

บทที่ 2

แนวทางความคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากถ่านแมคคาเดเมียมีความสามารถในการแผ่รังสีอินฟราเรดแบบไกล ถ้าสามารถทำให้ผงถ่านแมคคาเมียขนาดเล็กกลงโดยคงสมบัตินี้ไว้ได้ และสามารถนำผงถ่านแมคคาเมียผสมลงในผ้ายืดและนำมาประยุกต์ใช้ในการบรรเทาอาการปวดตามข้อต่อของร่างกาย เนื่องจากตลาดของผ้ายืดในประเทศไทยมีปริมาณการผลิตค่อนข้างสูง นอกจากนี้ในประเทศไทยยังไม่มีกรนำผงถ่านแมคคาเมียผสมลงในผ้ายืดและผลิตจำหน่ายออกสู่ตลาด เนื่องจากประสบปัญหาเรื่องกระบวนการผลิตในระดับสเกลเล็กค่อนข้างแตกต่างจากระดับอุตสาหกรรมจริงๆ และปัญหาเรื่องต้นทุนการผลิต ในขณะที่ตลาดสิ่งทอของต่างประเทศจะใช้สารเคมีและผสมลงในผ้าเคลือบเพื่อการยืดติดและความคงทน

ถ้าเราสามารถผลิตผ้ายืดผสมผงถ่านแมคคาเมียได้จะลดการนำเข้าเส้นใยชนิดนี้จากต่างประเทศ เป็นการเพิ่มทางเลือกของตลาดสิ่งทอในประเทศ เพิ่มโอกาสในการผลิตสินค้าตัวใหม่ๆ ออกสู่ตลาด และผลักดันให้ผ้าชนิดนี้ออกสู่บริษัทที่มีศักยภาพและความสามารถในการผลิตผ้ายืด และเป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้ายืดในประเทศไทย

จากผลการทดลองเบื้องต้นพบว่ากลุ่มอาสาสมัครที่มีอาการปวดเข่ามีอาการดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่อมีการสวมผ้าตัดเย็บจากผ้ายืดผสมผงถ่านแมคคาเมียเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ดังนั้นจึงมีความมั่นใจที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับคนไข้ในกลุ่มอื่นๆ ด้วยตามหัวข้อวิจัยที่ได้เสนอ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการศึกษาสมบัติของผงถ่านแมคคาเมียในสภาวะข้อศอก อาทิการแผ่รังสีอินฟราเรด การดูดซับกลิ่น
2. พัฒนาประยุกต์ใช้แผ่นพยางค์ให้เกิดคุณค่าด้านการส่งเสริมฟื้นฟูสุขภาพของประชาชนและส่งเสริมการพัฒนากระบวนการผลิตและการใช้วัสดุที่มีภายในประเทศ ลดการนำเข้าจากต่างประเทศและเป็นการพึ่งพาตนเองตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ขอบเขตการวิจัย

เริ่มจากการศึกษาการผลิตแผ่นพยางค์รวมถึงผ้าพันข้อที่มีถ่านแมคคาเมียเป็นองค์ประกอบหลักอยู่ ซึ่งถ่านแมคคาเมียมีสมบัติพิเศษ คือ สามารถแผ่รังสีอินฟราเรดแบบไกลได้ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มอาสาสมัครที่มีอาการปวดตามข้อศอก แล้วติดตามผลการใช้ต่ออาการปวดตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย

วิธีดำเนินการวิจัยโดยสรุป

การเผาถ่านแมคคาเดเมียที่อุณหภูมิ 850°C อัตราการให้ความร้อนเป็น 15°C ต่อนาที เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง จากนั้นร่อนจนกระทั่งถ่านแมคคาเดเมียที่เตรียมได้เย็นตัวลงจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำถ่านเข้าเครื่องบดหยาบอย่างน้อย 2 ครั้งและนำผงถ่านแมคคาเดเมียใส่ลงในเครื่องบดถ่าน (pot mill) โดยบดแบบเปียกในอัตราส่วนของถ่าน ลูกหิน และน้ำกลั่นเป็น 150 กรัม 700 กรัม และ 300 มิลลิลิตร ในเครื่อง ball mill นาน 17 ชั่วโมง จากนั้นนำถ่านเข้าต่ออบเพื่อไล่ความชื้นในผงถ่านที่เตรียมได้ และกรองผ่านเครื่องร่อนแป้งเพื่อคัดแยกขนาดอนุภาคขนาดเล็กและขนาดใหญ่ออกจากกัน นำผงถ่านขนาดเล็กที่คัดแยกได้มาวัดขนาดอนุภาคผงถ่านด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดและการกระจายตัวของผงถ่านในเครื่อง Mastersizer 2000 และสมบัติการแผ่รังสีอินฟราเรดแบบไกลที่สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล จากนั้นผสมผงถ่านที่บดได้ในระดับอนุภาคไมโครที่มีความเข้มข้น 12% กับกาวพอลิยูรีเทน (Polyurethane) ที่ละนิคจนให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่น และเติมเมทิล เอทิล คีโตนเป็นตัวช่วยละลายเข้าไปที่ละนิคจนเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน จนกระทั่งเติมผงถ่านแมคคาเดเมีย ในอัตราส่วนของผงถ่านแมคคา กาวพอลิยูรีเทนและเมทิล เอทิล คีโตนเป็น 1 : 5 : 1.7 กิโลกรัม แล้วเทลงในเครื่องเคลือบผ้าโดยนำผ้ายัดสีดำสองทางผ่านลูกกลิ้ง และมีลมเป่าผ้าหลังจากผ่านลูกกลิ้งให้แห้ง แล้วเคลือบซ้ำไป-มาอย่างน้อย 2 รอบ ก่อนม้วนเก็บเป็นหลอดม้วนผ้าใหญ่ จากนั้นตรวจสอบการแผ่รังสีอินฟราเรดแบบไกลของการผสมผงถ่านแมคคาเดเมียในผ้ายัดสีดำด้วยการให้ความร้อนแก่ผ้ายัดประมาณ 40°C และวัดด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermister IRISYS 4000) จากนั้นนำมาเย็บใส่ผ้าพันข้อตามข้อศอก แล้วตรวจสอบคุณสมบัติการแผ่รังสีอินฟราเรดแบบไกลออกมา โดยให้ความร้อนแก่ผ้าดังกล่าว ณ อุณหภูมิ 40°C และวัดด้วยเครื่องวัด IRISYS 4000 แล้วนำมาทดสอบกับกลุ่มที่มีปัญหาข้อศอกเป็นเวลา 2 เดือน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำไปต่อยอดในเชิงธุรกิจในการผลิตแผ่นพวงส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ โดยกำหนดกลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มผู้ป่วยที่มีอาการปวดบริเวณต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งอาจจะเริ่มจากการแจกจ่ายให้ผู้สนใจได้ใช้ในเครือข่ายโรงพยาบาลของมหาวิทยาลัยรัฐบาลก่อน แล้วจึงขยายผลต่อไปตามโรงพยาบาลของรัฐบาล โดยเฉพาะโรงพยาบาลตามต่างจังหวัดและชนบทที่คนไข้ต้องทนทุกข์ทรมานกับอาการเจ็บปวดทั้งต้องมีค่าใช้จ่ายในการรักษาที่สูง และเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน

ลักษณะของแมคคาเดเมีย

แมคคาเดเมีย (macademia nut) เป็นพืชยืนต้นชนิดใบเลี้ยงคู่ ประเภทตระกูลถั่วซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศออสเตรเลีย สามารถพบได้ในเขตเมืองหนาว อย่างเช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และในประเทศไทย สามารถพบได้ที่ภาคเหนือ เช่น ภูเรือ สะหมอย คอยดุง คอยแม่สลองในจังหวัดเชียงราย และจังหวัดลำปาง โดยเฉพาะบนคอยมีสภาพอากาศเหมาะสมกับการปลูกพืชชนิดนี้ เดิมต้นแมคคาเดเมียที่ปลูกในคอยดุงเป็นการริเริ่มมาจากการปลูกป่าบนคอยดุงโดยพระราชดำริของสมเด็จพระเจ้า โดยมียพื้นที่ปลูกต้นแมคคาเดเมียได้ประมาณ 1,500,000 ต้น แต่ที่สามารถเก็บเกี่ยวได้จริงมีเพียง 80,000 ต้น เพราะต้นแมคคาเดเมียที่เหลืออยู่ในบริเวณลาดชันมากจนถึงหุบเหว



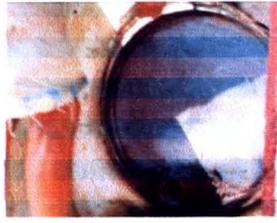
รูป 3 ลักษณะผลแมคคาเดเมีย

กระบวนการเผาถ่านแมคคาเดเมีย

เนื่องจากการเผาเปลือกแมคคาเดเมียที่มีขนาดเป็นชิ้นเล็กๆ ทำให้ยากต่อการผลิตให้ได้ถ่านที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ เนื่องจากกระบวนการเผาไหม้จะทำให้ถ่านเกิดการยุบตัวลง และทำให้เกิดการอัดแน่นมากเกินไปภายในเตาเผาทำให้กระบวนการเผาไหม้และการระบายความร้อนเกิดได้ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นเตาเผาโลหะ (Kiln) ที่ใช้ในการผลิตถ่านจะต้องมีลักษณะพิเศษ เพราะจะต้องสามารถเผาตัวอย่างที่มีขนาดเป็นชิ้นเล็กๆ ได้ดีและสามารถเพิ่มอุณหภูมิในการเผาได้สูงเกิน 1,000 องศาเซลเซียส หรือ 1,200 องศาเซลเซียส สามารถเก็บและกระจายความร้อนได้ดี ซึ่งโครงสร้างของเตาเผาออกแบบให้เก็บและระบายความร้อนได้ดี ซึ่งใช้อิฐทนไฟและทรายละเอียดเป็นฉนวน โดยการกำหนดให้ปากทางช่องไฟเข้ามีขนาดตั้งแต่ 10x15 เซนติเมตร 15x20 เซนติเมตร ไปจนถึงขนาด 20x30 เซนติเมตร (รูป 4 (1)) และมีแผ่นตะแกรงเลื่อนเปิดและปิดได้ และให้ช่องท่อกวนออกมีขนาด 10 เซนติเมตร หรือ 15 เซนติเมตร (รูป 4 (2) – (6)) นอกจากนี้แล้วจะใช้ตะแกรงเหล็กตาถี่ ขนาดช่องไม่เกิน 0.5 - 1.0 ตารางเซนติเมตร ขนาด 50x80 เซนติเมตร คัดให้เป็นลักษณะโค้งเล็กน้อยตามขนาดของเครื่องเพื่อใช้รองเปลือกแมคคาเดเมียขณะเผาและทำให้เกิดช่องระบายความร้อนด้านล่าง และมีช่องเปิดพร้อมฝาปิดด้านบนเพื่อบรรจุตัวอย่างเปลือกแมคคาเดเมียขนาด 20x20 เซนติเมตร (รูป 4 (7))



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)



(7)



(8)



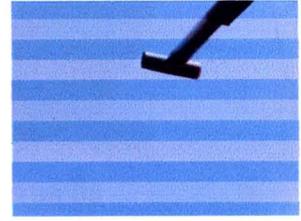
(9)



(10)



(11)



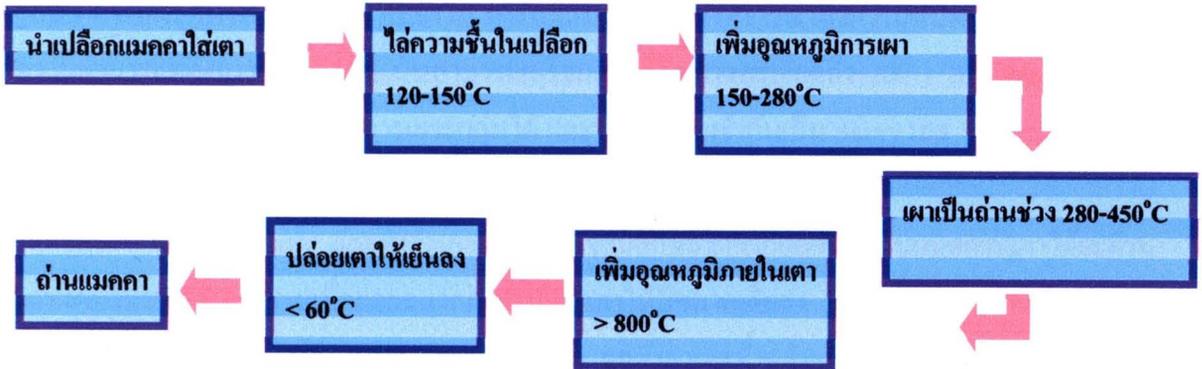
(12)

รูป 4 ลักษณะเครื่องเผาถ่านแมคคาเดเมีย

โดยอันดับแรกต้องทำความสะอาดตัวอย่างเปลือกแมคคาเดเมียก่อน จากนั้นจึงนำไปผึ่งแดดให้แห้งสนิทประมาณ 2 - 3 วัน แล้วจึงนำไปบรรจุในเตาเผาที่เตรียมไว้ ต่อจากนั้นทำการอบเพื่อไล่น้ำด้วยการเผาที่อุณหภูมิ 100 - 200 องศาเซลเซียสนาน 3 - 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นให้ความร้อนเพิ่มขึ้นให้อยู่ในช่วง 300 - 400 องศาเซลเซียส พยายามรักษาอุณหภูมิช่วงนี้ให้ได้นานที่สุด เมื่อความร้อนเริ่มถึง 600 องศาเซลเซียส จากนั้นหยุดให้ความร้อน เปิดช่องปากทางให้อากาศเข้าและออกเพื่อเร่งอุณหภูมิภายในให้สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และเริ่มสังเกตเห็นว่าควันจากปากปล่องเริ่มใส อุณหภูมิภายในจะสูงขึ้นประมาณ 800 - 1,200 องศาเซลเซียส ช่วงนี้อาจใช้เวลาประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง หลังจากอุณหภูมิขึ้นไปได้จนสูงสุดแล้วให้ปิดปล่องควัน ต่อจากนั้น

จึงปิดหน้าเครื่องให้สนิททิ้งไว้ให้เย็นลงข้ามคืน และเมื่ออุณหภูมิตกลงจนถึง 80 - 100 องศาเซลเซียสจึงค่อยนำถ่านที่ได้ออกจากเครื่องเผา ระยะเวลาในกระบวนการเผาถ่านแมคคาเดเมียด้วยเทคนิคนี้ใช้เวลาในการเผาประมาณ 12 - 24 ชั่วโมง หลังจากถ่านเย็นตัวที่อุณหภูมิปกติแล้ว นำถ่านที่ได้ไปเก็บในที่แห้ง ไม่มีความชื้น เพื่อรอการนำไปใช้งานและตรวจคุณภาพถ่านต่อไป

แผนภาพกระบวนการเผาถ่านแมคคา



เปลือกแมคคาเดเมีย



ถ่านแมคคาเดเมีย

รูป 5 เปลือกแมคคาเดเมียและถ่านแมคคาเดเมีย

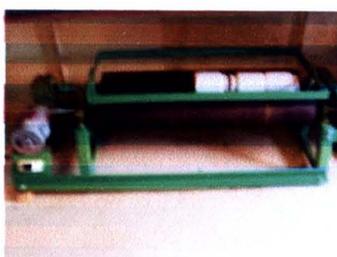
การบดผงถ่านแมคคา

การเตรียมผงถ่านแมคคาเดเมียนั้นจะใช้เทคนิคของการบดวัสดุจากชิ้นใหญ่ลงมาเป็นชิ้นเล็กๆ ได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากถ่านแมคคาเดเมียมีลักษณะเป็นทรงกลม หรือเว้าแหว่ง ต้องใช้การบดเบื้องต้นเพื่อลดขนาดผงถ่านลงมาก่อนในระดับหนึ่ง ถ่าบดโดยใช้เครื่องบดขนาดเล็ก (Mortar) จะใช้พลังงานในการบดมากพอสมควรและระยะเวลานาน ดังนั้นการใช้เครื่องมือในการลดขนาดอนุภาคจึงมีความจำเป็นมาก ซึ่งสามารถแบ่งเครื่องมือในการลดขนาดอนุภาคเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ Crushers ส่วนมากใช้หลักการ Compression และ Shear Stresses ส่วน Miller จะใช้หลักการบดเป็นส่วนใหญ่

กลุ่มของ Crushers ได้แก่ Jaw Crushers และ Roller Crushers ส่วนของ Miller ได้แก่ Hammer Mill, Ball Mill, Vibratory Mill, Attrition Mill และ Fluid Energy Mill โดยในที่นี้ขอกกล่าวแค่การบดแบบ Ball Mill ซึ่งประกอบด้วยหม้อบดพอร์ซเลนและลูกบดอลูมินาออกไซด์ (Al_2O_3) เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดในการเตรียมตัวอย่างผงถ่านแมคคาให้มีปริมาณมากพอที่จะมาทดลองและสามารถนำมาตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นในขั้นตอนต่อไป

ประสิทธิภาพของการเครื่องบด (Ball Mill) ขึ้นอยู่กับความเร็วในการบด ขนาดของลูกบด ขนาดอนุภาคที่ใส่เข้าไป น้ำหนักของวัตถุดิบ ปริมาตรของลูกบดและปริมาตรของวัตถุดิบ คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของลูกบด การเกาะกันของวัตถุดิบที่ใส่เข้าไป การบดแบบเปียกต้องพิจารณาถึงความหนืดของ Slurry ขณะบด ความสามารถในการ Ball Mill นั้นสามารถเตรียมสารที่มีขนาดละเอียดถึง 200 – 325 Mesh ในช่วงกว้าง ค่าเฉลี่ยมีช่วงแคบ สามารถลดการเกาะกลุ่มได้ และทำให้ผสมเข้ากันเป็น Slurry เลย

การบดแบบนี้สามารถบดได้ 2 แบบ คือ แบบเปียกและแบบแห้ง โดยแบบเปียกจะใช้ระยะเวลาในการบดตัวอย่างสั้นกว่าแบบแห้ง และผงถ่านแมคคาที่ได้จะมีลักษณะละเอียดกว่า ถ่านแมคคาที่เผาได้จะผ่านการบดหลายรอบในเครื่องบดหลายรอบเพื่อชดเชยขนาดผงถ่านแมคคาให้มีขนาดเล็กลง จากนั้นนำผงถ่านดังกล่าวมาเข้าเครื่องบดแบบเปียก โดยให้อัตราส่วนระหว่างผงถ่าน ลูกหิน และน้ำกลั่นเป็น 150 กรัม 700 กรัม และ 300 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาอบในตู้อบเพื่อไล่ความชื้นในผงถ่านที่เตรียมได้และกรองผ่าน 100 Mesh เพื่อคัดแยกขนาดอนุภาคขนาดเล็กและขนาดใหญ่ออกจากกันให้มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร (0.5 ไมโครเมตร – 50 นาโนเมตร)



รูป 6 เครื่อง Ball Mill

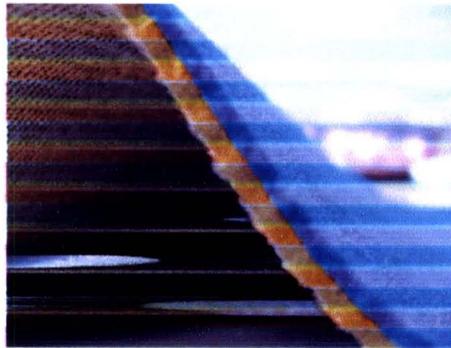
การเคลือบผ้า (Laminated fabrics)

ผ้าลามิเนทใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการพัฒนาโครงสร้างผ้า รวมถึงการตกแต่งสำเร็จรูป โดยใส่สารเคมีลงไปบนวัสดุที่ต้องการ เช่น ผ้า โฟม กระดาษ ไม้ เป็นต้น และการเคลือบผ้าด้วยสารเคมีแบบนี้มีของเสียน้อยมาก จึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเป็นการพัฒนาเทคนิคในการเคลือบผ้า เทคโนโลยีการเคลือบผ้านั้นมีการนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ต่างๆ อย่างกว้างขวาง ซึ่งสามารถทำได้โดยการนำสารมาเคลือบบนผิวของวัสดุ ทำให้แห้งแล้วอีกทีก็อยู่บนผิวของวัสดุด้วยความร้อน สารเคมีก็จะอยู่ในรูปของสารละลายที่มีความหนืดพอสมควร และเมื่อให้ความร้อนจะต้องเกิดเป็นฟิล์มเคลือบอยู่บนผิวของวัสดุ ซึ่งพอลิเมอร์ที่ปัจจุบันมีการนำมาใช้มีอยู่หลายชนิด เช่น Polyvinyl chloride (PVC),

Polyvinylidene chloride (PVDC), Polytetra fluoroethylene (PTFE), Rubber, Styrene Butadiene Rubber (SBR), Nitrile rubber, Butyl rubber, Polychloroprene (Neoprene), Chlorosulfonated polyethylene, Silicone rubber, Polyurethane เป็นต้น

นอกจากนี้ความหลากหลายของสารเคมีหรือพอลิเมอร์ที่สามารถใช้ได้แล้ว ในส่วนของเทคนิคการเคลือบผ้ายังมีหลายวิธีโดยจุดประสงค์หลัก คือ การทำให้สารเคมีที่ต้องการไปอยู่บนพื้นผิวของวัสดุนั้น โดยสามารถควบคุม % Pick-up ได้อย่างแน่นอนซึ่งมีวิธีการที่ทราบกันดี คือ

1. Lick roll การเคลือบด้วยวิธีนี้ ผ้าจะผ่าน roller ที่มีสาร coating ซึ่งมีการควบคุมความสม่ำเสมอของสาร โดยการใช้มีดปาด วิธีนี้เหมาะกับสารเคมีที่มีความหนืด
2. Knife coating วิธีนี้ สารที่นำมาเคลือบจะสัมผัสกับผ้าโดยตรง และใช้มีดปาดเป็นส่วนของที่ควบคุมความหนาของสาร ซึ่งวิธีนี้เหมาะกับผ้าที่ค่อนข้างหนา
3. Gravure coating ใช้ Engraved roller วิ่งผ่านอ่างสารเคมี ทำให้สารเคมีเกาะติดบนช่องว่างของ roller สารเคมีส่วนเกินจะถูกปาดออกโดยมีดปาด เมื่อผ้าวิ่งผ่านระหว่าง Engraved roller และ Pressure roller สารเคมีจะถูกผ่านไปยังผ้า
4. Rotary screen coating การเคลือบด้วยวิธีนี้ใช้ประโยชน์จาก screen ที่ตัดเป็นแนวโค้ง หรือม้วน และนำสารเคมีส่งผ่าน screen เพื่อเคลือบไปยังผ้า



รูป 7 ผ้า laminate โดยการเคลือบผ้าสองชั้น

นอกจากเทคนิคที่กล่าวมา ยังมีเทคนิคการเคลือบอีกหลายวิธีที่ไม่ได้กล่าวถึง หากแต่ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงเทคโนโลยีเคลือบผ้าที่ทันสมัย เป็นเทคโนโลยีขั้นสูงและนำมาประยุกต์ใช้กับสิ่งทอ ซึ่งสามารถยกระดับคุณภาพผ้าเคลือบสู่ฟังก์ชันที่สูงกว่าวิธีที่กล่าวมาคือ

1. Plasma coating เป็นกระบวนการวิศวกรรมบนพื้นผิววัสดุที่รวดเร็ว หลากหลาย และมีความยืดหยุ่นสูงในการที่จะเพิ่มฟังก์ชันพิเศษบนสิ่งทอด้วยการใช้ก๊าซ (Gas) เทคนิคนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก เนื่องจากไม่ใช้น้ำและสารเคมีที่เป็นอันตราย เนื่องจากความหลากหลายของก๊าซและผลการเคลือบที่ถาวร จึงมีประสิทธิภาพสูง แต่มีต้นทุนการผลิตที่สูงมาก

2. Nanomaterials coating การวิจัยและพัฒนาในส่วนของวัสดุนาโน ช่วยนำความก้าวหน้าในการเคลือบผ้า เพื่อต้านทานเชื้อไวรัส และเชื้อรา นอกจากนี้การเคลือบผ้าด้วยสารนาโนที่เป็นโลหะ ทำให้ผ้ากันน้ำ กันสิ่งสกปรก และกันยับได้เป็นอย่างดี

3. Inkjet printing เป็นการพิมพ์แบบหมึกหยด ซึ่งปัจจุบันพัฒนาเป็นการพิมพ์แบบดิจิทัล เป็นการเคลือบเฉพาะจุด เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีการพิมพ์แบบดิจิทัลสามารถควบคุมปริมาณสารเคมีได้ค่อนข้างแม่นยำมาก ทำให้การเคลือบเฉพาะจุดมีคุณภาพสูง ประหยัดสารเคมี และ รักษาสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นถ้าเราสามารถผลิตผ้าที่ผสมผงถ่านแมกคาซีนมาได้จะเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และมีค่าใช้จ่ายในการใช้งานในราคาพอเหมาะ ซึ่งเป็นจุดดึงดูดให้ผู้บริโภคสนใจในผ้าดังกล่าวได้

พอลิยูรีเทน (Polyurethane)

พอลิยูรีเทนผลิตขึ้นครั้งแรกในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อใช้แทนยางธรรมชาติ ใช้ในการผลิตกระดาด การผลิตก๊าซมีสตาโรด ผ้าที่มีความทนทาน เคลือบผิวเครื่องบิน เคลือบไม้ โลหะ และอิฐ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนและสารเคมี

พอลิยูรีเทนเกิดจากปฏิกิริยาของพอลิโออลกับสารไดไอโซไซยาเนตหรือพอลิเมอร์ ไอโซไซยาเนต ซึ่งมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม โดยส่วนใหญ่พอลิยูรีเทนเป็นพลาสติกชนิดเทอร์โมเซต คือ ไม่สามารถหลอมเหลวและนำมาขึ้นรูปใหม่ได้ เช่น โฟมยืดหยุ่น โฟมแข็ง สารเคลือบป้องกันสารเคมี กาว สารฉนวน และอีลาสโตเมอร์

การใช้ประโยชน์พอลิยูรีเทนในการเคลือบผิววัสดุ ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันการสึกกร่อน ทนต่อแรงขีดถูได้ดี สามารถเคลือบได้ทั้งไม้ โลหะ กระดาด ผนัง สิ่งทอ เช่น เส้นใยสแปนเด็กซ์ (Spandex fiber) ที่มีความทนทานและยืดหยุ่นได้ดี เป็นวัสดุใส่ในหมอน ที่นอน และเบาะรองนั่งรถยนต์ โฟมกันกระแทกในกล่องบรรจุภัณฑ์ วัสดุประกอบไม้-พลาสติก กาวและสารผลิตภัณฑ์ต่างๆ ใช้ทำอุปกรณ์ทางการแพทย์ ทำเรือ และอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้มีการพัฒนาไปเป็นวัสดุประเภทต่างๆ ได้แก่ flexible foam, rigid foam และ elastomer วัสดุที่ทำจากพอลิยูรีเทนจะมีความยืดหยุ่นสูง จึงเหนียวและหักงอได้ ทนทานต่อสารเคมี มีน้ำหนักเบา สามารถใช้ประโยชน์สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องบิน ยานอวกาศ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เครื่องกีฬา เครื่องเรือน ฯลฯ

ข้อควรระวังของพอลิยูรีเทน คือ มีระยะเวลาคงสภาพหลังการผสมสั้น และพอลิยูรีเทนมักมีสารประกอบ free-isocyanate ที่ระเหยออกมาได้ เป็นอันตรายต่อสุขภาพ นอกจากนี้ยังติดไฟได้ง่ายและรวดเร็วมาก เมื่อไหม้แล้วจะให้ความร้อนและควันหนาแน่นมาก แล้วให้ก๊าซพิษออกมา ได้แก่ ไดออกซิน ไอโซไซยาไนด์ ไฮโดรเจนไซยาไนด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

เทคนิคที่ตรวจสอบผงถ่านแมกคาเดเมีย

1. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)

เอ็ม วอน เอนเดนนิ (M. Von Andenne) สร้างสำเร็จในปี พ.ศ. 2481 โดยใช้ศึกษาผิวของเซลล์ (ไม่มีชีวิต) หรือผิวของตัวอย่างวัตถุที่นำมาศึกษา ซึ่งลำแสงอิเล็กตรอนที่มีความยาวคลื่นประมาณ 0.05 อังสตรอม จะส่องกราดไปบนผิวของวัตถุทำให้ได้ภาพที่มีลักษณะเป็นภาพ 3 มิติ ซึ่งกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเป็นกล้องที่ใช้ศึกษาโครงสร้างหรือองค์ประกอบพื้นผิวของเซลล์เนื้อเยื่อหรือวัตถุใดๆ และแสดงแผนภาพการกระจายของธาตุชนิดต่างๆ ในวัสดุ สามารถตรวจสอบหาสิ่งผิดปกติบนชิ้นงาน วิเคราะห์ตัวอย่างประเภทวัสดุต่างๆ ทางโลหะ เซรามิกส์ พอลิเมอร์ เซลล์ของพืช เซลล์ของสัตว์และสามารถดูตัวอย่างที่มีความชื้นต่ำได้ โดยทำให้องค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์หรือวัตถุให้มีความเข้มของเงาแตกต่างกัน



รูป 8 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

แหล่งกำเนิดแสงอิเล็กตรอน คือ ปืนยิงอิเล็กตรอน (Electron gun) ซึ่งเป็นขดลวดทั้งสแตนมีลักษณะเป็นรูปตัววี เมื่อขดลวดทั้งสแตนร้อนขึ้นด้วยการเพิ่มกระแสไฟฟ้าเข้าไปให้ขดลวด ทำให้อิเล็กตรอนถูกปล่อยออกมาจากขดลวด เนื่องจากอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กมากเพื่อป้องกันการรบกวนของลำแสงอิเล็กตรอน จึงต้องมีการดูดอากาศออกจากตัวกล้องให้เป็นสุญญากาศเพื่อป้องกันการชนกันของมวลอากาศกับลำแสงอิเล็กตรอนซึ่งทำให้เกิดการหักเหได้

ระบบเลนส์เป็นแบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic lens) ประกอบด้วยขดลวดพันรอบแท่งเหล็ก เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น โดยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้อิเล็กตรอนเข้มข้นขึ้นเพื่อไปตกที่ตัวอย่างวัตถุที่จะศึกษา เลนส์ของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนประกอบด้วย เลนส์รวมแสง (Objective) และ Projector lens โดย Projector lens ทำหน้าที่ฉายภาพจากตัวอย่างที่ศึกษาลงบนจอภาพ (ทำหน้าที่คล้ายกับ Eyepiece ของกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา) จอภาพฉายด้วยสารเรืองแสงพวกฟอสฟอรัส เมื่อลำแสงอิเล็กตรอนตกลงบนจอ จะทำให้เกิดการเรืองแสงสีเขียวแกมเหลืองที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และสามารถบันทึกภาพนั้นด้วยกล้องถ่ายรูปซึ่งประกอบอยู่กับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนได้

การเตรียมตัวอย่างสำหรับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ต้องตัดตัวอย่างขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือเล็กกว่านี้ได้นิดหน่อย ต้องแห้งไม่มีความชื้น ไม่มีการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง และการระเหยของสารใดๆ มาติดกับกาวสองหน้าและติดกับ stub อีกทีหนึ่ง ก่อนนำไปเคลือบด้วยแพลตตินัมและแพลตติเดียม

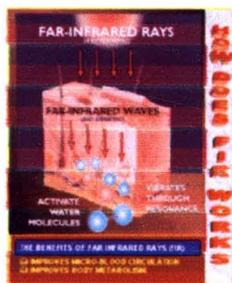
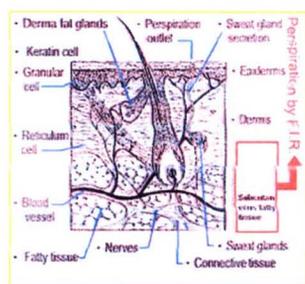
เพื่อให้อิเล็กทรอนิกส์เคลื่อนที่ได้เมื่อมีการส่งด้วยเทคนิคนี้ ซึ่งถ้าแอมคาเดเมียจะใช้เทคนิคนี้ดูความพรุนของ ถ่านที่ผิวด้านข้าง

2. การวัดรังสีฟาร์อินฟราเรด (Far-infrared)

รังสีอินฟราเรดเป็นพลังงานที่ปล่อยออกมาเกินครึ่งหนึ่งของรังสีที่ปล่อยออกจากดวงอาทิตย์และ ส่วนที่เหลือจะปล่อยออกมาในช่วงแสงที่ดวงตาคนปกติมองเห็น รังสีจากแสงแดดประกอบด้วยแสงทั้งหมด 7 สี คือ แดง ส้ม เหลือง เขียว ฟ้า เทา และม่วง ซึ่งเป็นแสงที่เรามองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และแสงแดดยัง ประกอบด้วยรังสีอินฟราเรด (Infrared ray) รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultra-violet ray) รังสีเอ็กซ์ (X-ray) และรังสี ไมโครเวฟ (Microwave) ซึ่งดวงตาเราไม่สามารถมองเห็นได้ เนื่องจากมีรังสีจำนวนมาก ทำให้วิลเลียม ฮาร์เชล นักดาราศาสตร์ชาวเยอรมันค้นพบรังสีอินฟราเรดในปี ค.ศ. 1800 โดยการศึกษาผลของความร้อนจาก แสงสีแตกต่างกัน 7 สี พบว่า อุณหภูมิในแต่ละสีเพิ่มขึ้นจากสีม่วงไปหาสีแดง อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่ เพิ่มขึ้นไม่ได้หยุดแค่แสงสีแดง แต่ยังมีช่องว่างที่เป็นสีดำ ซึ่งวิลเลียมได้ตั้งชื่อรังสีที่ไม่สามารถมองเห็นด้วย ตามนุษย์ว่า รังสีอินฟราเรด โดยเป็นรังสีที่สามารถถ่ายเททางความร้อนได้ดี

รังสีฟาร์อินฟราเรดเป็นรูปแบบของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ โดยจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับรังสีอินฟราเรดในสเปกตรัมแสงแต่มีความยาวคลื่นยาวกว่า ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เหมือนรังสีอัลตราไวโอเล็ต และรังสีเอ็กซ์ พลังงานของคลื่นมีความจำเป็นสำหรับมนุษย์และสิ่งมีชีวิตบน โลกใบนี้ ความสามารถของรังสีฟาร์อินฟราเรด คือ แทรกซึม หักเห และสะท้อนกลับ ร่างกายของมนุษย์ สามารถดูดซับรังสีฟาร์อินฟราเรดได้ เนื่องจากรังสีฟาร์อินฟราเรดแทรกซึมลึกถึงใต้ผิวหนังจนไปถึง ระดับเนื้อเยื่อในร่างกาย ยังสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงไปเป็นพลังงานความร้อนด้วยผลลัพธ์ของความร้อน ภายในระดับชั้นเนื้อเยื่อที่อยู่ลึกลงไป เช่น หลอดเลือดและเส้นเลือดฝอยขยายตัวทำให้การหมุนเวียนโลหิตดีขึ้น และช่วยเอาสารพิษและของเสียในกระบวนการเผาผลาญพลังงานออกไปผ่านทางเหงื่อ

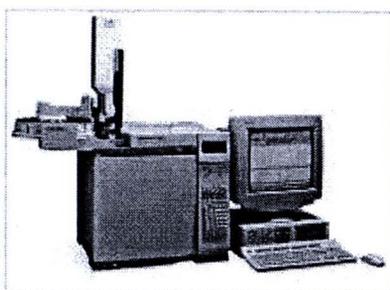
ความยาวคลื่นของอินฟราเรดอยู่ระหว่าง 0.76 - 1,000 ไมครอน โดยช่วงความยาวคลื่นของ อินฟราเรดใกล้และไกลอยู่ระหว่าง 0.76 - 1.5 ไมครอนและ 4 - 1,000 ไมครอน



รูป 9 การดูดซับรังสีฟาร์อินฟราเรดเข้าสู่ร่างกายมนุษย์และผลต่อเซลล์ชนิดต่างๆ

3. การทดสอบการดูดกลืนด้วยแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry, GC-MS)

แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรีเป็นวิธีที่สามารถทำนายชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารได้อย่างค่อนข้างแม่นยำโดยอาศัยการเปรียบเทียบ Fingerprint ของเลขมวล (Mass number) ของสารตัวอย่างนั้นๆ กับข้อมูลที่มีอยู่ใน library นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณ (Quantitative analysis) และเชิงคุณภาพ (Qualitative analysis) โดย GC-MS ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของเครื่อง GC (Gas chromatography) และส่วนของเครื่อง Mass spectrometer



รูป 10 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี

ส่วนเครื่อง Gas chromatography ทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของสารที่สามารถระเหยกลายเป็นไอ (Volatile organic compounds) ได้เมื่อถูกความร้อน กลไกที่ใช้ในการแยกองค์ประกอบต่างๆ ในสารตัวอย่างอาศัยหลักของความชอบที่แตกต่างกันขององค์ประกอบในตัวอย่างที่มีต่อเฟส 2 เฟส คือ Stationary phase และ Mobile phase

องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

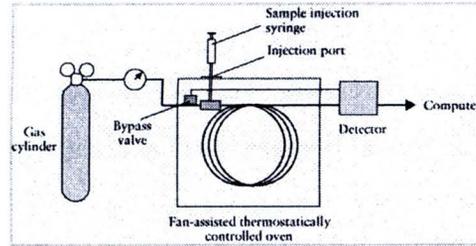
1. Injector คือ ส่วนที่สารตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าสู่เครื่องและระเหยเป็นไอก่อนที่จะเข้าสู่ Column อุณหภูมิที่เหมาะสมของ injector ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้สารตัวอย่างสามารถระเหยได้แต่ต้องไม่ทำให้สารสลายตัวตัวอย่างของ injector ได้แก่ Split, Splitless, Column

2. Oven คือ ส่วนที่ใช้สำหรับบรรจุ Column และเป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิของ Column ให้เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมกับสารที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งการควบคุมอุณหภูมิของ Oven นั้นมี 2 แบบ คือ

2.1 Isocratic Temperature

2.2 Gradient Temperature ข้อดีของการทำ Gradient temperature คือ สามารถใช้กับสารตัวอย่างที่มีจุดเดือดกว้าง (Wide boiling range) และยังช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์

3. Detector คือ ส่วนที่จะใช้สำหรับตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างและดูว่าสารตัวอย่างชนิดที่เราสนใจมีปริมาณอยู่เท่าใด



รูป 11 ส่วนประกอบพื้นฐานของ GC

ส่วนเครื่อง Mass spectrometer เป็น Detector ที่ใช้ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างโดยอาศัยกลไก คือ โมเลกุลขององค์ประกอบที่ถูกแยกออกมาจากสารตัวอย่างโดยเครื่อง GC จะถูกไอออไนซ์ในสถานะสูญญากาศ แล้วตรวจวัดออกมาเป็นเลขมวล (Mass number) เทียบกับฐานข้อมูลอ้างอิง แล้วแปลผลออกมาเป็นชื่อขององค์ประกอบนั้นๆ

องค์ประกอบสำคัญของ MS แบ่งออกเป็น

1. Ionization Source แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

Electron Ionization (EI) เป็นการทำให้สารเกิด Fragment โดยใช้ลำ Electron ซึ่ง Ionization chamber ต้องมีความดันต่ำประมาณ 8 - 10 Torr โดย Electron จาก Filament ที่ร้อนจะถูกโฟกัสผ่านห้องนี้และถูกดึงเข้าหา repeller voltage ที่มีความต่างศักย์ 70 โวลต์ จะให้พลังงานกับ Electron เป็น 70eV ทำให้ของผสมที่ซับซ้อนของไอออนเกิดการแตกหัก (Fragmentation ion) ที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและความอุดมสัมพัทธ์ (Relative abundance)

Chemical Ionization (CI) เป็นการทำให้สารเกิดการ Fragment ด้วยวิธีทางเคมีโดยผสมสารตัวอย่าง (ความดัน 4 - 10 Torr) เข้ากับแก๊สที่ทำปฏิกิริยาด้วย (ความดัน 1 Torr) แล้วผ่านสารผสมเข้าไปใน Ionization chamber โดยการทำให้เกิดการ Fragment ด้วยการชนกับ Electron เช่นเดียวกันแก๊สที่ใช้ได้แก่ Methane, Isobutane, Ammonia

2. Mass Analyzer เป็นเครื่องวิเคราะห์มวล มีหลายแบบ คือ Magnetic-sector analyzer, Electrostatic analyzer, Time-of-flight analyzer, Ion cyclotron resonance analyzer, Quadrupole mass spectrometer-Quadrupole Mass Spectrometer ใช้หลักการวิเคราะห์ด้วยสนามแม่เหล็ก คือ เป็น Path-stability mass spectrometer ซึ่งมีแหล่งผลิต Ion source 2 ส่วนโดยส่วนแรกจะทำให้ตัวอย่างกลายเป็นไอออน และส่วนที่สองทำให้สารมาตรฐานกลายเป็นไอออน ถ้าไอออนทั้งสองจะถูกบังคับให้ผ่านเครื่องแยกไอออนชุดเดียวกัน ดังนั้นไอออนทั้งหมดจะได้รับอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กในสถานะเดียวกัน แต่ตรวจและวัดด้วยเครื่อง Detector แยกกัน ซึ่งมีข้อดีคือทำให้สามารถวัดมวลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

3. Detector ที่ใช้โดยทั่วไปมีหลายอย่าง คือ Faraday cup detector, Electron multiplier detector, Scintillation counter detector, Photographic plate detector

ข้อดีของ GC-MS

1. สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งแบบทั่วไปและแบบเฉพาะเจาะจงให้ Sensitivity ที่สูง
2. สามารถบ่งชี้ชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้
3. สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

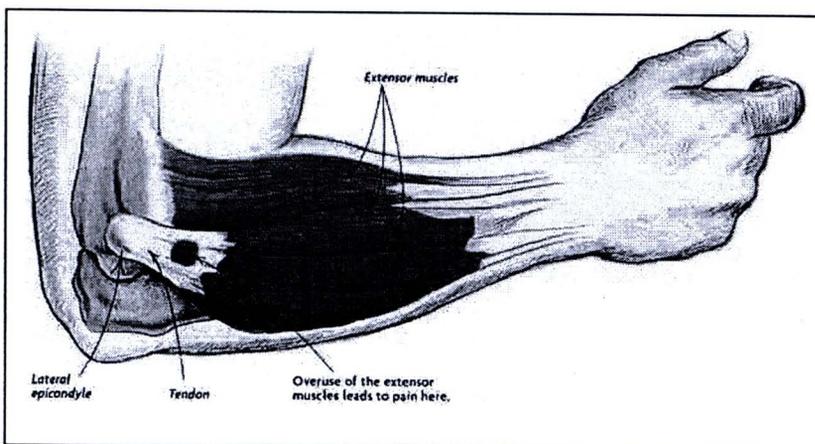
ข้อเสียของ GC-MS

1. ราคาแพง และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องสูง
2. ต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญสูง

โรคข้อศอกเทนนิส

โรคข้อศอกเทนนิสมักจะเกิดจากอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นด้านนอกของข้อศอก (ด้านข้างลำตัว) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อเชื่อม โยงด้านนอกของข้อศอก (Extensors) มีความรับผิดชอบในการยึดของนิ้วมือ การดัดข้อมือขึ้น การหมุนท่อนแขนไปในทิศทางที่ฝ่ามือขึ้น และกล้ามเนื้อเชื่อมโยงด้านในของข้อศอก (Flexors) มีความรับผิดชอบในการดัดนิ้วมือ การดัดข้อมือลง การหมุนท่อนแขนไปในทิศทางที่ฝ่ามือลง โดยเป็นผลจากการทำงานมากเกินไป ความเครียดซ้ำ หรือกิจกรรมซ้ำๆ กิจกรรมที่ใช้แรง เช่น การตีเทนนิส การเล่นกอล์ฟการใช้ค้อน การบิดไขควง เป็นต้น และไม่ใช้แรง เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ การใช้เมาส์ การทำงานสำนักงาน พบโรคนี้ได้ประมาณ 1 - 3 % ของประชากรทั่วไป

โรคข้อศอกเทนนิสปรากฏอาการปวดตรงท้องกล้ามเนื้อของแขนซึ่งรวมเข้าไปในเอ็นที่สร้าง ความเครียดสูงและยึดเกาะกับกระดูกของข้อศอก นอกจากนี้ยังเชื่อม โยงเพียงไปถึงวิธีการใช้กล้ามเนื้อแขน การควบคุมกล้ามเนื้อมือและการเคลื่อนไหวของข้อมือ กล้ามเนื้อจะเชื่อมต่อกับเส้นเอ็นที่เชื่อมต่อกับกระดูกเพียง 2 จุดเล็กๆ คือ ด้านกระดูกข้อศอกด้านนอกและด้านใน แต่ความเจ็บปวดยังสามารถเกิดขึ้นในพื้นที่อื่นๆ



รูป 12 พยาธิสภาพของอาการปวดข้อศอกแบบเทนนิส

อาการปวดข้อศอกเทนนิสเป็นอาการที่พบได้ในผู้ที่อยู่ในวัยทำงาน โดยมีอายุเฉลี่ยประมาณ 45-47 ปี มีโอกาสเป็นได้ทั้งชายและหญิงพอๆกัน ผู้ที่มีอาการข้อศอกเทนนิสจะมีอาการปวดบริเวณต่ำกว่าข้อศอก ด้านนอกลงมาเล็กน้อย จะปวดมากเมื่อต้องออกแรงบีบมือ กระดกข้อมือขึ้นหรือลง หรือเมื่อทำกิจกรรม เช่น หัวถูที่มีน้ำหนักมาก ถือแก้วน้ำ ทำงานที่ใช้เครื่องมือที่ต้องมีการจับอย่างมั่นคง เช่น ใช้อันเชน ไขควง กรรไกร หรือคีม

ในโรคข้อศอกเทนนิสจะมีลักษณะในระดับโครงสร้างย่อยของเอ็นเกาะต้นของกล้ามเนื้อกระดูกข้อมือจนเกิดอาการอักเสบ เมื่อไม่ได้พักและยังทำกิจกรรมที่กระตุ้นให้มีการฉีกขาด บริเวณที่อักเสบจะซ่อมแซมได้ไม่เต็มที่และอาจมีการบาดเจ็บซ้ำได้อีกเกิดเป็นอาการปวดข้อศอกเรื้อรัง การรักษาโรคข้อศอกเทนนิสมีมากกว่า 40 แบบ การรักษาที่นิยมได้แก่ การให้ผู้ป่วยพักการใช้แขน การรักษาด้วยการฉีดคอร์ติโคสเตียรอยด์ การรักษาทางกายภาพบำบัด เช่น การออกกำลัง การให้ความร้อน อัลตราซาวนด์ และการใช้ส้นข้อศอก การใช้ส้นข้อศอกเป็นวิธีการที่นิยมมากวิธีหนึ่ง การใช้ส้นจะช่วยลดแรงที่มากระทำต่อกล้ามเนื้อทำให้ส่วนที่ฉีกขาดได้พัก นอกจากนี้การให้ผู้ป่วยมีความรู้เกี่ยวกับโรค วิธีการปฏิบัติตัวในการทำกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน จะช่วยให้อาการทุเลาลงได้

การประคบร้อนเป็นวิธีการเบื้องต้นที่มนุษย์รู้จักใช้ในการรักษาตนเอง มีการใช้ความร้อนในรูปแบบต่างๆในทางการแพทย์ อาทิ การใช้ความร้อนต้นในการรักษาอาการปวดหลัง ปวดเข่า สำหรับในประเทศไทยได้มีผู้คิดค้นวัสดุที่เก็บความร้อนได้นาน ซึ่งก็ยังไม่สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำไปใช้ในทางคลินิกได้ ยังมีอีกหลายโรคและกลุ่มอาการที่ต้องอาศัยทั้งการประคบร้อน การกด การพันผ้ายืดเพื่อยึดให้ส่วนนั้นอยู่นิ่ง

ในงานวิจัยนี้ จึงได้ประยุกต์ใช้ความร้อนจากคลื่นฟาร์อินฟราเรดจากถ่านแมกคา เพื่อใช้ในการบรรเทาอาการปวดที่ตำแหน่งข้อศอก ร่วมกับการออกแบบผ้าที่ใช้พันยึดข้อศอก