



รายงานฉบับสมบูรณ์

ผลของไคโตซานต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำยาง
Effect of Chitosan on The Physical Properties of Latex Product

ศิวโรฒ บุญราศรี

สิงหาคม 2551

สัญญาเลขที่ RDG5050063

รายงานฉบับสมบูรณ์

ผลของไคโตซานต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำยาง
Effect of Chitosan on The Physical Properties of Latex Product

คณะผู้วิจัย สังกัด
ศิวโรฒ บุญราศรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

ไคโตซานมีการใช้งานที่หลากหลาย เช่น ทางการแพทย์ อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม แต่มีการใช้งานในวงค่อนข้างน้อย การวิจัยเรื่องผลของไคตินและไคโตซานต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์มยางธรรมชาติ โดยแปรปริมาณไคโตซานในน้ำยางขึ้น เป็น 0.5, 1, 2, 4 และ 8 phr พบว่า เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มขึ้นมีผลต่อค่า 300% โมดูลัสของฟิล์มยางมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ความต้านทานแรงดึงและความสามารถในการยืดมีแนวโน้มลดลง ยางหลังจากบ่มเร่งมีสมบัติลดลง ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของฟิล์มยางที่มีไคโตซานและไม่มีไคโตซานไม่แตกต่างกัน

ABSTRACT

Although Chitosan has been used variously such as in medical practice , industry , agriculture and so on, it's utility in Latex product is still very little. This research studied on the effect of chitosan concentration on the physical properties of natural rubber film. At The concentration of chitosan ranging from 0.5,1,2,4 and 8 phr , it was found that when chitosan increased, it raised 300% modulus of rubber film and that Tensile strength and elongation at break were decreased. And after aging, the properties were decreased. The antimicrobial efficacy of chitosan-incorporated rubber was not different from non-chitosan rubber.

1.บทสรุปย่อรายงานสำหรับผู้บริหาร

ชื่อโครงการ ผลของไคโตซานต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำยาง
Effect of Chitosan on The Physical Properties of Latex Product

ชื่อหัวหน้าโครงการ

ชื่อ-สกุล ศิวโรฒ บุญราศรี

หน่วยงาน คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ที่อยู่ 63 หมู่ 4 ถนนเชียงใหม่-พร้าว ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย
จังหวัดเชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์/โทรสาร 085-0418884 / (053)498902

E-mail : oproj@hotmail.com, oproj@yahoo.com, siwaroj@mju.ac.th

นักศึกษา

นายปรีชา เจือจันทร์

นายศิวรักษ์ จันทิ

นายอนุสรณ์ ภัคดี

ระยะเวลา การดำเนินงาน 1 ปี 1 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2550 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2551

ปัญหาที่ทําวิจัยและความสำคัญ

ไคตินและไคโตซานมีการใช้งานที่หลากหลาย เช่น ทางการแพทย์ อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม แต่ไคโตซานมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยางน้อยมาก ไคโตซานมีสมบัติเฉพาะตัวที่น่าสนใจในด้านการนำมาผสมกับน้ำยางเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของไคตินและไคโตซานต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำยาง โดยคิดว่าเมื่อมีส่วนผสมของไคโตซานในฟิล์มยางแล้ว ฟิล์มยางนั้นสามารถป้องกันเชื้อโรคได้ ในขณะที่สมบัติกายภาพไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ทั้งก่อนบ่มและหลังการบ่ม และสมบัติอย่างหนึ่งที่น่าสนใจของไคโตซาน คือ การดักจับโลหะ อาจจะมีการทำงานร่วมกับแอนติออกซิเดนท์ในการป้องกันการเสื่อมสภาพของยาง ถ้าฟิล์มยางที่มีส่วนผสมของไคโตซานแล้วสามารถป้องกันเชื้อโรคได้ ก็จะทำให้มีความปลอดภัยในขณะใช้งานไม่ว่าจะเป็น ถุงมือทางการแพทย์ ถุงมือผ่าตัด เนื่องจากมีรายงานว่าขณะการใช้งานถุงมือมีเชื้อโรคแพร่มายังถุงมือ ทำให้เกิดการติดเชื้อกับผู้ป่วย ได้มีการประมาณว่า ผู้ป่วยประมาณ 2 ล้านคน ติดเชื้อและ

ส่งผลให้เสียชีวิตถึง 80,000 รายต่อปี⁷ (ทั้งนี้การติดเชื้ออาจมาจากสาเหตุอื่นด้วย นอกจากการติดเชื้อจากถุงมือ)

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของไคโตซานต่อการป้องกันเชื้อโรค และสมบัติทางกายภาพของฟิล์มยาง

ผลการดำเนินงาน

การเตรียม 10% ไคโตซาน ดิสเพอร์ชัน

ไคตินที่ได้จากเปลือกกุ้งหรือปู จะมีสีเหลือง ไคโตซาน คือ อนุพันธ์ของไคตินที่ตัดเอาหมู่ acetyl ของน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine เรียกว่า deacetylation คือ เปลี่ยนน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine เป็น glucosamine ออกตั้งแต่ 50 % ขึ้นไป และมีสมบัติละลายได้ในกรดอ่อน ไคตินและไคโตซานที่ใช้ในการทดลองได้จากเปลือกปูมีสีเหลือง ไคโตซานเป็นชนิดโอลิโกเมอร์ (oligomer) มี Degree of deacetylation มากกว่า 85% มีความละเอียดของอนุภาคเท่ากับ 100 mesh ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในกรดอะซิติก (0.25 gram in 0.5 % Acetic acid solution 50 ml.) เนื่องจากผิวของไคโตซานมีประจุบวก เพราะฉะนั้นจึงได้ทำการเปลี่ยนรูปไคโตซานให้อยู่ในรูปของสารดิสเพอร์ชันที่กระจายตัวในน้ำและทำให้มีค่า pH ใกล้เคียงกับน้ำยาง เพื่อที่จะทำให้ไคโตซานสามารถผสมเข้ากับน้ำยางชั้นได้ โดยมีส่วนผสมไคโตซาน 10 ส่วน, Bentonite clay 1 ส่วน, Vultamol 1 ส่วน, น้ำ 78 ส่วน และแอมโมเนีย 10 ส่วน เวลาในการบดด้วยบอลมิล 96 ชั่วโมง เพื่อที่จะได้ขนาดอนุภาคต่ำกว่า 5 ไมครอน จากนั้นนำ ไคโตซานที่ทำการเตรียมวัดขนาดอนุภาค ผลการวัดขนาดอนุภาคไคโตซานมีขนาดเท่ากับ 1.94 ไมครอน ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมที่จะเติมลงไปในน้ำยาง เมื่อนำ 10% ไคโตซาน ดิสเพอร์ชันไปทดสอบความหนืดและทดสอบหาค่า pH ซึ่งผลของค่าความหนืดมากกว่า 3000 cps ผลการทดสอบค่า pH เท่ากับ 10.26 ผลการทดสอบค่าความหนืดที่ได้ค่อนข้างสูงแสดงว่าไคโตซานที่ได้ค่อนข้างกระจายตัวในน้ำได้ยาก และค่า pH มีค่าใกล้เคียงกับน้ำยาง ทำให้ 10% ไคโตซาน ดิสเพอร์ชัน สามารถผสมเข้าไปในน้ำยางได้ดี แต่จากทฤษฎีระบุว่าไคโตซานมีประจุบวก แต่ค่า pH ของ 10% ไคโตซาน ดิสเพอร์ชันที่ได้มีค่าสูงอาจจะมีอิทธิพลมาจากแอมโมเนีย ที่ใส่ลงไปปริมาณสูง เลยทำให้ประจุบนไคโตซานเปลี่ยนเป็นลบ

สมบัติของน้ำยางคอมปาวด์เมื่อแปรปริมาณไคโตซาน

น้ำยางมักเสียสภาพหรือจับตัวเมื่อเติมสารที่มีประจุบวก เช่น กรด แคลเซียมคลอไรด์ เนื่องจากรอบฟิออนูกลาคน้ำยางมีประจุลบ ค่า pH น้ำยางชั้นประมาณ 10 ดังนั้นสารที่จะใส่ลงไปได้น้ำยางได้ต้องมีประจุลบ และกระจายตัวอยู่ในน้ำ มี pH ใกล้เคียงกับน้ำยาง

วิธีการทดลองเมื่อนำสารเคมี (10% KOH, 10% Potassium oleate, 50% Sulphur, 50% ZDEC, 50% Antioxidants CPL, 50% ZnO, 10% Chitosan) ผสมกับน้ำยางชั้น (60% NR Latex (HA-type) โดยแยกเป็น 6 สูตร สูตรที่ใช้ในการทดลองมีไคโตซานในอัตราส่วนที่ต่างกัน แล้วนำมาเติมน้ำในน้ำยางคอมปาวด์ให้ได้ค่า %TSC ประมาณ 40-45% แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง หลังจากบ่มน้ำยางแล้วนำน้ำยางมาทดสอบ %TSC, %NH₃, pH และค่า KOH number จากการทดลองพบว่าเมื่อปริมาณไคโตซานในน้ำยางชั้นเพิ่มขึ้นจาก 0.5, 1, 2, 4 และ 8 phr ค่าความหนืดของน้ำยางเพิ่มขึ้นเนื่องจากสารไคโตซานคิสเพอร์ชันที่เตรียมได้ค่อนข้างมีความหนืดมาก เมื่อเติมไคโตซานในปริมาณมากทำให้น้ำยางมีความหนืดมากขึ้นด้วย เมื่อเติมไคโตซานในปริมาณน้อยเช่น 0.5, 1, 2 และ 4 phr ค่าความหนืดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เมื่อเติมไคโตซานในปริมาณมากถึง 8 phr ค่าความหนืดน้ำยางเพิ่มขึ้นสูงมาก และปกติน้ำยางจะจับตัวเมื่อเติมสารที่มีประจุบวกลงในน้ำยาง ถ้าไคโตซานมีประจุบวกจะทำให้ น้ำยางเกิดการจับตัวได้ แต่จากการทดลองน้ำยางไม่จับตัวก็อาจแสดงว่าไคโตซานที่เตรียมได้มีประจุลบหรือมีประจุบวกที่อ่อน ค่า %NH₃ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเติมไคโตซานในปริมาณมากขึ้น เนื่องจากในขั้นตอนการเตรียม 10% ไคโตซาน คิสเพอร์ชัน มีการเติมแอมโมเนียในปริมาณสูงเพื่อให้ไคโตซานกระจายตัวในน้ำได้ ที่ปริมาณไคโตซานน้อยค่า %NH₃ ต่ำเนื่องจากการเติมน้ำลงไปเจือจางน้ำยางส่วนค่า pH, KOH number และ Chloroform number ค่อนข้างคงที่

ค่า %TSC มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยเนื่องจากปริมาณน้ำที่เติมต่างกัน

ผลการทดสอบสมบัติแรงดึงของฟิล์มยางเมื่อแปรปริมาณไคโตซาน

ทำการทดลองโดยนำยางคอมปาวด์มาทดสอบคลอโรฟอร์มเมื่อได้ถึงระดับ 2 นำมาทำเป็นแผ่นฟิล์ม โดยการชุบฟิล์มยางใช้วิธีชุบแบบใช้สารช่วยจับตัว (Coagulant dipping) ขั้นตอนแรกเริ่มจากการเตรียมแม่พิมพ์หลอดแก้ว ล้างทำความสะอาดไม่ให้คราบไขมัน นำไปเข้าตู้อบ อบที่อุณหภูมิ 100°C ประมาณ 3-5 นาที แล้วนำแม่พิมพ์ไปชุบสารช่วยจับตัว 20% สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ แช่ไว้ประมาณ 10 วินาที ปล่อยให้แม่พิมพ์แห้งพอสมควร จากนั้นนำไปชุบในน้ำยางที่เตรียมไว้โดยค่อย ๆ ชุบลงอย่างช้า ๆ ค้างไว้ประมาณ 30 นาที แล้วค่อย ๆ ยกแม่พิมพ์ขึ้นอย่างช้า ๆ เพื่อไหลอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำเข้าตู้อบ อบไว้ที่อุณหภูมิ 110°C เป็นระยะเวลา 30-40 นาทีนำออกมาจากเตาอบ จากนั้นรอให้

เย็นจึงค่อยถอดชิ้นงาน นำฟิล์มยางที่ได้ไปทดสอบค่าความต้านทานแรงดึง ค่าความสามารถในการยืดจนขาด ค่าโมดูลัส ทดสอบการบ่มแรงที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง

จากการทดลองแปรปริมาณไคโตซาน เป็น 0, 0.5, 1, 2, 4 และ 8 phr พบว่าค่าความต้านทานแรงดึงมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณ ไคโตซานเพิ่มมากขึ้น ในช่วงปริมาณไคโตซานน้อยค่าความต้านทานแรงดึงมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย แต่เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มเป็น 8 phr ค่าความต้านทานแรงดึงลดลงอย่างมากเนื่องจากไคโตซานไม่มีความยืดหยุ่นเมื่อดึงยางยืดสูงทำให้ความต้านทานแรงดึงลดลง หลังจากการบ่มแรงสมบัติของยางที่ได้ตกลง แสดงว่าไคโตซานไม่สามารถช่วยป้องกันการออกซิเดชันของยาง มาตรฐานแรงดึงเมื่อขาดก่อนบ่มแรง ต่ำสุด 12.5 N แรงดึงเมื่อขาด หลังบ่มแรง ต่ำสุด 9.5 N ปริมาณไคโตซานตั้งแต่ 0.5-8 phr ได้ค่าที่ผ่านมาตรฐานมอก. 538

ค่าความสามารถในการยืดมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มมากขึ้น หลังจากการบ่มแรงสมบัติของยางที่ได้ตกลง แสดงว่าไคโตซานไม่สามารถช่วยป้องกันการออกซิเดชันของยาง มาตรฐานความยืดเมื่อขาด ก่อนบ่มแรง ต่ำสุด 700% ความยืดเมื่อขาด หลังบ่มแรง ต่ำสุด 550% ปริมาณไคโตซานมากกว่า 1 phr ได้ค่าที่น้อยกว่ามาตรฐาน (ไม่ผ่านมาตรฐานมอก. 538)

ค่าโมดูลัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มมากขึ้น ในช่วงปริมาณไคโตซานน้อยค่าโมดูลัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มเป็น 8 phr ค่าโมดูลัสเพิ่มขึ้นอย่างมากเนื่องจากไคโตซานเป็นของแข็งเมื่อดึงยางให้ยืดในปริมาณน้อย จะช่วยเสริมความแข็งแรงของยางได้ หลังจากการบ่มแรงสมบัติของยางที่ได้ตกลง แสดงว่าไคโตซานไม่สามารถช่วยป้องกันการออกซิเดชันของยาง มาตรฐานแรงดึงที่ความยืดร้อยละ 300 ก่อนบ่มแรง สูงสุด 2 N ปริมาณไคโตซานมากกว่า 0.5-4 phr ได้ค่าที่สูงกว่ามาตรฐานเล็กน้อย(ไม่ผ่านมาตรฐานมอก. 538) ปริมาณไคโตซาน 8 phr ได้ค่าที่ที่สูงกว่ามาตรฐานมอก. 538 มาก

ผลการทดสอบการเกิดจุลินทรีย์บนฟิล์มยาง

การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อเป็นปัญหาร้ายแรง ตัวอย่างเช่น ได้มีการประมาณไว้ว่าผู้ป่วยประมาณ 2 ล้านคนที่เข้ารับการรักษาในสถานพยาบาลติดเชื้อและส่งผลให้ถึงขั้นเสียชีวิตถึง 80,000 ราย ต่อปี การติดเชื้อจำนวนมากเหล่านี้คงไม่เกิดขึ้นถ้ามีการป้องกันอย่างเหมาะสม เช่น การใช้ถุงมืออย่างคุณภาพดี เกณฑ์การคัดเลือกลูกมือที่สำคัญที่สุดคือ ความสามารถในการป้องกันไม่ให้เชื้อโรคที่อยู่ในเลือดหรือสารสกปรกที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่แพร่ผ่านถุงมือเข้าไปได้ โดยเทคนิคที่ใช้ในการประเมินผลของการป้องกันการติดเชื้อโดยใช้ สารละลายสีข้อม, จุลินทรีย์ (แบคทีเรียที่ถูกข้อมสี), ไวรัสชนิด bacteriophage phiX 174 และ น้ำ โดยมีการศึกษาถุงมือที่ใช้ในการตรวจร่างกาย และถุงมือที่ใช้ในการผ่าตัดโดยใช้พอลิเมอร์ต่างกัน คือ ไวนิล ไนไตรล์ นีโอพรีน โพลีเอธิลีน และโพลีไอโซพรีน ผลที่ได้พบว่า ถุงมือที่ผลิตจากยางธรรมชาติมีคุณสมบัติในการป้องกันการติดเชื้อที่ดีกว่าถุงมือยางสังเคราะห์

อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองนี้ซึ่งพบว่าถุงมือยางธรรมชาติสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้แม้ว่าจะไม่มีการเติมไคโตซานลงไป จากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณที่เชื้อไม่เจริญพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างฟิล์มยางที่ไม่เติมไคโตซานและที่เติมไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ

ตามมาตรฐานการทำให้ปราศจากเชื้อถุงมือ ต้องผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อ และให้ระบุกรรมวิธีทำให้ปราศจากเชื้อด้วยเมื่อมีการร้องขอ

สมบัติทางพื้นผิว

สีของฟิล์มยางมีสีเหลืองเข้มขึ้นเมื่อปริมาณไคโตซานมากขึ้น เนื่องจากไคโตซานที่ใช้มีสีเหลือง เมื่อนำฟิล์มยางไปดูพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) ลักษณะพื้นผิวของฟิล์มยางที่มีไคโตซานและไม่มีไคโตซานที่กำลัขย 2,000 มีลักษณะคล้ายกัน

สรุปผลการวิจัย

- เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มขึ้นมีผลต่อสมบัติของน้ำยางคอมปาวด์ดังนี้
 - ความหนืดของน้ำยางมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
 - ค่า pH, KOH number ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างน้ำยางที่มีไคโตซานและไม่มีไคโตซาน
- เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มขึ้นมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์มยางดังนี้
 - ความต้านทานแรงดึงมีแนวโน้มลดลง
 - ความสามารถในการยืดมีแนวโน้มลดลง
 - ค่า 300% โมดูลัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- ฟิล์มยางหลังจากบ่มแรงมีสมบัติลดลง
- ความสามารถในการป้องกันเชื้อโรคไม่มีความแตกต่างกันระหว่างฟิล์มยางที่มีไคโตซานและไม่มีไคโตซาน

ข้อเสนอแนะที่คาดว่าควรวิจัยเพิ่มเติม และวิธีการที่ควรพัฒนาต่อยอดสู่ภาคปฏิบัติจริง

จากการทดลองเรื่องผลของไคตินและไคโตซานต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำยางที่สามารถนำไปใช้งานได้ เช่น ใช้ไคโตซานเป็นสารเติมในการเพิ่มค่าโมดูลัสของยางการยืดน้อย ไม่เกิน 300% modulus อาจจะเป็นยางติดกับผ้าใบหรือยางเคลือบกระดาษ โดยที่ไคโตซานในยางอาจทำให้การติดกระดาษกับยางดีขึ้น

ฟิล์มยางธรรมชาติสามารถป้องกันเชื้อโรคได้ระดับหนึ่งแม้ว่ามีไคโตซานหรือไม่มีไคโตซาน

ได้วิธีการเตรียมโคโตซานเป็นสารคิสเพอร์ชั่นที่สามารถเติมลงไปใต้น้ำอย่างขึ้นได้
ประเด็นวิจัยใหม่ไม่มีเนื่องจากฟิล์มยางธรรมชาติวัลคาไนซ์ป้องกันเชื้อโรคได้ดี

ผลงานทางวิชาการที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

- การตีพิมพ์ภายในประเทศ

2. เนื้อหา

2.1 ความสำคัญและความเป็นมาของการวิจัย

ไคโตซาน เป็นพอลิเมอร์ ธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญในรูปของ D – glucosamine พบได้ในธรรมชาติ โดยเป็นองค์ประกอบอยู่ในเปลือกนอกของสัตว์พวก กุ้ง ปู แมลง และเชื้อรา เป็นสารธรรมชาติที่มีลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัว คือ ที่เป็นวัสดุชีวภาพ (Biomaterials) ย่อยสลายตามธรรมชาติ มีความปลอดภัยในการนำมาใช้กับมนุษย์ ไม่เกิดผลเสียและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ไม่เกิดการแพ้ ไม่ไวไฟและไม่เป็นพิษ (non – phytotoxic) ต่อพืช¹ ไคโตซาน ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์เกือบทั้งหมด และน้ำที่มีค่า pH เป็นกลางหรือด่าง แต่ละลายในกรดอ่อน

ปัจจุบันมีการนำไคตินและไคโตซานมาประยุกต์ในด้านต่างๆ อาทิเช่น

ด้านอาหาร ไคโตซานมีสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์และเชื้อราบางชนิด โดยมีกลไกคือ ไคโตซานมีประจุบวก สามารถจับกับเซลล์เมมเบรนของจุลินทรีย์ที่มีประจุลบได้ ทำให้เกิดการรั่วไหลของโปรตีนและสารอื่นของเซลล์

ด้านอาหารเสริม มีรายงานว่า ไคโตซานช่วยลดคอเลสเตอรอล และไขมันในเส้นเลือด โดยไคโตซานไปจับกับคอเลสเตอรอล ทำให้ร่างกายไม่สามารถดูดซึมไปใช้หรือดูดซึมได้น้อยลง จึงมีการโฆษณาเป็นผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนัก

ด้านการแพทย์ มีการวิจัยนำแผ่นไคโตซานมาใช้ปิดแผล ช่วยทำให้ไม่เป็นแผลเป็น โดยไคโตซานช่วยลดการ contraction ของ fibroblast ทำให้แผลเรียบ กระตุ้นให้เกิดการซ่อมแซมบาดแผลให้หายเร็วขึ้น

ด้านเภสัชกรรม มีรายงานการใช้ไคโตซานเพื่อควบคุมการปลดปล่อยด้วยสำคัญ

ด้านการบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไป น้ำเสียจากอุตสาหกรรมอาหาร มีสารแขวนลอยสูง ไคโตซานมีประจุบวก สามารถจับกับโปรตีนและไขมันได้ดี นอกจากนี้มีรายงานว่าไคโตซานสามารถดักจับโลหะในน้ำทิ้ง เช่น ไอออนของปรอท ทองแดง แคดเมียม

ด้านสิ่งทอ นำมาขึ้นรูปเป็นเส้นใย และใช้ในการทอร่วมหรือเคลือบกับเส้นใยอื่นๆ เพื่อให้ได้คุณสมบัติการต้านจุลชีพ ลดการเกิดกลิ่นอับชื้น

ดังนั้น เมื่อศึกษาประโยชน์ของไคโตซานแล้วพบว่ามีความพิเศษเฉพาะตัวที่น่าสนใจในด้านการนำมาผสมกับน้ำยางเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ แต่ไคโตซานมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยางน้อยมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของไคโตซานต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์มยาง โดยคิดว่าเมื่อมีส่วนผสมของไคโตซานในฟิล์มยางแล้ว ฟิล์มยางนั้นสามารถป้องกันเชื้อโรคได้ ในขณะที่สมบัติทางกายภาพไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ทั้งก่อนบ่มและหลังการบ่ม และสมบัติหนึ่งที่น่าสนใจของ

ไคโตซาน คือ การดักจับโลหะ อาจจะมีการทำงานร่วมกับแอนติออกซิเดนในการป้องกันการเสื่อมสภาพของยาง

ถ้าฟิล์มยางที่มีส่วนผสมของไคโตซานแล้วสามารถป้องกันเชื้อโรคได้ ก็จะทำให้มีความปลอดภัยในขณะใช้งานไม่ว่าจะเป็น ถุงมือทางการแพทย์ ถุงมือผ่าตัด เนื่องจากมีรายงานว่าขณะการใช้งานถุงมือมีเชื้อโรคแพร่มายังถุงมือ ทำให้เกิดการติดเชื้อกับผู้ป่วย ได้มีการประมาณว่า ผู้ป่วยประมาณ 2 ล้านคน ติดเชื้อและส่งผลให้เสียชีวิตถึง 80,000 รายต่อปี⁷ (ทั้งนี้การติดเชื้ออาจมาจากสาเหตุอื่นด้วย นอกจากการติดเชื้อจากถุงมือ)

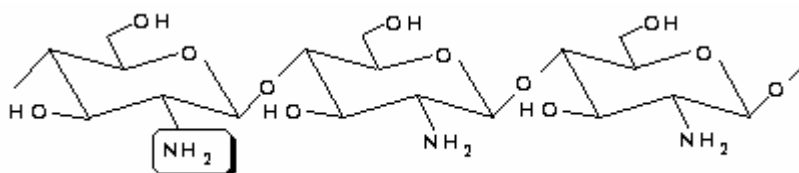
2.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของไคโตซานต่อการป้องกันเชื้อโรค และสมบัติทางกายภาพของฟิล์มยาง

2.3 ทฤษฎี แนวคิดในการวิจัย และผลงานที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 ไคโตซาน

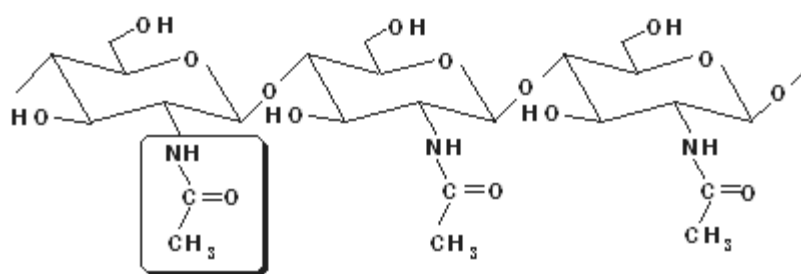
ไคโตซาน เป็นไบโอพอลิเมอร์ ธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญในรูปของ D – glucosamine¹ โครงสร้างไคโตซาน แสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีของไคโตซาน¹

โครงสร้างไคตินแสดงดังรูปที่ 2.2 หากเป็นไคตินที่ได้จากเปลือกกุ้งหรือปู จะมีสีส้มปนอยู่ นำไปแช่ในเอทานอลเพื่อละลายสียอกส่วนไคโตซาน คือ อนุพันธ์ของไคตินที่ตัดเอาหมู่ acetyl ของน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine เรียกว่า deacetylation คือ เปลี่ยนน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine เป็น glucosamine ออกตั้งแต่ 50 % ขึ้นไป และมีสมบัติละลายได้ในกรดอ่อน

ไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง จะมีสายยาวและสารละลายมีความหนืดมากกว่าไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ดังนั้นการนำไคโตซานไปใช้ประโยชน์จะต้องพิจารณาทั้งเปอร์เซ็นต์การเกิด deacetylation และน้ำหนักโมเลกุล



รูปที่ 2.2 โครงสร้างทานเคมิของไคติน¹

ปกติแล้วไคโตซานที่ได้จะมีส่วนผสมของน้ำตาล N-acetyl-D-Glucosamine และ Glucosamine อยู่ในสายพอลิเมอร์เดียวกัน ซึ่งระดับการกำจัดหมู่ acetyl (หรือเปอร์เซ็นต์การเกิด Deacetylation) นี้ มีผลต่อสมบัติและการทำงานของไคโตซาน รูปแบบของไคโตซานที่ผลิตขึ้นมาจำหน่ายในขณะนี้ มี 4 รูปแบบ ได้แก่

1. ไคโตซานที่เป็นเกล็ดหรือแผ่นบางเล็กๆ (flake)
2. ไคโตซานที่เป็นผงละเอียดคล้ายแป้ง (micromilled powder)
3. ไคโตซานในรูปแบบสารละลายเป็นของเหลวหนืด (solutions) ซึ่งความเข้มข้นอาจจะแตกต่างกันไปตาม ความต้องการของผู้สั่งซื้อ
4. ไคโตซานที่อยู่ในรูปเม็ดจิ๋วขนาดประมาณ 300-500 ไมโครเมตร (bead) ผลิตกันที่ไคโตซานที่อยู่ในรูป flake , powder , bead นั้นหากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงจะต้องมีความชื้นต่ำมากคือไม่เกิน 5-10 เปอร์เซ็นต์ หากความชื้นสูงกว่านี้ก็จะทำให้เกิดเชื้อราหรือมีสิ่งปนเปื้อนอื่นๆเข้าไปปะปนอยู่ ทำให้คุณภาพด้อยลง

2.3.2 น้ำยางชัน

น้ำยางชัน ผลิตขึ้นจากการนำน้ำยางสดจากสวนที่มีปริมาณเนื้อยาง (Dry Rubber Content) เฉลี่ยประมาณ 30% สารละลายที่ไม่ใช่ยาง (Non-rubber solid) 3% และน้ำ (Water) มาผ่านกระบวนการแปรรูปให้อยู่ในรูปของน้ำยางชันที่มีเนื้อยางแห้งอย่างน้อย 60% โดยใช้วิธีการปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง เพื่อแยกน้ำ และสารอื่นๆ ที่ละลายอยู่ออกไปบางส่วน ซึ่งน้ำยางชันแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลักๆ ได้แก่ 1) น้ำยางชันชนิดแอมโมเนียสูง (High ammonia: HA) จะใช้แอมโมเนีย 0.7% ต่อน้ำหนักยาง และ 2) น้ำยางชันชนิดแอมโมเนียต่ำ (Low ammonia: LA) จะใช้แอมโมเนีย 0.2% ต่อน้ำหนักยาง²

การใช้ประโยชน์จากน้ำยางชัน น้ำยางชันที่ผ่านการตรวจสอบมาตรฐาน จะสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ชุบแบบพิมพ์ ได้แก่ ถุงมือ ลูกโป่ง ถุงยางอนามัย ห้วนมยาง และอุปกรณ์ทางการแพทย์

สารเคมีที่ใช้น้ำยางในการทำผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สารที่ทำให้เกิดความเสถียร เช่น โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ โปแตสเซียมโอเลเอต สารประกอบกำมะถัน เช่น กำมะถัน และซิงค์ออกไซด์ พลาสติกไซเซอร์ เช่น น้ำมันพาราฟิน สารตัวเติม(Filler) เช่น ดินขาวแป้ง เหมำดำโดยสารตัวเติมเหล่านี้สามารถลดต้นทุนในกระบวนการผลิต สารเพิ่มความเข้มข้น (Thickeners) ใส่เพื่อเพิ่มความหนืดและลดการซึมทะลุขึ้นงาน โดยที่นิยมใช้คือ เซลลูโลสและโซเดียมโพลีอะไคเลต สารป้องกันยางเสื่อม (Antioxidant) เนื่องจากยางเสื่อมสลายได้เมื่อตั้งทิ้งไว้หรือขณะใช้งาน โดยออกซิเจนเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมของยาง สารป้องกันรา (Fungicide) ใส่เพื่อป้องกันการทำลายของแบคทีเรีย รา สารเคมีที่ใช้ เช่น Pentachlorophenol, Zinc Omadine ซึ่งได้รับการรับรองคุณภาพจาก ASTM G-21 ว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียได้

การศึกษาไคโตซานต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์มยาง โดยคิดว่าเมื่อมีส่วนผสมของไคโตซานในถุงมือยางแล้ว ฟิล์มยางนั้นสามารถป้องกันเชื้อโรคได้ ในขณะที่สมบัติกายภาพดี ทั้งก่อนบ่มเร่งและหลังการบ่มเร่ง

การผสมสารเคมีกับน้ำยาง ต้องเตรียมสารเคมีต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพของสารผสมกับน้ำเสียก่อนที่จะเติมผสมกับน้ำยาง ทั้งนี้เพื่อควบคุมสถานะความเป็นของเหลวของน้ำยางระหว่างกระบวนการผลิต²

การเตรียมสารต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพการผสมกับน้ำขึ้นอยู่กับสถานะของสารต่างๆ ถ้าเป็นของแข็งละลายน้ำได้ก็เตรียมเป็นสารละลาย (Solutions) ถ้าเป็นของแข็งละลายน้ำไม่ได้ก็เตรียมเป็นสารกระจายในน้ำ (Dispersion) ส่วนของเหลวที่ไม่ละลายน้ำก็เตรียมเป็นอิมัลชัน (Emulsion) สารส่วนใหญ่เป็นของแข็งซึ่งจะต้องเตรียมให้เป็นสารกระจายในน้ำ ได้แก่ Sulphur , Zinc Oxide , Accelerator และ Antioxidant มักเตรียมในหม้อบดที่ใส่ลูกหินขนาดต่างๆ อย่างน้อย 3 ขนาด หรือที่เรียกว่า Ball Mill โดยมีสารที่ช่วยกระจาย (Dispersing Agent) และอาจใช้ Bentonite clay เพื่อช่วยป้องกันการตกตะกอน

เนื่องจากไคโตซานไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายได้ในกรดอะซิติก ถ้าหากนำไคโตซานมาละลายในกรดแล้วนำไปใส่ในยางก็ทำให้ยางจับตัวก่อนที่จะนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในการทำวิจัยนี้ก็จะมีการศึกษาการเตรียมสารไคโตซานในรูปแบบที่เหมาะสมก่อนไปผสมกับน้ำยาง

2.3.3 การทำถุงมือโดยการชุบน้ำยางโดยใช้สารจับตัว (Coagulant dipping)

มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ถุงมือทั่วไป จะกำหนดความหนาของผลิตภัณฑ์ยาง ดังเช่นในตารางที่

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างความหนาของผลิตภัณฑ์จากการชุบต่าง ๆ²

ชื่อผลิตภัณฑ์	ความหนา, มม.	หมายเลขมาตรฐาน
ถุงยางอนามัย	ไม่เกิน 0.08	B.S. 3704 : 1979
ถุงมือตรวจ	ไม่น้อยกว่า 0.08	ASTM D 3572
ถุงมือผ่าตัด	ไม่น้อยกว่า 0.10	ASTM D 3577
ถุงมือผ่าตัด	ไม่น้อยกว่า 0.10	B.S. 4005 : 1984
ถุงมือการแพทย์	ไม่เกินกว่า 0.30	
	0.20 ± 0.03	มอก. 538 2527

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (THAI INDUSTRIAL STANDARD) มอก. 538 2548, ISO 10282 : 2002 กำหนดให้ถุงมือยางปราศจากเชื้อสำหรับการศัลยกรรมชนิดใช้ครั้งเดียวแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ประเภท 1 ทำจากน้ำยางธรรมชาติ (natural rubber latex) ประเภท 2 ทำจากน้ำยางไนไตรล์ (nitrile rubber latex) น้ำยางพอลิคလိုโรพรีน (polychloroprene rubber latex) สารละลายยางสไตรีน-บิวทอะไดอิน (styrene-butadiene rubber solution) อิมัลชันของยางสไตรีนบิวทอะไดอิน (styrene-butadiene rubber emulsion) หรือสารละลายเทอร์มอพลาสติกอีลาสโตเมอร์ (thermoplastic elastomer solution) มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.10 มม. คุณลักษณะเกี่ยวกับแรงดึงแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณลักษณะเกี่ยวกับแรงดึงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 538-2548

คุณลักษณะ	หน่วย	เกณฑ์ที่กำหนด	
		ถุงมือประเภท 1	ถุงมือประเภท 2
แรงดึงเมื่อขาดก่อนบ่มแรงต่ำสุด	N	12.5	9.0
ความยืดเมื่อขาด ก่อนบ่มแรงต่ำสุด	%	700	600
แรงดึงที่ความยืดร้อยละ 300 ก่อนบ่มแรง สูงสุด	N	2.0	3.0
แรงดึงเมื่อขาด หลังบ่มแรงต่ำสุด	N	9.5	9.0
ความยืดเมื่อขาด หลังบ่มแรงต่ำสุด	%	550	500

การทำให้ปราศจากเชื้อ ถุงมือต้องผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อ และให้ระบบวิธีทำให้ปราศจากเชื้อด้วยเมื่อมีการร้องขอ

สารจับตัว (Coagulant) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำยาง คือ สารละลายเกลือแคลเซียม ได้แก่ แคลเซียมไนเตรด และ แคลเซียมคลอไรด์ สารละลายนี้จะต้องทำให้แห้งหมด ๆ ก่อนที่จะชุบแม่พิมพ์ลงในน้ำยาง ความหนาของยางจากการชุบ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังนี้

ความเข้มข้นของสารจับตัว ถ้าสารจับตัวมีความเข้มข้นมาก น้ำยางที่เกาะติดบนแบบชุบก็มากขึ้น แต่ความหนาของยางที่ไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารจับตัว

ระยะเวลาในการชุบ โดยทั่วไป เมื่อเอาสารจับตัวที่เคลือบแบบชุบ ชุบลงไปในน้ำยาง เมื่อตั้งทิ้งไว้นานขึ้นความหนาของยางก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ความเข้มข้นของน้ำยาง การเพิ่มความเข้มข้นของเนื้อยางในน้ำยาง จะทำให้ความหนาของการชุบแต่ละครั้งจะเพิ่มขึ้น

ความหนืดและความเสถียรของน้ำยาง น้ำยางที่มีความหนืดสูง จะทำให้ความหนาของยางเพิ่มขึ้นต่อการชุบด้วย ส่วนความเสถียรของน้ำยางก็มีผลต่อความหนาจากการชุบเช่นเดียวกัน กล่าวคือน้ำยางที่มีสปู่มาก น้ำยางนั้นก็จะมีเสถียรมาก ความหนาของยางที่ได้จากการชุบก็จะลดลง

2.3.4 คุณสมบัติในการป้องกันการติดเชื้อของถุงมือที่ผลิตจากยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

การแพร่ระบาดของการติดเชื้อเป็นปัญหาร้ายแรงตัวอย่างเช่น ได้มีการประมาณไว้ว่าผู้ป่วยประมาณ 2 ล้านคนที่เข้ารับการรักษาในสถานพยาบาลติดเชื้อและส่งผลให้ถึงขั้นเสียชีวิตถึง 80,000 ราย ต่อปี⁷ การติดเชื้อจำนวนมากเหล่านี้คงไม่เกิดขึ้นถ้ามีการป้องกันอย่างเหมาะสม เช่น การใช้ถุงมือยางคุณภาพดี เกณฑ์การคัดเลือกถุงมือที่สำคัญที่สุดประการเดียวก็คือ ความสามารถในการป้องกันไม่ให้เชื้อโรคที่อยู่ในเลือดหรือสารสกรปรกที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่แพร่ผ่านถุงมือเข้าไปได้ โดยเทคนิคที่ใช้ในการประเมินผลของการป้องกันการติดเชื้อโดยใช้ สารละลายสีย้อม^{8,11} , จุลินทรีย์ (แบคทีเรียที่ถูกย้อมสี)⁸ , ไวรัส^{8,9,10} ชนิด bacteriophage phiX 174, น้ำ¹¹ โดยมีการศึกษาถุงมือที่ใช้ในการตรวจร่างกาย และถุงมือที่ใช้ในการผ่าตัดโดยใช้พอลิเมอร์ต่างกัน คือ ไวนิล ไนไตรล์ นิโอพรีน โพลีเอธิลีน และโพลีไอโซพรีน ผลที่ได้พบว่าถุงมือที่ผลิตจากวัสดุต่างกันย่อมแสดงคุณสมบัติแตกต่างกันด้วย ถุงมือที่ผลิตจากยางธรรมชาติมีคุณสมบัติในการป้องกันการติดเชื้อที่ดีกว่าถุงมือยางสังเคราะห์อย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นต้องระมัดระวังเป็นพิเศษในการเลือกถุงมือที่ผลิตจากยางสังเคราะห์มาใช้งานอย่างปลอดภัย สำหรับผู้ที่มีการแพ้ยางธรรมชาติและจำเป็นต้องใช้ยางสังเคราะห์ ควรเลือกถุงมือที่สามารถให้การป้องกันการติดเชื้อไวรัสที่มากับกระแสเลือดและสารอื่น ๆ ที่มีโอกาสแพร่เชื้ออันตรายได้อย่างเพียงพอ ในทางกลับกัน สำหรับคนส่วนใหญ่ที่ไม่มีอาการแพ้ยางธรรมชาติสามารถเลือกใช้ถุงมือที่ผลิตจากยางธรรมชาติที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ให้มีปริมาณโปรตีนลดลง เพื่อลดความเสี่ยงของอาการแพ้ซึ่ง ถุงมือยางธรรมชาติหา

เชื้อได้ทั่วไป ทำให้ผู้ใช้ส่วนใหญ่ยังมั่นใจในถุงมือที่ผลิตจากยางธรรมชาติที่คุณสมบัติการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคที่เหนือกว่ายางสังเคราะห์ได้ต่อไป

2.3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุรพิชญ และคณะ³ ได้ศึกษาการสังเคราะห์อนุพันธ์ไคโตซานเพื่อเป็นสารเคมีที่ช่วยในการรักษาสภาพของน้ำยางธรรมชาติ โดยในการเก็บรักษาน้ำยางธรรมชาตินั้น การใส่สารเคมีที่ช่วยในการเก็บรักษาสภาพของน้ำยางเป็นสิ่งที่ไม่ได้ในการป้องกันไม่ให้เกิด “การจับตัวที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (Spontaneous coagulation)” ซึ่งในปัจจุบันโดยทั่วไปแล้วใช้แอมโมเนียแต่แอมโมเนียระเหยง่ายและมีกลิ่นที่รุนแรง เมื่อระเหยสู่บรรยากาศจะเกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม และยังส่งผลทำให้ยากต่อการควบคุมคุณสมบัติของน้ำยางธรรมชาติในระหว่างการเก็บรักษาให้คงที่ ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาหาสารเคมีที่ช่วยในการเก็บรักษาสภาพของน้ำยางชนิดใหม่จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ งานวิจัยนี้ได้ให้ความสนใจไปที่ไคโตซานและอนุพันธ์ เนื่องจากไคโตซานและอนุพันธ์นั้น นอกจากจะได้จากวัสดุจากธรรมชาติที่เหลือใช้แล้ว ยังมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพ และง่ายต่อการดัดแปรทางเคมี (Chemical modification) เพื่อปรับแต่งคุณสมบัติ จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาสารเคมีที่ช่วยในการรักษาสภาพของน้ำยางธรรมชาติชนิดใหม่ โดยในงานวิจัยนี้ จะทำการเตรียมอนุพันธ์ไคโตซานขึ้น 2 ชนิด คือ Chitosan N-CM และ Chitosan N-GTMAC จากนั้นอนุพันธ์ไคโตซานที่เตรียมได้ดังนี้ รวมถึงไคโตซานโอลิโกเมอร์ และ ไคโตซานพอลิเมอร์ จะถูกนำมาทดสอบความสามารถในการเป็นสารเคมีที่ช่วยในการเก็บรักษาสภาพของน้ำยางธรรมชาติ โดยการเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของน้ำยางที่รักษาสภาพด้วยไคโตซานและอนุพันธ์ซึ่งมี Functional group และขนาดของโมเลกุลต่างกันเหล่านี้ กับน้ำยางที่รักษาสภาพด้วยแอมโมเนียตามวิธีเดิม จากค่า pH, ค่า Viscosity, ค่า Mechanical Stability (MST), ค่า Volatile Fatty Acid (VFA), ค่า KOH Number, Particle size และ Particle size distribution

สุรพิชญ และคณะ⁴ ศึกษาการพัฒนาสารจับตัวของน้ำยางธรรมชาติเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์บางอย่าง โดยน้ำยางธรรมชาติถือเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญอย่างมากต่ออุตสาหกรรมการผลิตวัสดุที่มีความบางซึ่งได้มาจากกระบวนการแบบหุบ เช่น ถุงมือ ถุงยางอนามัย เป็นต้น เนื่องจากด้วยสมบัติความยืดหยุ่น การทนต่อการบิดงอ อีกทั้งยังทนต่อการฉีกขาดได้อย่างดี ซึ่งยางสังเคราะห์จะมีคุณสมบัติด้อยกว่า จึงส่งผลให้มีการประยุกต์ใช้น้ำยางธรรมชาติในการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีก เช่น ลูกโป่ง ท่อสวน ปัสสาวะ อุปกรณ์คุมกำเนิด เชื้อบูต่าง ๆ ท่อยางเป็นต้น กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติเพื่อให้ได้วัสดุที่มีความบางนั้นทำได้โดยการหุบแม่แบบลงในสารจับตัวของน้ำยางก่อนแล้วจึงหุบลงในถังน้ำยางคอมพาวด์ ซึ่งการใช้สารจับตัวของน้ำยางนี้จะช่วยให้ยางติดที่แม่แบบได้ดียิ่งขึ้น

และยังช่วยให้การถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบทำได้ง่ายอีกด้วย ในงานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อต้องการศึกษาและทำการเตรียมสารจับตัวของน้ำยางให้ได้ฟิล์มยางที่บางและสม่ำเสมอ ในปัจจุบันโดยวิธีทั่วไปจะใช้แคลเซียมคลอไรด์ หรือแคลเซียมไนเตรต เป็นสารจับตัวของน้ำยาง แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะค่อนข้างหนาและไม่สม่ำเสมอ ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากกลไกการแพร่ออกของแคลเซียมไอออนซึ่งมีขนาดเล็ก ดังนั้นถ้าใช้สารจับตัวของน้ำยางเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ขึ้น อัตราการแพร่ก็จะลดลง ส่งผลให้ได้แผ่นฟิล์มยางที่บางและสม่ำเสมอได้ ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จะเน้นศึกษาผลของขนาดโมเลกุลและจำนวนประจุบวกของสารจับตัวที่มีต่อความหนาและความสม่ำเสมอของฟิล์มยางโดยละเอียด โดยพัฒนาใช้สารจับตัวประเภทเกลือของโลหะที่มีขนาดเล็กจนถึงอนุพันธ์ของโคโคซานซึ่งเป็นพอลิเมอร์ ขนาดใหญ่ โดยอนุพันธ์ของโคโคซานนี้ได้มาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของโคโคซานทำให้มีประจุบวกที่ตำแหน่งไนโตรเจนบนสายโซ่ของโคโคซาน จึงสามารถละลายน้ำได้ดีและยังได้จากปฏิกิริยาเคมีที่ทำได้ไม่ยาก ดังนั้นจึงน่าจะนำมาใช้เป็นสารช่วยจับตัวของน้ำยางได้นอกจากนี้ยังจะทำการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่จะส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพและความหนาที่สม่ำเสมอของแผ่นฟิล์มยางด้วย เช่น ความเข้มข้นของสารจับตัว เวลาที่ใช้ในการชุบใน น้ำยางและสารจับตัวของน้ำยาง อุณหภูมิที่ใช้ในการชุบเป็นต้น เพื่อให้ได้สารจับตัวของน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตภัณฑ์บางมาก

สุรพิชญ และคณะ^๕ ได้ศึกษาการครีมนางน้ำยางธรรมชาติโดยใช้ N,O-Carboxymethyl 1 Chitosan ถึงแม้ว่าในหางน้ำยางธรรมชาติยังมียางเหลืออยู่ประมาณ 3-8% w/w การเก็บรวบรวมยางส่วนนั้นจากหางน้ำยางธรรมชาติเป็นสิ่งที่กระทำได้ยาก เนื่องจากเป็นยางอนุภาคเล็ก มีปริมาณเนื้อยางต่ำ และในหางน้ำยางเองก็ประกอบด้วยส่วนที่ไม่ใช่ยางในปริมาณมาก ปัจจุบัน ในอุตสาหกรรมน้ำยางจะใช้กรดกำมะถันเข้มข้นเพื่อทำให้น้ำยางเสียเสถียรภาพและจับตัวกันเป็นเนื้อยาง แต่อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวทำให้ได้ยางที่มีคุณภาพต่ำ และก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาหาคะบวนการใหม่ที่จะช่วยลดปัญหามลภาวะ และเพิ่มมูลค่าของยางจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ งานวิจัยนี้ได้ให้ความสนใจไปที่กระบวนการครีมนางน้ำยางธรรมชาติโดยใช้ N,O-carboxymethyl chitosan เนื่องจากสารเคมีที่เตรียมได้ง่ายจากโคโคซานซึ่งได้จากวัสดุธรรมชาติที่เหลือใช้แล้ว และแสดงคุณสมบัติเป็น water-soluble hydrocolloid ในงานวิจัยนี้จะทำการเตรียม N,O-carboxymethyl chitosan จากโคโคซานซึ่งได้จากเปลือกกุ้งและโคโคซานซึ่งได้จากแกนหมัก และจำทำการครีมนางน้ำยางธรรมชาติจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศโดยวิธีนี้พร้อมกับศึกษา ผลของน้ำหนักโมเลกุล, degree of substitution, และความเข้มข้นในน้ำยางของสารเคมีนี้ ต่อประสิทธิภาพในการครีมนาง รวมถึงคุณสมบัติเชิงกลและเชิงกายภาพของยางที่ครีมนางได้

กัตชูลลี⁶ ได้ศึกษาการปรับผิวท่อยางสวนปัสสาวะเพื่อป้องกันการติดเชื้อการติดเชื้อโดยในระบบทางเดินปัสสาวะเนื่องจากการใช้หลอดสวนปัสสาวะเป็นปัญหาการติดเชื้อที่พบมากที่สุด สถานพยาบาล ปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้ป่วยมีอาการแทรกซ้อน ซึ่งอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต โครงการนี้จึงถูกเสนอขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการปรับปรุงผิวหน้าของหลอดสวนปัสสาวะด้วยพอลิเมอร์ชนิดที่มีไคโตซานเป็นองค์ประกอบหลัก การออกแบบสารปรับปรุงผิวหน้าสำหรับพัฒนาหลอดสวนในงานวิจัยนี้ ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าวัสดุที่ผลิตขึ้นได้จะสามารถลดอัตราการติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะโดยแรงผลักดันที่เกิดจากความเกาะของโมเลกุล และคุณสมบัติเฉพาะตัวของไคโตซานในการป้องกันการเติบโตของแบคทีเรีย นอกจากนี้ความเสถียรของสารปรับปรุงผิวหน้าภายใต้สภาวะการไหลของปัสสาวะเมื่อถูกเคลือบลงบนหลอดสวนเป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ต้องคำนึงในการออกแบบสารปรับปรุงผิวหน้า โดยหลักการข้างต้นผู้ร่วมโครงการจึงเสนอการลดแรงดึงดูดผิวแบบ พอลิเมอร์ที่มีลักษณะทางโครงสร้างคล้ายหวี เพื่อใช้เป็นสารปรับปรุงผิวหน้าในการแก้ไขปัญหการติดเชื้อของหลอดสวนปัสสาวะ พอลิเมอร์ดังกล่าวมีพอลิไวนิลเอมีนเป็นสายโซ่หลัก ไคโตซานและอัลคิลเป็นโซ่สาขาที่ชอบน้ำและไม่ชอบน้ำตามลำดับ พอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้สามารถจัดเรียงตัวบนผิวหน้าของหลอดสวนโดยแรงดึงดูดระหว่างหลอดสวนและโซ่สาขาอัลคิล ทั้งนี้เนื่องจากหลอดสวนที่มีจำหน่ายในทางพาณิชย์ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติหรือซิลิโคน ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชนิดไม่ชอบน้ำ ในขณะที่ไคโตซานจะแทรกตัวเข้าไปในน้ำปัสสาวะ ป้องกันการเกาะตัวและการเติบโตของแบคทีเรีย ความเสถียรของพอลิเมอร์บนพื้นผิววัสดุและการป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียจะถูกพัฒนาโดยการเปลี่ยนอัตราส่วนในเชิงปริมาณระหว่างไคโตซานต่ออัลคิลที่ใช้เป็นสารตั้งต้น

2.4 วิธีการ

อุปกรณ์การทดสอบ

- เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง (Tensile testing machine)
- กล้องจุลทรรศน์, SEM
- เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

- 60% น้ำยางข้น ชนิดแอมโมเนียสูง (HA-type)
- กำมะถัน (Sulphur)
- แซด ดี อี ซี (ZDEC, Zine diethyl dithiocarbamate)

- 10% โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์
- 10% โปตัสเซียม โอเลอเทท (Potassium oleate)
- ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide)
- ไคโตซาน (Chitosan)

2.4.1 ศึกษาการเตรียมไคโตซานดิสเพอร์ชัน

ไคตินและไคโตซานที่ใช้ในการทดลองได้จากเปลือกปูเป็นประเภทไคโตซานโอลิโกเมอร์ (oligomer) มีความละเอียดของอนุภาคเท่ากับ 100 mesh pass สมบัติทางด้านเคมีแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 Chemical and Microbiological parameter of Fine grade Chitosan from Crab shell

Parameter	Results
1. Moisture content	Less than 10.00 %
2. Ash content	Less than 1.00 %
3. Degree of deacetylation	More than 85.00 %
4. Viscosity	Less than 5 cps. (0.25 gram in 0.5 % Acetic acid solution 50 ml.)
5. Arsenic	Less than 2 ppm. As Arsenic (III) oxide (As ₂ O ₃)
6. Heavy metal	Less than 20 ppm. As lead (Pb)
7. Coliform bacteria/ <i>E. coli</i>	Absent
8. Total plate count	Less than 3,000 cfu./gram.

เนื่องจากไคโตซาน ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายได้ในกรดอะซิติก ถ้าหากว่านำไคโตซานมาละลายในกรดแล้วนำไปใส่ในยางก็จะทำให้ยางจับตัวก่อนที่จะนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในการทำวิจัยนี้ก็จะมีการศึกษาการเตรียมสารไคโตซานในรูปแบบที่เหมาะสมก่อนไปผสมกับน้ำยาง

การเตรียมไคโตซานในรูปแบบดิสเพอร์ชันเพื่อให้ขนาดของอนุภาคของไคโตซานเล็กลงโดยวิธีการได้ดัดแปลงมาจากการเตรียมกัมมะถันในรูปแบบดิสเพอร์ชัน สูตรการเตรียมกัมมะถันดิสเพอร์ชันและไคโตซานดิสเพอร์ชันแสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 สูตรการเตรียม 10% ไคโตซาน ดิสเพอร์ชัน และ 50% กำมะถัน ดิสเพอร์ชัน

ส่วนผสม	สัดส่วนโดยน้ำหนัก	
	10% ไคโตซาน ดิสเพอร์ชัน	50% กำมะถัน ดิสเพอร์ชัน
ไคโตซาน	10.0	-
กำมะถัน	-	50
Bentonite clay	1.0	1
Vultamol	1.0	1
น้ำ	78.0	48
แอมโมเนีย	10.0	-
รวม	100.0	100

เมื่อผสมสารเคมีในถังบดสัดส่วนตามตารางที่ 2.4 แล้วนำสารมาบดในเครื่องบดมิลแสดงดังรูปที่ 2.3 ไคโตซานใช้เวลาในการบด 4 วัน ส่วนกำมะถันใช้เวลาในการบด 3 วัน นำสารที่ได้ไปหาขนาดอนุภาค pH ความหนืด ตามข้อ 2.4.4 โดยเปรียบเทียบขนาดอนุภาคกำมะถันกับไคโตซาน



รูปที่ 2.3 เครื่องบดมิล (Ball mill)

2.4.2 ศึกษาสมบัติของน้ำยางคอมปาวด์ที่แปรปริมาณไคโตซาน

การออกสูตรฟิล์มยางสำหรับการทดสอบ เมื่อได้สารเคมีที่เตรียมจากเครื่องบอลมิลเรียบร้อยแล้ว จึงนำสารเคมีผสมกับน้ำยางข้นโดยแยกเป็น 6 สูตร สูตรที่ใช้ในการทดลองดังในตารางที่ 2.5 ในแต่ละสูตรใช้ไคโตซานในอัตราส่วนที่ต่างกัน หลังจากนั้นเติมน้ำในน้ำยางคอมปาวด์ให้ได้ค่า %TSC ประมาณ 40-45% บ่มที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง หลังจากบ่มน้ำยางแล้วนำน้ำยางมาทดสอบ %TSC, %NH₃, pH และค่า KOH number ตามข้อ 2.4.4

ตารางที่ 2.5 สูตรน้ำยางสำหรับทำเป็นฟิล์มยางโดยแปรปริมาณไคโตซาน

ส่วนผสม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
60% NR Latex (HA-type)	100	100	100	100	100	100
10% KOH	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
10% Potassium oleate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
50% Sulphur	1	1	1	1	1	1
50% ZDEC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
50% Antioxidants CPL	1	1	1	1	1	1
50% ZnO	2	2	2	2	2	2
10% Chitosan	0	0.5	1	2	4	8

2.4.3 ศึกษาสมบัติของฟิล์มยางเมื่อแปรปริมาณไคโตซาน

เป็นการนำน้ำยางคอมปาวด์จากข้อ 2.4.2 มาทดสอบคลอโรฟอร์มเมื่อดีถึงระดับ 2 นำมาทำเป็นแผ่นฟิล์ม โดยการชุบฟิล์มยางใช้วิธีชุบแบบใช้สารช่วยจับตัว (Coagulant dipping) ขั้นตอนแรกเริ่มจากการเตรียมแม่พิมพ์หลอดแก้ว ล้างทำความสะอาดไม่ให้คราบไขมัน นำไปเข้าตู้อบ อบที่อุณหภูมิ 100°C ประมาณ 3-5 นาที แล้วนำแม่พิมพ์ไปชุบสารช่วยจับตัว 20% สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ แช่ไว้ประมาณ 10 วินาที ปลอ่ยให้แม่พิมพ์แห้งพอหมาด ๆ จากนั้นนำไปชุบในน้ำยางที่เตรียมไว้โดยค่อย ๆ ชุบลงอย่างช้า ๆ ค้างไว้ประมาณ 1 นาที แล้วค่อย ๆ ยกแม่พิมพ์ขึ้นอย่างช้า ๆ เพื่อไหลอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำเข้าตู้อบ อบไว้ที่อุณหภูมิ 110°C เป็นระยะเวลา 30-40 นาที นำออกมาจากเตาอบ จากนั้นรอให้เย็นจึงค่อยถอดชิ้นงาน

นำฟิล์มยางที่ได้ไปทดสอบค่าความต้านทานแรงดึง ค่าความสามารถในการยืดจนขาด ค่าโมดูลัส ทดสอบการบ่มแรงที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ทดสอบการเกิดจุลินทรีย์บนฟิล์มยาง ทดสอบ ลักษณะพื้นผิวด้วยกล้อง SEM ตามข้อ 2.4.4

2.4.4 การทดสอบ

การหาขนาดอนุภาค

การวัดขนาดอนุภาคสารที่ได้จากการบดเป็นวิธีการที่ทำให้ทราบถึงความเหมาะสมของสารที่จะนำไปใช้กระบวนการผลิตกระบวนการต่อไปได้วิธีหนึ่ง เนื่องจากสารเคมีที่จะใช้น้ำยางนั้นต้องมีขนาดอนุภาคใกล้เคียงกับขนาดอนุภาคยางแต่ไม่ควรเกิน 5 ไมครอน (ยางมีขนาดอนุภาคประมาณ 1.2 ไมครอน) โดยจะมีการสุ่มตัวอย่างสารที่ได้จากการบดและนำมาวัดขนาด ใช้กล้องจุลทรรศน์ (Compound microscope) ดังรูปที่ 2.4 นำภาพอนุภาคที่ได้จากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ไปทำการวัดขนาดอนุภาคโดยใช้โปรแกรม Coreldraw และ Excel

ผลของการหาขนาดอนุภาคของสารเคมีที่เตรียมจากการเครื่องบดมิล (Ball mill) ให้ได้ขนาดตามที่ได้กำหนดไว้ โดยสารเคมีที่นำไปทดสอบหาขนาดอนุภาค คือ ไคโตซาน และ ชัลเฟอร์ โดยขนาดของสารดังกล่าวจะต้องได้ไม่เกินกว่า 5 ไมครอน



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.4 (ก) กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ OLYMPUS OPTICAL รุ่น MOPEL CHS

(ข) แผ่นไสลด์และแผ่นปิด

การหาค่าความหนืด (Viscosity)

การหาค่าความหนืดทดสอบตามมาตรฐาน ISO 1652 วิธีการทดสอบแบบย้อยคือนำโคโตะซาน หรือน้ำยางที่เตรียมมา 500 กรัม มาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer ดังแสดงในรูปที่ 2.5 โดยเริ่มต้นให้ใช้แกนหมุนเบอร์เล็กสุดก่อน แล้วปรับความเร็วในการหมุนที่ 10 20 50 และ 100 รอบต่อนาที ตามลำดับ และอ่านค่าบนหน้าปัดเครื่อง แล้วนำค่าที่อ่านได้ไปคูณกับค่าคงที่ในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าคงที่ตัวคูณ (หน่วยเป็นเซ็นติพอยส์, Centipoise: cps)⁶

ความเร็ว รอบ/นาที	เลขที่แกนหมุน						
	RV 1	RV 2	RV 3	RV 4	RV 5	RV 6	RV 7
10	10	40	100	200	400	1000	4000
20	5	20	50	100	200	500	2000
50	2	8	20	40	80	200	800
100	1	4	10	20	40	100	400

หมายเหตุ : RV= Regular viscosity



รูปที่ 2.5 เครื่องวัดความหนืด ยี่ห้อ BROOKFIELD รุ่น DV – III ULTRA

การหาค่า pH

การหาค่า pH ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 976 วิธีการทดสอบแบบย้อยคือนำโคโตะซานที่เตรียมมา 50 กรัม มาวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH Meter โดยการใช้หัวมิเตอร์ชุบลงไปโคโตะซานที่เตรียมไว้รอจนค่า pH ที่ขึ้นอยู่บนหน้าจอเครื่องหยุดนิ่งแล้วอ่านค่าก็จะได้อ่านค่าที่ pH ที่วัดได้

ทดสอบปริมาณของแข็งทั้งหมด (%TSC)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดทดสอบตามมาตรฐาน ISO 124 เป็นการทดสอบเพื่อหาปริมาณของแข็งส่วนที่เป็นเนื้อยางทั้งหมด ในน้ำยางรวมกับสารอื่น ๆ ที่เป็นของแข็งและไม่ใช่น้ำยาง ซึ่งจะคงเหลือเป็นฟิล์มยางภายหลังจากการทำให้แห้งด้วยอุณหภูมิ 100°C

ความเป็นด่าง (Alkalinity, %NH₃)

ความเป็นด่างทดสอบตามมาตรฐาน ISO 125 ความเป็นด่างของน้ำยาง หมายถึง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักของด่างที่ทดสอบโดยการไตเตรตกับสารละลายไฮโดรคลอริกมาตรฐาน น้ำยางส่วนใหญ่จะรักษาสภาพด้วยแอมโมเนีย ดังนั้นความเป็นด่างจึงระบุเป็นเปอร์เซ็นต์ของแอมโมเนียที่อยู่ในน้ำยาง

จำนวนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide number, KOH No.)

จำนวนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 127 จำนวนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ คือ จำนวนกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับแอมโมเนีย ซึ่งในน้ำยางที่มีสารของแข็ง 100 กรัม

ทดสอบระดับการวัลคาไนซ์ของยาง (Chloroform test)

โดยการนำน้ำยางคอมปาวด์ 3-5 กรัม ใส่จานแก้ว เติมคลอโรฟอร์มประมาณ 5-10 มิลลิลิตร เขย่าสารที่อยู่ในจานแก้วให้ผสมกับน้ำยาง จากนั้นนำน้ำยางที่ผสมคลอโรฟอร์มมาบีบกับมือ โดยทดสอบให้ค่าตั้งแต่เกรด 1-4

- เกรด 1. เหนียวมากเหมือนหมากฝรั่ง
- เกรด 2. เหนียวเมื่อยืดจะขาด
- เกรด 3. เหนียวเล็กน้อยเมื่อยืดจะขาดเล็กเป็นเม็ด
- เกรด 4. ร่วนเป็นผง

การทดสอบสมบัติของแรงดึง⁷

เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบสมบัติของฟิล์มยางต่อปริมาณโคโคซานที่เพิ่มขึ้นในฟิล์มยาง โดยใช้เครื่องทดสอบเครื่องดึง (Tensile testing machine) ดังรูปที่ 2.6 โดยที่จะทำการทดสอบดังต่อไปนี้

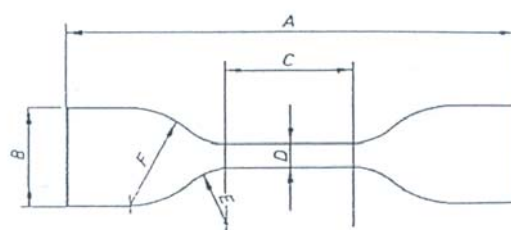
- การทดสอบค่าความต้านทานแรงดึง

- การทดสอบค่าความสามารถในการยืดจนขาด
- การทดสอบค่าโมดูลัส 300%
- การทดสอบการบ่มแรงที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 22 ชั่วโมง

การทดสอบการดึงยางจะต้องใช้เครื่องมือที่สามารถดึงยาง โดยให้ที่จับยางนั้นเคลื่อนที่ออกจากกัน ด้วยความเร็วสม่ำเสมอเท่ากับ 500 ± 50 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะห่างสูงสุดของยางที่จับยางจะต้องไม่น้อยกว่า 750 มิลลิเมตร เครื่องดึงจะต้องสามารถวัดแรงให้ถูกต้องโดยผิดพลาดไม่เกิน ± 2 เปอร์เซ็นต์ และต้องแสดงค่าแรงสูงสุดในการดึงจนขาดได้ เครื่องดึงควรมีอุปกรณ์ที่สามารถวัดความยืดของยาง (Extensometer) ได้ทุก ๆ ความยืดของยาง 10% Die มาตรฐาน ISO 37-1977 (E) มีลักษณะเป็น Dumbbell รูปร่างได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 เครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile machine)



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างยางทดสอบรูป Dumbbell

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บนฟิล์มยาง ทดลองโดยตัดฟิล์มยางเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 1×1 ซม. วางไว้ในวุ้นอาหารที่มี เชื้อ *Staphylococcus aureus* (S.aureus) ปริมาณ 10^5 cfu/ml และนำไปบ่มที่ 37°C เป็นเวลา 27 ชม. วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณที่ปราศจากการเจริญของเชื้อ S.aureus

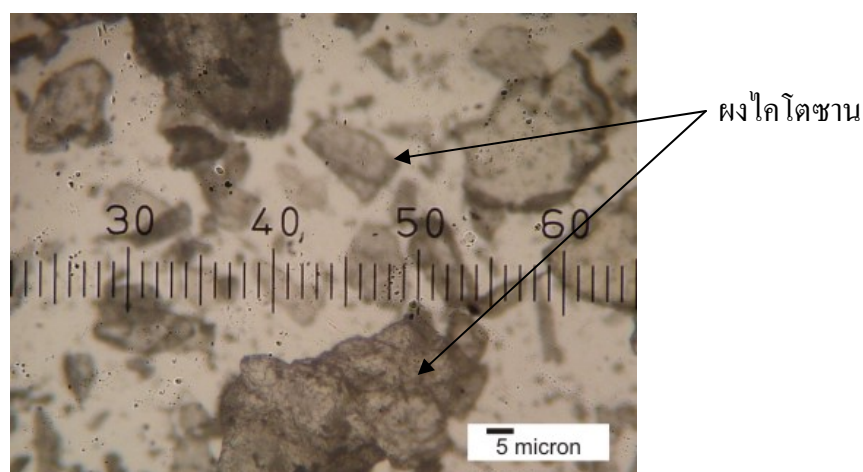
2.5 ผลการวิจัย

2.5.1 ผลการเตรียมไคโตซานดิสเพอร์ชัน

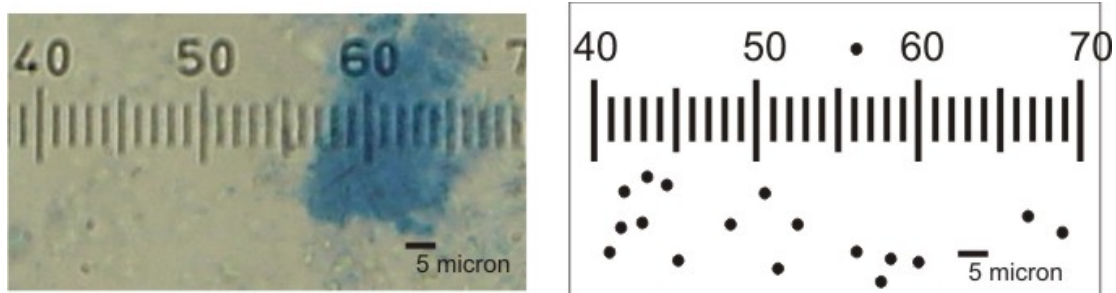
รูปของไคโตซานชนิดโพลิโกเมอร์ที่ที่จำหน่ายทางการค้าแสดงดังรูปที่ 2.8 การเตรียมไคโตซานให้เป็นสารดิสเพอร์ชันที่กระจายตัวอยู่ในน้ำโดยใช้สัดส่วน Bentonite clay , Vultamol, น้ำ และ แอมโมเนียดังแสดงในตารางที่ 2.6 แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดมิลเป็นเวลา 96 ชั่วโมง นำมาวัดขนาดอนุภาคหลังจากการบด รูปสารดิสเพอร์ชันไคโตซานแสดงในรูปที่ 2.9

ตารางที่ 2.6 สูตรการเตรียม 10% ไคโตซาน ดิสเพอร์ชัน

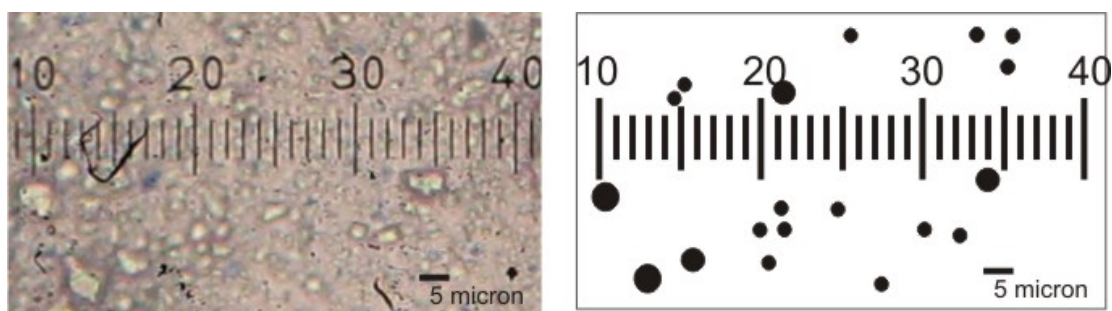
ส่วนผสม	สัดส่วนโดยน้ำหนัก
ไคโตซาน	10.0
Bentonite clay	1.0
Vultamol	1.0
น้ำ	78.0
แอมโมเนีย	10.0
รวม	100.0



รูปที่ 2.8 ภาพขนาดอนุภาคไคโตซานชนิดทางการค้า



รูปที่ 2.9 (ก) ภาพขนาดอนุภาคของไคโตซานดิสเพอร์ชันถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ (ข) ภาพวาด



รูปที่ 2.10 (ก) ภาพขนาดอนุภาคของกำมะถันดิสเพอร์ชันถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ (ข) ภาพวาด

เนื่องจากไคโตซานที่ได้นำมาทำการทดลองเป็นไคโตซานแบบที่เป็นเกล็ดหรือแผ่นบางเล็ก ๆ (Flake) ที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในกรดอะซิติก เพราะฉะนั้นจึงได้ทำการเปลี่ยนรูปไคโตซานให้อยู่ในรูปของสารดิสเพอร์ชัน เพื่อที่จะทำให้ผสมเข้ากับน้ำยางชันได้โดยมีส่วนผสมและสัดส่วนโดยน้ำหนักดังตารางที่ 2.6 โดยได้ทำการบดเป็นเวลามากกว่า 96 ชั่วโมงเพื่อที่จะได้ขนาดอนุภาคต่ำกว่า 5 ไมครอน จากนั้นนำไคโตซานและกำมะถันที่ทำการเตรียมไปวัดขนาดอนุภาค เพื่อเปรียบเทียบขนาดอนุภาค ซึ่งผลการวัดขนาดอนุภาคไคโตซานมีขนาดเท่ากับ 1.94 ไมครอน และกำมะถันมีขนาดเท่ากับ 3.16 ไมครอน ดังรูปที่ 2.9 และ 2.10 ซึ่งขนาดอนุภาคไคโตซานเล็กพอที่จะเติมลงไปในน้ำยางชันได้

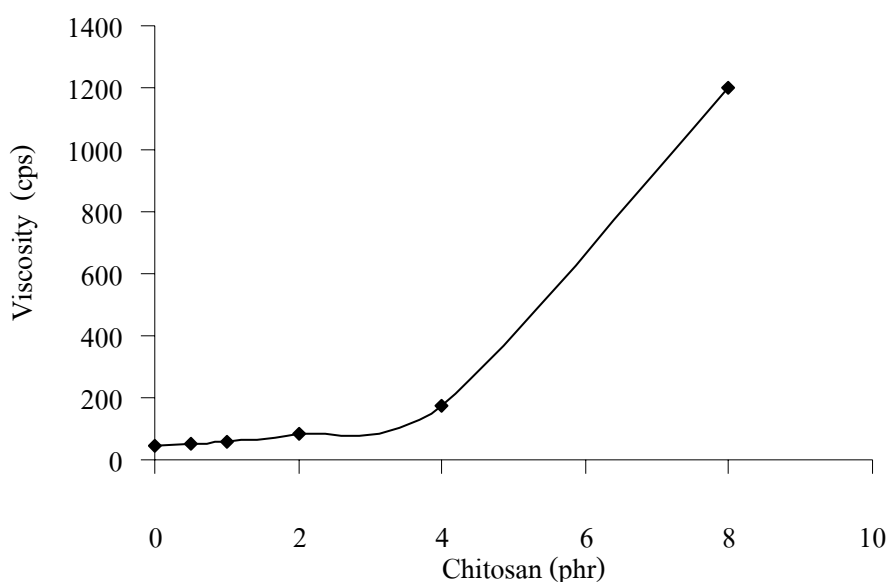
นำไคโตซานดิสเพอร์ชันไปทดสอบความหนืดและทดสอบหาค่า pH ซึ่งผลของค่าความหนืดมากกว่า 3000 cps ผลการทดสอบค่า pH เท่ากับ 10.26 ซึ่งผลการทดสอบค่าความหนืดที่ได้ค่อนข้างสูงแสดงว่าไคโตซานที่ได้ค่อนข้างกระจายตัวในน้ำได้ยาก และค่า pH มีค่าใกล้เคียงกับน้ำยางทำให้ไคโตซานดิสเพอร์ชันสามารถผสมเข้าไปในน้ำยางได้ดี แต่จากทฤษฎีระบุว่าไคโตซานมีประจุบวก แต่ค่า pH ที่ได้อาจจะมีอิทธิพลมาจากแอมโมเนีย ที่ใส่ลงไปปริมาณสูง เลยทำให้ประจุบนไคโตซานเปลี่ยนเป็นลบ

2.5.2 สมบัติของน้ำยางคอมปาวด์เมื่อแปรปริมาณไคโตซาน

หลังจากที่ผสมน้ำยางกับสารเคมีแล้วทำการบ่มเป็นเวลา 10 ชั่วโมง แล้วนำน้ำยางคอมปาวด์ที่ได้ไปทดสอบสมบัติ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2.7 และรูปที่ 2.11

ตารางที่ 2.7 สมบัติน้ำยางคอมปาวด์เมื่อแปรปริมาณไคโตซาน

สูตรที่	ปริมาณ ไคโตซาน (phr)	Chloroform number	%TSC	%NH ₃	pH	Viscosity (cps)	KOH number
1	0.0	2	42.67	0.42	10.17	47	0.65
2	0.5	2	43.09	0.52	10.23	50	0.64
3	1.0	2	43.32	0.52	10.14	61	0.64
4	2.0	2	44.82	0.57	10.33	84	0.62
5	4.0	2	46.21	0.70	10.45	174	0.55
6	8.0	2	45.83	0.96	10.16	1200	0.67



รูปที่ 2.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไคโตซานกับค่าความหนืด

จากตารางที่ 2.7 และรูปที่ 2.11 เมื่อปริมาณไคโตซาน (phr) เพิ่มขึ้น ค่าความหนืดของน้ำยางเพิ่มขึ้นเนื่องจากสารไคโตซานคิสเพอร์ชันที่เตรียมได้ค่อนข้างมีความหนืดมาก เมื่อเติมในปริมาณมากทำให้น้ำยางมีความหนืดมากขึ้นด้วย และปกติน้ำยางจะจับตัวเมื่อเติมสารที่มีประจุบวกลงในน้ำยาง ถ้าไคโตซานมีประจุบวกจะทำให้น้ำยางเกิดการจับตัวได้ แต่จากการทดลองน้ำยางไม่จับตัวก็อาจแสดงว่าไคโตซานที่เตรียมได้มีประจุลบ ซึ่งที่ผิวหนังภาคน้ำยางมีประจุลบทำให้น้ำยางไม่เกิดการจับตัว ค่า $\%NH_3$ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากในขั้นตอนการเตรียมมีการเติมแอมโมเนียในปริมาณสูงเพื่อให้ไคโตซานกระจายตัวในน้ำ ที่ปริมาณไคโตซานน้อยกว่า $\%NH_3$ คำนี้นเนื่องจากการเติมน้ำลงไปเจือจางน้ำยาง ส่วนค่า pH, KOH number และ Chloroform number ค่อนข้างคงที่

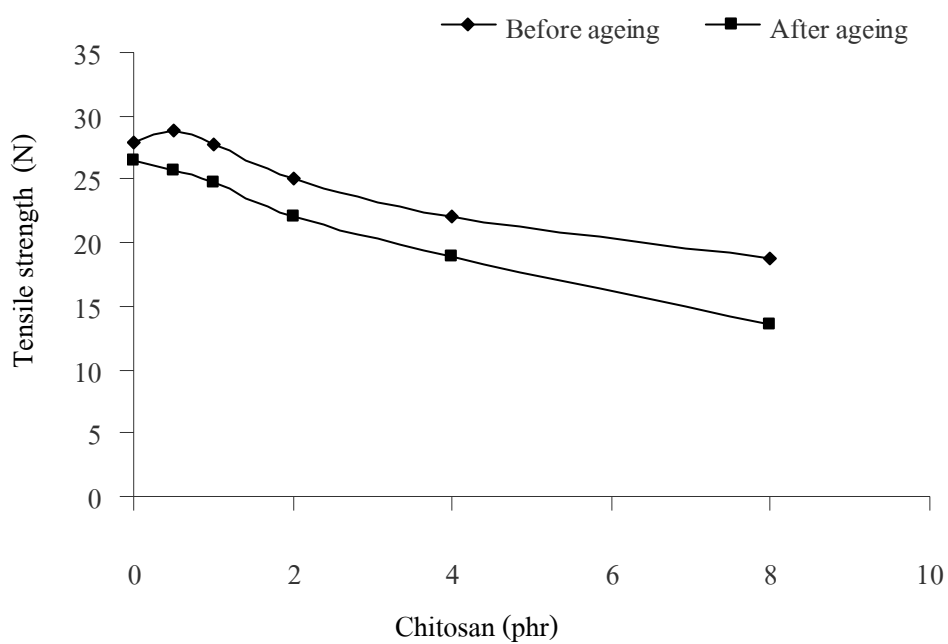
ค่า %TSC ไม่คงที่เนื่องจากปริมาณน้ำที่เติมต่างกัน

2.5.3 ผลการทดสอบสมบัติแรงดึงของฟิล์มยางเมื่อแปรปริมาณไคโตซาน

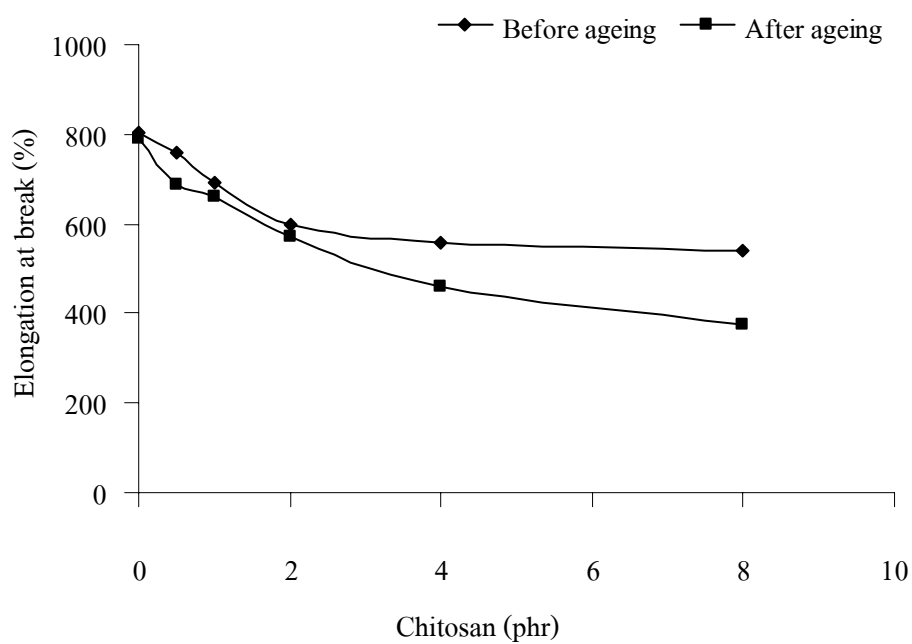
นำน้ำยางจากข้อ 2.5.3 มาทำเป็นแผ่นฟิล์มโดยการชุบแบบพิมพ์ลงในน้ำยางคอมปาวด์แล้วทำให้แห้งและเกิดการวัลคาไนซ์ เพื่อศึกษาผลของปริมาณไคโตซานที่ผสมในยางต่อสมบัติของฟิล์มยาง นำมาทดสอบค่าความต้านทานแรงดึง ค่าความสามารถในการยืดจนขาด ค่าโมดูลัสที่ 300% และทำการทดสอบการบ่มเร่งที่ 100 °C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ซึ่งผลการทดลองก่อน(Unaged) และหลังการบ่มเร่ง(aged) ดังแสดง ในตารางที่ 2.8 และรูปที่ 2.12-2.14

ตารางที่ 2.8 ผลการทดสอบสมบัติแรงดึงของฟิล์มยางเมื่อแปรปริมาณไคโตซาน

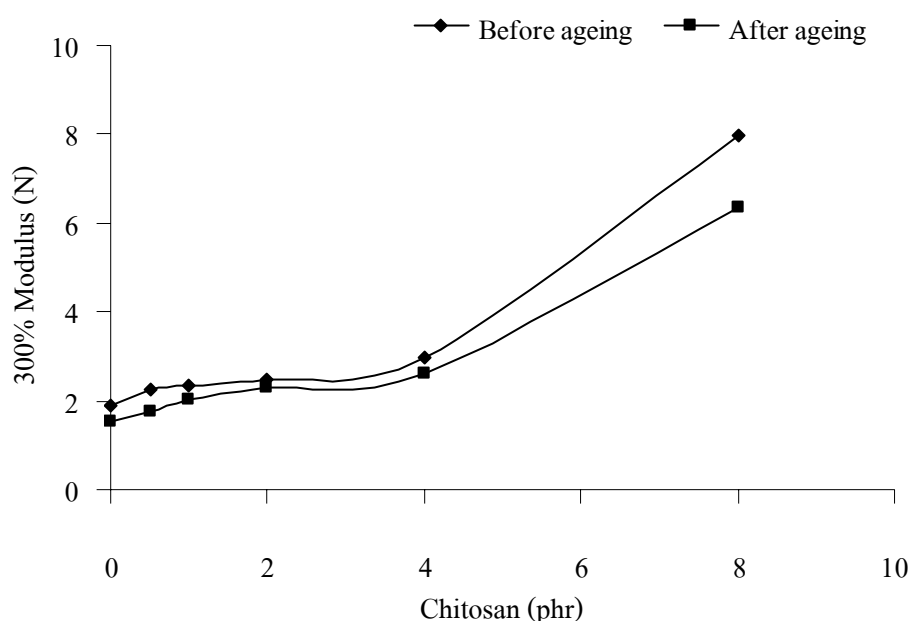
สูตรที่	ปริมาณไคโตซาน (phr)	Thickness (mm.)	Tensile strength (N)		Elongation at break (%)		300% Modulus (N)	
			Before ageing	After ageing	Before ageing	After ageing	Before ageing	After ageing
1	0.0	0.33	27.87	26.55	804.44	790.85	1.87	1.53
2	0.5	0.34	28.83	25.75	756.9	687.39	2.25	1.76
3	1.0	0.36	27.73	24.78	692.37	658.86	2.34	2.01
4	2.0	0.35	25.13	22.04	597.04	570.97	2.46	2.31
5	4.0	0.36	22.07	18.87	556.35	460.47	2.98	2.62
6	8.0	0.48	18.72	13.63	540.37	376.51	7.97	6.36



รูปที่ 2.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไคโตซานในฟิล์มยางกับค่าความต้านทานแรงดึง



รูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไคโตซานในฟิล์มยางกับค่าความสามารถในการยืดขาด



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไคโตซานในฟิล์มยางกับค่าโมดูลัส

จากตารางที่ 2.8 และรูปที่ 2.12 ค่าความต้านทานแรงดึงมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มมากขึ้น ในช่วงปริมาณไคโตซานน้อยค่าความต้านทานแรงดึงมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย แต่เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มเป็น 8 phr ค่าความต้านทานแรงดึงลดลงอย่างมากเนื่องจากไคโตซานไม่มีความยืดหยุ่นเมื่อดึงยางยืดสูงทำให้ความต้านทานแรงดึงยางลดลง หลังจากการบ่มเร่งสมบัติของยางที่ได้ตกลง แสดงว่าไคโตซานไม่สามารถช่วยป้องกันการออกซิเดชันของยาง

จากตารางที่ 2.8 และรูปที่ 2.13 ค่าความสามารถในการยืดมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มมากขึ้น หลังจากการบ่มเร่งสมบัติของยางที่ได้ตกลง แสดงว่าไคโตซานไม่สามารถช่วยป้องกันการออกซิเดชันของยาง

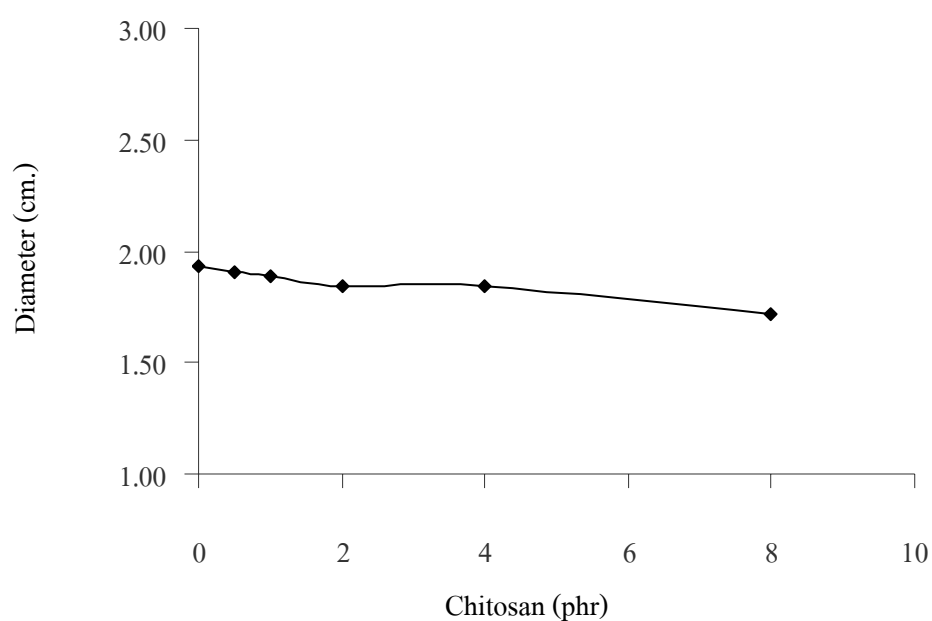
จากตารางที่ 2.8 และรูปที่ 2.14 ค่าโมดูลัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มมากขึ้น ในช่วงปริมาณไคโตซานน้อยค่าโมดูลัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มเป็น 8 phr ค่าโมดูลัสเพิ่มขึ้นอย่างมากเนื่องไคโตซานเป็นของแข็งเมื่อดึงยางให้ยืดในปริมาณน้อย จะช่วยเสริมความแข็งแรงของยางได้ หลังจากการบ่มเร่งสมบัติของยางที่ได้ตกลง แสดงว่าไคโตซานไม่สามารถช่วยป้องกันการออกซิเดชันของยาง

2.5.4 ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

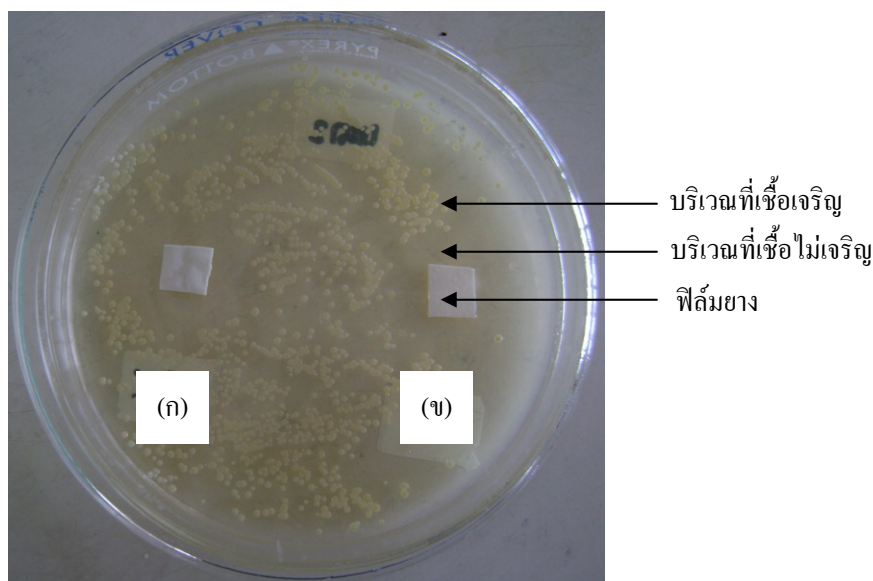
ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ดังตารางที่ 2.9 และรูปที่ 2.15 และรูปที่ 2.16 แสดงให้เห็นถึงความไม่แตกต่างของฟิล์มยางที่มีไคโตซานและไม่มีไคโตซานในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ 2.9 ความสัมพันธ์ของปริมาณไคโตซานในฟิล์มยางกับเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์เจริญ

สูตรที่	ปริมาณไคโตซาน (phr)	แนวการวัดเส้น ผ่านศูนย์กลาง	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง(ซม.)	ค่าเฉลี่ย
1	0.0	นอน	2.03	1.93
		ตั้ง	1.83	
2	0.5	นอน	1.94	1.91
		ตั้ง	1.88	
3	1.0	นอน	1.92	1.89
		ตั้ง	1.85	
4	2.0	นอน	1.82	1.85
		ตั้ง	1.87	
5	4.0	นอน	1.83	1.84
		ตั้ง	1.85	
6	8.0	นอน	1.70	1.72
		ตั้ง	1.73	



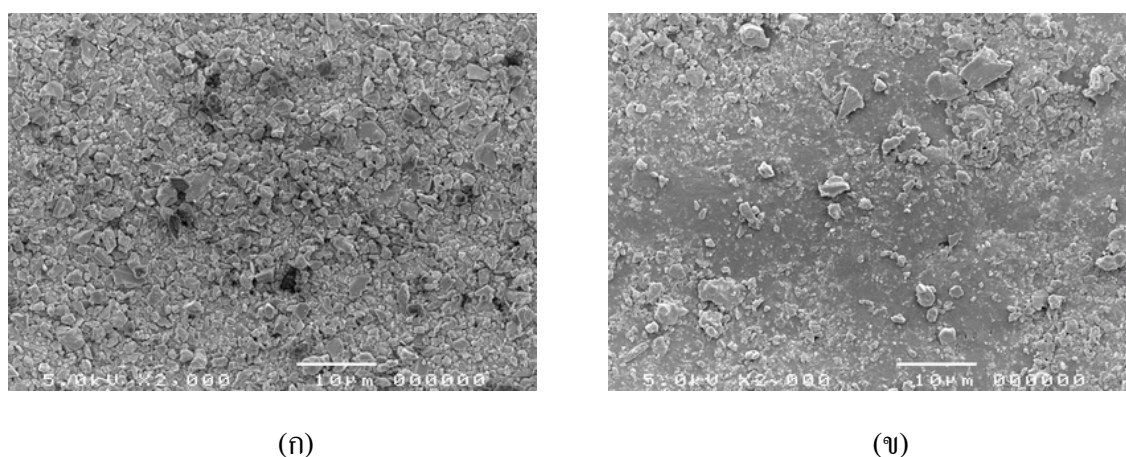
รูปที่ 2.15 ปริมาณไคโตซานในฟิล์มยางกับเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์เจริญ



รูปที่ 2.16 การเกิดการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บริเวณโดยรอบของฟิล์มยาง (ก) ฟิล์มยางที่ไม่มีโคโคซาน (ข) ฟิล์มยางที่มีโคโคซาน 8 phr

2.5.5 สมบัติทางพื้นผิวของฟิล์มยาง

สีของฟิล์มยางเมื่อปริมาณโคโคซานมากขึ้นสีของฟิล์มยางมีสีเหลืองเข้มขึ้นเนื่องจากโคโคซานมีสีเหลืองอ่อน เมื่อนำฟิล์มยางไปดูพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) แสดงรูปที่ 2.17 ลักษณะพื้นผิวของยางฟิล์มยางที่มีโคโคซานและไม่มีโคโคซานที่กำลังขยาย 2,000 มีลักษณะคล้ายกัน



รูปที่ 2.17 รูปจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) (ก) ปริมาณโคโคซานในฟิล์มยาง 0 phr (ข) ปริมาณโคโคซานในฟิล์มยาง 8 phr

2.6 วิจัยรณผล

2.6.1 การเตรียมไคโตซานดิสเพอร์ชัน

ไคตินที่ได้จากเปลือกกุ้งหรือปู จะมีสีเหลือง ไคโตซาน คือ อนุพันธ์ของไคตินที่ตัดเอาหมู่ acetyl ของน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine เรียกว่า deacetylation คือ เปลี่ยนน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine เป็น glucosamine ออกตั้งแต่ 50 % ขึ้นไป และมีสมบัติละลายได้ในกรดอ่อน ไคตินและไคโตซานที่ใช้ในการทดลองได้จากเปลือกปูมีสีเหลือง ไคโตซานเป็นชนิดโอลิโกเมอร์ (oligomer) มี Degree of deacetylation มากกว่า 85% มีความละเอียดของอนุภาคเท่ากับ 100 mesh ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในกรดอะซิติก (0.25 gram in 0.5 % Acetic acid solution 50 ml.) เนื่องจากผิวของไคโตซานมีประจุบวก เพราะฉะนั้นจึงได้ทำการเปลี่ยนรูปไคโตซานให้อยู่ในรูปของสารดิสเพอร์ชันที่กระจายตัวในน้ำและทำให้มีค่า pH ใกล้เคียงกับน้ำยาง เพื่อที่จะทำให้ไคโตซานสามารถผสมเข้ากับน้ำยางขึ้นได้ โดยมีส่วนผสมไคโตซาน 10 ส่วน, Bentonite clay 1 ส่วน, Vultamol 1 ส่วน, น้ำ 78 ส่วน และแอมโมเนีย 10 ส่วน เวลาในการบดด้วยบอลมิล 96 ชั่วโมง เพื่อที่จะได้ขนาดอนุภาคต่ำกว่า 5 ไมครอน จากนั้นนำ ไคโตซานที่ทำการเตรียมวัดขนาดอนุภาค ผลการวัดขนาดอนุภาคไคโตซานมีขนาดเท่ากับ 1.94 ไมครอน ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมที่จะเติมลงไปนํ้ายางขึ้นได้ เมื่อนํ้า 10% ไคโตซาน ดิสเพอร์ชันไปทดสอบความหนืดและทดสอบหาค่า pH ซึ่งผลของค่าความหนืดมากกว่า 3000 cps ผลการทดสอบค่า pH เท่ากับ 10.26 ผลการทดสอบค่าความหนืดที่ได้ค่อนข้างสูงแสดงว่าไคโตซานที่ได้ค่อนข้างกระจายตัวในน้ำได้ยาก และค่า pH มีค่าใกล้เคียงกับน้ำยาง ทำให้ 10% ไคโตซาน ดิสเพอร์ชันสามารถผสมเข้าไปในน้ำยางได้ดี แต่จากทฤษฎีระบุว่าไคโตซานมีประจุบวก แต่ค่า pH ของ 10% ไคโตซาน ดิสเพอร์ชัน ที่ได้มีค่าสูงอาจจะมีอิทธิพลมาจากแอมโมเนีย ที่ใส่ลงไปปริมาณสูง เลยทำให้ประจุบนไคโตซานเปลี่ยนเป็นลบ

2.6.2 สมบัติของน้ำยางคอมปาวด์เมื่อแปรปริมาณไคโตซาน

น้ำยางมักเสียดสภาพหรือจับตัวเมื่อเติมสารที่มีประจุบวก เช่น กรด แคลเซียมคลอไรด์ เนื่องจากรอบผิวอนุภาคนํ้ายางมีประจุลบ ค่า pH นํ้ายางขึ้นประมาณ 10 ดังนั้นสารที่จะใส่ลงไปนํ้ายางได้ต้องมีประจุลบ และกระจายตัวอยู่ในน้ำ มี pH ใกล้เคียงกับน้ำยาง จากการทดลองเมื่อปริมาณไคโตซานในน้ำยางขึ้นเพิ่มขึ้นจาก 0.5, 1, 2, 4 และ 8 phr ค่าความหนืดของน้ำยางเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารไคโตซานดิสเพอร์ชันที่เตรียมได้ค่อนข้างมีความหนืดมาก เมื่อเติมไคโตซานในปริมาณมากทำให้นํ้ายางมีความหนืดมากขึ้นด้วย เมื่อเติมไคโตซานในปริมาณน้อยเช่น 0.5, 1, 2 และ 4 phr ค่าความหนืดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่

เมื่อเติมไคโตซานในปริมาณมากถึง 8 phr ค่าความหนืดน้ำยางเพิ่มขึ้นสูงมาก และปกติน้ำยางจะจับตัวเมื่อเติมสารที่มีประจุบวกลงในน้ำยาง ถ้าไคโตซานมีประจุบวกจะทำให้ น้ำยางเกิดการจับตัวได้ แต่จากการทดลองน้ำยางไม่จับตัวก็อาจแสดงว่าไคโตซานที่เตรียมได้มีประจุลบ หรือมีประจุบวกที่อ่อน ค่า $\%NH_3$ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเติมไคโตซานในปริมาณมากขึ้น เนื่องจากในขั้นตอนการเตรียม 10% ไคโตซาน คิสเพอร์ชั่น มีการเติมแอมโมเนียในปริมาณสูงเพื่อให้ไคโตซานกระจายตัวในน้ำได้ ที่ปริมาณไคโตซานน้อยค่า $\%NH_3$ ต่ำเนื่องจากการเติมน้ำลงไปเจือจางน้ำยาง ส่วนค่า pH, KOH number และ Chloroform number ก่อนข้างคงที่

ค่า %TSC มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยเนื่องจากปริมาณน้ำที่เติมต่างกัน

2.6.3 ผลการทดสอบสมบัติแรงดึงของฟิล์มยางเมื่อแปรปริมาณไคโตซาน

จากการทดลองแปรปริมาณไคโตซาน เป็น 0, 0.5, 1, 2, 4 และ 8 phr แล้วนำมาทดสอบแรงดึงของฟิล์มยางได้ผลการทดลองดังนี้ ค่าความต้านทานแรงดึงมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณ ไคโตซานเพิ่มมากขึ้น ในช่วงปริมาณไคโตซานน้อยค่าความต้านทานแรงดึงมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย แต่เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มเป็น 8 phr ค่าความต้านทานแรงดึงลดลงอย่างมากเนื่องจากไคโตซานไม่มีความยืดหยุ่นเมื่อดึงยางยืดสูงทำให้ความต้านทานแรงดึงยางลดลง หลังจากการบ่มเร่งสมบัติของยางที่ได้ตกลง แสดงว่าไคโตซานไม่สามารถช่วยป้องกันการออกซิเดชันของยาง จากตารางที่ 2.2 มาตรฐานแรงดึงเมื่อขาดก่อนบ่มเร่ง ต่ำสุด 12.5 N แรงดึงเมื่อขาด หลังบ่มเร่ง ต่ำสุด 9.5 N ปริมาณไคโตซานตั้งแต่ 0.5-8 phr ได้ค่าที่ผ่านมาตรฐานมอก. 538

ค่าความสามารถในการยืดมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มมากขึ้น หลังจากการบ่มเร่งสมบัติของยางที่ได้ตกลง แสดงว่าไคโตซานไม่สามารถช่วยป้องกันการออกซิเดชันของยาง จากตารางที่ 2.2 มาตรฐานความยืดเมื่อขาด ก่อนบ่มเร่ง ต่ำสุด 700% ความยืดเมื่อขาด หลังบ่มเร่ง ต่ำสุด 550% ปริมาณไคโตซานมากกว่า 1 phr ได้ค่าที่น้อยกว่ามาตรฐาน (ไม่ผ่านมาตรฐานมอก. 538)

ค่าโมดูลัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มมากขึ้น ในช่วงปริมาณไคโตซานน้อยค่าโมดูลัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มเป็น 8 phr ค่าโมดูลัสเพิ่มขึ้นอย่างมากเนื่องไคโตซานเป็นของแข็งเมื่อดึงยางให้ยืดในปริมาณน้อย จะช่วยเสริมความแข็งแรงของยางได้ หลังจากการบ่มเร่งสมบัติของยางที่ได้ตกลง แสดงว่าไคโตซานไม่สามารถช่วยป้องกันการออกซิเดชันของยาง จากตารางที่ 2.2 มาตรฐานแรงดึงที่ความยืดร้อยละ 300 ก่อนบ่มเร่ง สูงสุด 2 N ปริมาณไคโตซานมากกว่า 0.5-4 phr ได้ค่าที่สูงกว่ามาตรฐานเล็กน้อย(ไม่ผ่านมาตรฐานมอก. 538) ปริมาณไคโตซาน 8 phr ได้ค่าที่ที่สูงกว่ามาตรฐานมอก. 538 มาก

2.5.4 ผลการทดสอบการเกิดจุลินทรีย์บนฟิล์มยาง

จากข้อ 2.3.3 การทำให้ปราศจากเชื้อถุงมือ ต้องผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อ และให้ระบุกรรมวิธีทำให้ปราศจากเชื้อด้วยเมื่อมีการร้องขอ จากข้อ 2.3.4 การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อเป็นปัญหาร้ายแรง ตัวอย่างเช่น ได้มีการประมาณไว้ว่าผู้ป่วยประมาณ 2 ล้านคนที่เข้ารับการรักษาสถานพยาบาลติดเชื้อและส่งผลให้ถึงขั้นเสียชีวิตถึง 80,000 รายต่อปี⁷ การติดเชื้อจำนวนมากเหล่านี้คงไม่เกิดขึ้นถ้ามีการป้องกันอย่างเหมาะสม เช่น การใช้ถุงมืออย่างคุณภาพดี เกณฑ์การคัดเลือกถุงมือที่สำคัญที่สุดคือ ความสามารถในการป้องกันไม่ให้เชื้อโรคที่อยู่ในเลือดหรือสารสกรปรกที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่แพร่ผ่านถุงมือเข้าไปได้ โดยเทคนิคที่ใช้ในการประเมิน ผลของการป้องกันการติดเชื้อโดยใช้ สารละลายสีย้อม^{8,11}, จุลินทรีย์ (แบคทีเรียที่ถูกย้อมสี)⁸, ไวรัส^{8,9,10} ชนิด bacteriophage phiX 174, น้ำ¹¹ โดยมีการศึกษาถุงมือที่ใช้ในการตรวจร่างกาย และถุงมือที่ใช้ในการผ่าตัดโดยใช้พอลิเมอร์ต่างกัน คือ ไวนิล ไนไตรล์ นิโอพรีน โพลีเอธิลีน และโพลีไอโซพรีน ผลที่ได้พบว่าถุงมือที่ผลิตจากยางธรรมชาติมีคุณสมบัติในการป้องกันการติดเชื้อที่ดีกว่าถุงมืออย่างสังเคราะห์อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองนี้ซึ่งพบว่าถุงมือยางธรรมชาติสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้แม้ว่าจะไม่มีการเติมไคโตซานลงไป จากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณที่เชื้อไม่เจริญพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างฟิล์มยางที่ไม่เติมไคโตซานและที่เติมไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ

2.5.5 สมบัติทางพื้นผิว

สีของฟิล์มยางมีสีเหลืองเข้มขึ้นเมื่อปริมาณไคโตซานมากขึ้น เนื่องจากไคโตซานที่ใช้มีสีเหลือง เมื่อนำฟิล์มยางไปดูพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) ลักษณะพื้นผิวของยางฟิล์มยางที่มีไคโตซานและไม่มีไคโตซานที่กำลังขยาย 2,000 มีลักษณะคล้ายกัน

2.7 สรุปผล

2.7.1 เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มขึ้นมีผลต่อสมบัติของน้ำยางคอมปาวด์ดังนี้

- ความหนืดของน้ำยางมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- ค่า pH, KOH number ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างน้ำยางที่มีไคโตซานและไม่มีไคโตซาน

2.7.2 เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มขึ้นมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์มยางดังนี้

- ความต้านทานแรงดึงมีแนวโน้มลดลง
- ความสามารถในการยืดมีแนวโน้มลดลง
- ค่า 300% โมดูลัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2.7.3 ฟิล์มยางหลังจากบ่มเร่งมีสมบัติลดลง

2.7.4 ความสามารถในการป้องกันเชื้อโรคไม่มีความแตกต่างกันระหว่างฟิล์มยางที่มีไคโตซานและไม่มีไคโตซาน

2.8 ข้อเสนอแนะ

2.8.1 การนำผลวิจัยไปใช้

จากการทดลองเรื่องผลของไคตินและไคโตซานต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำยางที่สามารถนำไปใช้งานได้ เช่น ใช้ไคโตซานเป็นสารเติมในการเพิ่มค่าโมดูลัสของยางในระการยืดน้อยไม่เกิน 300% modulus อาจจะเป็นยางติดกับผ้าใบหรือยางเคลือบกระดาษ โดยที่ไคโตซานในยางอาจทำให้การติดกระดาษกับยางดีขึ้น

ฟิล์มยางธรรมชาติสามารถป้องกันเชื้อโรคได้ระดับหนึ่งแม้ว่ามีไคโตซานหรือไม่มีไคโตซาน
ได้วิธีการเตรียมไคโตซานเป็นสารดิสเพอร์ชันที่สามารถเติมลงไปให้น้ำยางข้นได้

2.8.2 ประเด็นวิจัยใหม่

- ไม่มีเนื่องจากฟิล์มยางธรรมชาติวัลคาไนซ์ป้องกันเชื้อโรคได้ดี

2.9 เอกสารอ้างอิง

1. ภาวดี เมระดำนนท์. 2544. ความรู้เกี่ยวกับไคติน – ไคโตซาน. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะวัสดุแห่งชาติ. 10 หน้า. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : <http://www.doae.go.th/library/html/detail/ditosan.htm>.
2. บุญธรรม นิธิอุทัย. 2532. ปฏิบัติการเทคโนโลยีน้ำยาง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : ปัตตานี.
3. สุรพิชญ ลอยกุลนันท์ และ จีวีวรรณ คงแก้ว. 2545. การสังเคราะห์อนุพันธ์ไคโตซานเพื่อเป็นสารเคมีที่ช่วยในการรักษาสภาพของน้ำยางธรรมชาติ. โครงการงานวิจัยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.
4. สุรพิชญ ลอยกุลนันท์ และ สุธิมา ผดุงกัน. 2546. การพัฒนาสารจับตัวของน้ำยางธรรมชาติเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์บางมาก. โครงการงานวิจัยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.
5. สุรพิชญ ลอยกุลนันท์ และ จีวีวรรณ คงแก้ว. 2546. การครีมหางน้ำยางธรรมชาติโดยใช้ N,O-Carboxymethyl 1 Chitosan. โครงการงานวิจัยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.
6. กัตัญชลี ไม้งาม. 2549. การปรับผิวท่อยางสวนปัสสาวะเพื่อป้องกันการติดเชื้อการติดเชื้อ. โครงการงานวิจัยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.
7. Jarvis W.R. Selected aspects of the socioeconomic impact of nosovomial infection: Morbidity, mortality, cost and prevention. *Infection Control Hospital Epidemiology*, 1996; 17(8):552-557.
8. Korniewicz D.M., Laughon B.E. Butz A. and Larson E. Integrity of vinyl and latex procedure gloves. *Nursing Research* 1989; 38:144-146.
9. Klein R.C. Party E. and Gershey E.L. Viruspenetration of examination gloves. *Biotechniques*, 1990; 9:196-199.
10. Korniewicz D.M., Laughon B.E., Cyr A.W.H., Lytle C.D. and Larson E. Leakage of virus through used vinyl and latex examination gloves. *J.Clinical Microbiology* 1990; 28:787-788.
11. Korniewicz D.M., Kirwin M., Cresci K., Tian Seng, Tay E.C., Wool M. and Larson E. Barrier protection with eximination gloves: Double versus Single. *American Journal of Infection Control*, 1994; 22(1): 12-15.

ภาคผนวก

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

สรุปข้อคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและการแก้ไขดังนี้

1. ขาด Abstract ได้แก้ไขดังนี้ เขียน abstract เพิ่มเติม
2. ข้อเสนอแนะหน้า V และ 28 ส่วนหนึ่งค่อนข้างขัดแย้งกับผลการทดลองที่ได้คือเรื่อง
โมดูลัส 300% แก้ไขดังนี้
 - เมื่อปริมาณไคโตซานเพิ่มขึ้นมีผลต่อค่า 300% โมดูลัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
ประเด็นวิจัยที่เสนอไม่สอดคล้องกับผลวิจัยที่ได้รับ ได้แก้ไขดังนี้
 - ได้ตัดประเด็นวิจัยใหม่ดังนี้(- เตรียมตัวอย่างให้มีประจุบวก เพื่อที่จะเติมไคโตซานที่มีประจุ
บวกได้ แทนที่จะเตรียมเป็นสารดิสเพอร์ชัน , - ปรับปรุงโครงสร้างไคโตซานให้สามารถ
ละลายน้ำ หรือมีสมบัติพิเศษอื่น ๆ , - ศึกษาสารป้องกันเชื้อโรคชนิดอื่น ๆ เพื่อเพิ่ม
ประสิทธิภาพในการป้องกันเชื้อโรคของถุงมือยางธรรมชาติ) เนื่องจากฟิล์มยางธรรมชาติผลิต
ในซัพพอร์ตกันเชื้อโรคได้อยู่แล้ว
3. รูปที่ 2.8, 2.9 และ 2.10 คู่มือขัด ได้แก้ไขดังนี้ ปรับปรุงให้รูปที่ 2.8, 2.9 และ 2.10 คู่มือง่ายขึ้น
4. ตรวจสอบความถูกต้องของตารางที่ 2.1 ได้แก้ไขดังนี้
 - ได้ตัดมาตรฐาน IS ในตารางที่ 2.1
และตารางที่ 2.2 หน่วย Tensile และ Modulus ไม่ใช่ MPa แต่เป็น N ได้แก้ไขดังนี้
 - ความต้านทานแรงดึงมีหน่วยเป็น MPa หรือ N/mm^2 ได้เปลี่ยนหน่วยเป็น N แรงดึง
เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐาน มอก 538 เนื่องจากได้คิดเปรียบเทียบในพื้นที่หน้าตัดที่เท่ากันก็
ทำให้สามารถตัดพื้นที่หน้าตัดออกไปได้เหลือหน่วยเป็น N
5. ข้อความในบรรทัดที่ 4 ข้อ 2.3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หน้า 7 (ข้อความที่ได้จากบทคัดย่อ
งานวิจัยของ สุรพิชญ และคณะ³) ได้แก้ไขดังนี้ ได้ตัดข้อความการเน่า (putrefaction) ออก
6. เอกสารอ้างอิง ได้แก้ไขดังนี้ ตัดเอกสารอ้างอิงที่ 7 ในรูปที่ 2.7 ออก
7. ระบุหมายเลขมาตรฐานได้แก้ไขดังนี้ มาตรฐานการทดสอบต่าง ๆ ได้แก้ไขดังนี้ ได้ระบุทุก
ที่ที่มีการอ้างมาตรฐาน
 - การหาค่าความหนืดทดสอบตามมาตรฐาน ISO 1652
 - การหาค่า pH ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 976
 - ปริมาณของแข็งทั้งหมดทดสอบตามมาตรฐาน ISO 124
 - ความเป็นด่างทดสอบตามมาตรฐาน ISO 125
 - จำนวนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 127
 - คุณลักษณะเกี่ยวกับแรงดึงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 538