง IR Thermometer แล้วนำโฟมพอลิยูรีเทนผสมถ่านแมคคาประกบ 2 ชั้นมาตัดเย็บเป็นสนับข้อศอกแมคคา และนำโฟม PU ที่มีความหนา 3 มิลลิเมตรมาเคลือบกับผ้าประกบ 2 ชั้นเพื่อนำมาตัดเย็บเป็นสนับข้อศอกปกติ ณ บริษัท ไทยพาสัน จำกัด และนำตัวอย่างสนับข้อศอกมาวางในตู้อีกครั้ง ที่สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล



รูป 15 สนับข้อศอก

### การวัดค่า Emissivity ของรังสีอินฟราเรดแบบไกล

นำถ่านแมคคาเคมีียวัดในย่านความยาวคลื่น 2 – 20  $\mu\text{m}$  ของเครื่อง Thorlabs PM100D Utility โดยสแกนค่า 20,000 ครั้ง/1 ค่าเป็นจำนวน 100 ค่า เพื่อหาค่าเฉลี่ย Thermal power ในหน่วย  $\mu\text{W}$  และเทียบกับพื้นที่ในการวัดออกมาคำนวณค่า Thermal Intensity แล้วนำแผ่นโฟมพอลิยูรีเทนผสมถ่านแมคคาในช่วงความเข้มข้น 0 – 10 % w/w ในย่านความยาวคลื่น 7 – 12  $\mu\text{m}$  ของเครื่อง Thorlabs PM100D Utility โดยสแกนค่า 20,000 ครั้ง/ 1 ค่าเป็นจำนวน 100 ค่า เพื่อหาค่า Thermal power ในหน่วย  $\mu\text{W}$  และเทียบกับพื้นที่ในการวัดออกมาคำนวณค่า Thermal Intensity อีกครั้งหนึ่ง ทำซ้ำแต่เปลี่ยนเป็นสนับข้อศอกที่มีโฟมพอลิยูรีเทนปกติและ โฟมพอลิยูรีเทนผสมถ่านแมคคา

### การคัดเลือกกลุ่มอาสาสมัคร

ผู้วิจัยตีคประกาศเชิญชวนกลุ่มประชาชนทั่วไป และแจกเอกสารเชิญชวนให้ผู้ป่วยที่มีอาการเจ็บข้อศอกเข้าร่วมการวิจัย มีการจัดงานเพื่อระดมผู้เข้าร่วมวิจัย ด้วยการประกาศเชิญชวนในรายการวิทยุคลื่น FM 99.0 ตีคประกาศใน <http://www.facebook.com> เป็นประกาศแบบสาธารณะ และส่งไปรษณียบัตรเชิญกลุ่มคนที่เคยลงทะเบียนสอบถามอาการปวดข้อตำแหน่งต่างๆ และคัดกรองหาผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีช่วงอายุ 25 – 80 ปี ซึ่งมีอาการปวดข้อศอกค้ำานอกมาไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ โดยทำแบบสอบถามซักประวัติทั่วไป

ประวัติการบาดเจ็บ โดยคัดออกสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีอาการบาดเจ็บของกระดูกแขนหรือคอ ประวัติกระดูกหักก่อนทำการศึกษา 6 เดือนออก ผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีประวัติเข้ารับการรักษาผ่าตัดแขน หรือเป็นโรคติดเชื้อ โรคของระบบประสาท หรือโรคระบบเมตาบอลิซึม เช่น เก๊าท์ รูมาตอยด์ และมีประวัติว่าเคยเป็นโรคมะเร็งออก

จากนั้นทำการตรวจร่างกายเพื่อประเมิน Range of Motion (ROM) เพื่อดูความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ขณะก้ม-เงยศีรษะ การเอียงไปด้านซ้าย-ขวาของศีรษะ การหมุนศีรษะไปด้านซ้าย-ขวา การเคลื่อนไหวของหัวไหล่ตอนยกแขนขึ้น-ลง การยกแขนไปด้านข้างลำตัว การงอแขน การหมุนของข้อมือ การพลิกฝ่ามือขึ้น-ลง การกำมือ และการแบมือ เพื่อประเมินว่ามีข้อติด ข้อต่อและการเคลื่อนไหวที่ติด และประมาณองศาของการยึดติด Radial Nerve Tension Test (RNTT) เพื่อตรวจ shoulder extension and internal rotation, elbow extension and pronation, wrist and fingers flexion และให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยบอกว่ามีอาการปวดตึงตามแนวของเส้นประสาท Tennis Elbow Test เพื่อค้นหาจุดที่ปวด การตึงตัวของกล้ามเนื้อแขนจากแขนที่ยกขึ้นและงอข้อศอก 90 องศา เพื่อดูการกำมือ กระจกข้อมือขึ้นมาจากนิ้วหัวแม่มือ แล้วให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยออกแรง กระจกข้อมือลงไปทางนิ้วก้อย เพื่อกดจุดเกาะของกล้ามเนื้อที่ข้อศอก จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืดแขนตรงมาด้านหน้า ลองกดข้อมือลงเพื่อดูอาการปวดบริเวณข้อศอก ถ้ากล่าวไม่พบจุดกดเจ็บ หรือผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่รู้สึกรู้ปวดขณะตรวจแรงต้านและการยืดให้คัดออก จากนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยมาตรวจประเมินผ่านเครื่อง Algometer เพื่อตรวจระดับแรงกดที่เจ็บบริเวณข้อศอกและระยะเวลาที่เจ็บ ขณะงอข้อศอกบนโต๊ะ 30 องศา เพื่อตรวจระดับความเจ็บปวดผ่านเครื่อง Algometer เมื่อตั้งค่าแรงกดคงที่ 15 นิวตัน ค้างไว้ 5 วินาที โดยตั้งระดับความเจ็บปวดจากไม่เจ็บปวด (0) - ปวดมากที่สุด (10) แล้วตรวจสอบ The Patient-rated Tennis Elbow Evaluation Questionnaire (PRTEE) จากแบบสอบถามที่ให้คะแนนระดับความปวด และความยากลำบากในการทำกิจกรรมขณะใช้แขนข้างที่มีอาการปวด เมื่อสัปดาห์ที่ผ่านมา โดยให้คะแนนจากศูนย์ถึงสิบ โดยศูนย์ "0" หมายถึง ไม่รู้สึกรู้ปวด หรือไม่มีความยากลำบากในการทำกิจกรรม และสิบ "10" หมายถึง ปวดมากที่สุดจนทนไม่ไหวหรือไม่สามารถทำกิจกรรมได้เลย ต่อมาตรวจผ่านเครื่อง Grip strength เพื่อวัดแรงบีบมือขณะเริ่มปวดข้อศอก และแรงบีบมือที่ระดับทนความเจ็บปวดไม่ได้ จากนั้นสรุปผลการตรวจ แล้วประกบน้ำแข็งพร้อมพันผ้ายืดลดอาการปวดข้อศอกและแจกแผ่นพับการดูแลอาการของโรค Tennis elbow

ผู้ร่วมวิจัยที่ผ่านการคัดกรองจับสลากด้วยวิธีสุ่มแบบไม่เฉพาะเจาะจงอย่างง่าย โดยให้สุ่มจับสลาก เขียนหมายเลข 1, 2 และ 3 หน้าลูกบอล จำนวน 18 ลูก ซึ่งมีลูกบอลหมายเลขละ 6 ลูก ให้ผู้ร่วมวิจัยจับลูกบอล เพื่อจัดเข้ากลุ่มควบคุมสลับกับกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มจนครบตามจำนวนผู้ร่วมวิจัยที่ผ่านการคัดกรอง ดังนี้

- กลุ่มควบคุม ควรได้รับการรักษาเกี่ยวกับอาการปวดข้อศอกตามขั้นตอนที่ได้รับมา

- กลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกแบบดั้งเดิม ควรได้รับการรักษาเกี่ยวกับอาการปวดศอกชั้นตอนที่ได้รับมา + สวมสนับรัดข้อศอกวันละ 4 ชั่วโมง (ลักษณะของสนับรัดข้อศอกของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีลักษณะภายนอกเหมือนกันทุกอย่างและผู้ร่วมการทดลองจะไม่ทราบว่าได้รับสนับชนิดใด)
- กลุ่มสวมสนับรัดข้อศอกที่ทอด้วยส่วนผสมของผงถ่านแมกคา ควรได้รับการรักษาเกี่ยวกับอาการปวดข้อศอกตามชั้นตอนที่ได้รับมา + สวมสนับรัดข้อศอกที่มีส่วนผสมของผงถ่านแมกคาวันละ 4 ชั่วโมง (ลักษณะของสนับรัดข้อศอกของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีลักษณะภายนอกเหมือนกันทุกอย่างและผู้ร่วมการทดลองจะไม่ทราบว่าได้รับสนับชนิดใด)

ทำการวัดตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ก่อนทดลอง หลังการสวมสนับรัดข้อศอกนาน 1 เดือน และ 2 เดือน เป็นจำนวนทั้งสิ้น 3 ครั้งๆ ประมาณ 30 นาที โดยประเมินผลจากแบบวัดความรู้สึกเจ็บปวด ซึ่งมีสเกลตั้งแต่ 1 - 10 แบบประเมิน Patient -rated Tennis Elbow Evaluation (PRTEE) เครื่องวัดแรงกดที่จุดเจ็บ (Algometer) และเครื่องวัดแรงบีบมือ