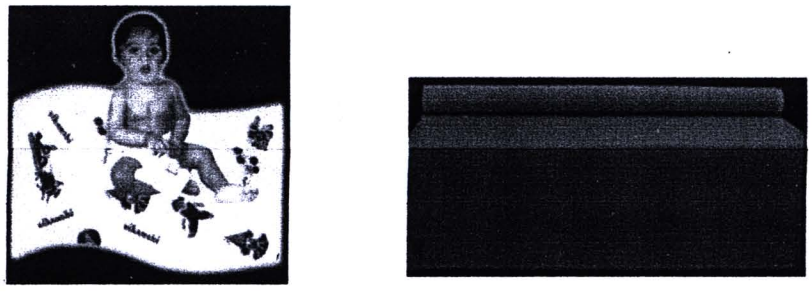
บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันชีวิตประจำวันของมนุษย์นั้นมีโอกาสสัมผัสและรับเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียเข้าสู่ร่างกายได้หลายทางด้วยกัน เช่น การรับประทานอาหารที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ภาชนะใส่อาหารมีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ หรือการอยู่ในพื้นที่ที่เป็นแหล่งอาศัยของเชื้อโรค เป็นต้น ซึ่งเป็นเหตุให้มนุษย์มีอาการเจ็บป่วยจนกระทั่งถึงแก่ชีวิตขึ้นมาได้ [1-2] ด้วยเหตุนี้ จึงมีงานวิจัยและสิทธิบัตรจำนวนมากได้ทำการศึกษาค้นคว้า รวมถึงขอรับความคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาในการประดิษฐ์วัสดุที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย [3-8] เพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุนั้นเป็นเป้าหมายต่อการติดเชื้อ คือ อาหารที่มนุษย์บริโภค หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่เป็นแหล่งสะสมของเชื้อแบคทีเรียมีโอกาสเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้นั่นเอง

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุจากยางธรรมชาติในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับสุขอนามัย เช่น แผ่นยางรองพื้นสำหรับเด็กเล็ก (ภาพตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 1.1) แผ่นยางรองอุปกรณ์การแพทย์ในโรงพยาบาล ส่วนประกอบเครื่องจักรในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารและน้ำนม เป็นต้น [9-10] ซึ่งผลิตภัณฑ์ยางเหล่านั้นต้องเสี่ยงต่อการเป็นแหล่งสะสมและบ่มเพาะเชื้อแบคทีเรียได้ ด้วยเหตุนี้ การป้องกันให้ผลิตภัณฑ์จากวัสดุยางธรรมชาติมีฤทธิ์สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียหรือเป็นยางปลอดเชื้อแบคทีเรียจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ



a) b)

รูปที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์แผ่นยาง a) แผ่นยางรองนั่งสำหรับเด็ก b) แผ่นยางรองในห้องผ่าตัด [9, 11]

การประยุกต์ให้ผลิตภัณฑ์จากวัสดุยางธรรมชาติมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียนั้น สามารถทำได้โดยการเติมสารยับยั้งเชื้อผสมลงไปในยาง จากงานวิจัยของ Lin และคณะ (2006) [12] พบว่า การนำผงไททาเนียมไดออกไซด์ขนาด 20-40 นาโนเมตร ชนิด Anatase อยู่ร้อยละ 99 โดยน้ำหนัก หรือมีส่วนที่เป็น Rutile อยู่ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ผสมในยางธรรมชาติหรือยางอะคริโลไนไตรล์บิวตะไดอีน (Nitrile butadiene rubber, NBR) วัสดุผสมดังกล่าวสามารถออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ นอกจากนี้จากผลงานประดิษฐ์ของ Lever และคณะ (2002) [7-8] ที่ได้นำสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียตระกูลโลหะเงิน (Silver based antimicrobial compound) ผสมลงไปในยางธรรมชาติ จากนั้นนำไปขึ้นรูปเพื่อให้ได้ยางแข็งหรือยางโฟม โดยเทียบกันระหว่างสูตรยางผสมที่ใช้กำมะถันและเปอร์ออกไซด์เป็นสารที่ทำให้เกิดพันธะข้าม พบว่า การใช้เปอร์ออกไซด์สามารถทำให้ได้ชิ้นงานที่มีเสถียรภาพและยังคงประสิทธิภาพการยังยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่ากำมะถัน จากผลงานวิจัย Chammanee และคณะ (2009) [13] ได้มีการนำสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย 2–hydroxypropyl–3–piperazinyl–quinoline carboxylic acid methacrylate (HPQM) ซึ่งสามารถแพร่มายับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ ผสมลงในพลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นปานกลาง (MDPE) พบว่ามีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) และ *Escherichia coli* (*E. coli*) ได้สูงถึงร้อยละ 99 โดยน้ำหนัก และ Kawahara และคณะ (2000) [14] มีการใช้ ZEOMICS®มาทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบและแกรมบวก พบว่าการแพร่ของสารยับยั้งเชื้อออกมายับยั้งเชื้อแบคทีเรียนั้นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ออกมายับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

ยางธรรมชาติที่ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวันนั้น ส่วนใหญ่เป็นยางธรรมชาติที่มีการคงรูปด้วยกำมะถัน เพราะเป็นระบบที่มีต้นทุนต่ำ การคงรูปเกิดขึ้นได้เร็วและยางคงรูปที่ได้มีสมบัติเชิงกลที่ดี โครงการวิจัยนี้จึงมีความสนใจยางธรรมชาติเกรด 5L ที่คงรูปด้วยกำมะถัน ยางธรรมชาติเกรด 5L เป็นยางธรรมชาติที่มีความบริสุทธิ์สูงและหาง่ายในท้องตลาด การคงรูปด้วยกำมะถันแบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบธรรมดา (Conventional vulcanization, CV) ระบบกึ่งประสิทธิภาพ (Semi – EV system) และระบบประสิทธิภาพ (Efficient vulcanization, EV) ซึ่งในแต่ละระบบนี้มีสมบัติแตกต่างกันตามการนำไปใช้งาน สารยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียในงานวิจัยนี้ เลือกสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย 2 ชนิดคือ สารละลาย 2–hydroxypropyl–3–piperazinyl–quinoline carboxylic acid methacrylate ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก (HPQM, ชื่อทางการค้า Biocleanact™) และซิลเวอร์ที่ถูกตรึงอยู่บนซีโอไลต์ (SSZ, ชื่อทางการค้า IRGAGUARD B 5000) จัดเป็นสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียชนิดสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ตามลำดับ ถูกผสมลงในยางธรรมชาติทั้ง 3 ระบบ จากนั้นทำการศึกษาผลกระทบดังกล่าวที่มีต่อสมบัติการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยใช้แบคทีเรีย *Escherichia coli* (แบคทีเรียแกรมลบ) และ *Staphylococcus aureus* (แบคทีเรียแกรมบวก) ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับสารยับยั้งเชื้อในระบบการคงรูปยางทั้ง 3 ระบบ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาระบบการคงรูปยางในยางธรรมชาติที่ผสมสารยับยั้งแบคทีเรียที่มีต่อประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย
2. เพื่อศึกษาสารยับยั้งแบคทีเรีย 2 ชนิดคือ สารละลาย 2–hydroxypropyl–3–piperazinyl–quinoline carboxylic acid methacrylate (HPQM, ชื่อทางการค้า Biocleanact™) ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และซิลเวอร์ตรึงอยู่บนซีโอไลต์ (SSZ, ชื่อทางการค้า IRGAGUARD B 5000) ผสมในยางธรรมชาติที่มีต่อประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. วัสดุที่ใช้ดังนี้ ยางธรรมชาติเกรด STR 5L สารละลาย 2–hydroxypropyl–3–piperazinyl–quinoline carboxylic acid methacrylate (HPQM) ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และซิลเวอร์ตรึงอยู่บนซีโอไลต์ (SSZ)
2. วิธีการขึ้นรูปด้วยกระบวนการอัดขึ้นรูปร้อนระบบแรงดัน (Compression moulding)
3. แบคทีเรียที่ทดสอบชนิด *E. coli* และชนิด *S. aureus*
4. การทดสอบการยับยั้งเชื้อด้วยเทคนิค Halo test และการทดสอบเชิงปริมาณโดยใช้วิธีการนับจำนวนเชื้อแบคทีเรีย (Plate count agar method) ASTM E 2149-01

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยสังเขป

1. ค้นคว้าและศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ดังนี้
   - ทฤษฎียางธรรมชาติ สมบัติการใช้งาน องค์ประกอบ วิธีการขึ้นรูปชิ้นงานยาง
   - การประยุกต์ใช้ยางธรรมชาติหรือวัสดุที่ผสมยางธรรมชาติในงานอนามัยและสาธารณสุข
   - สารยับยั้งแบคทีเรียที่นิยมใช้ผสมในวัสดุกลุ่มยาง
   - ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในยางหรือ ผลงานวิจัย/สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง
2. จัดเตรียมวัตถุดิบสำหรับวิจัย ดังนี้ ยางธรรมชาติ สารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย สารเคมีเพื่อใช้ในการคงรูปยาง อุปกรณ์เครื่องแก้วทดสอบเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น

3. เตรียมส่วนผสมยางคอมปาวด์ที่ผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย เพื่อขึ้นรูปเป็นชิ้นงานทดสอบสำหรับทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียโดยตัวแปรที่ศึกษา คือ
   - **ชนิดของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย** 2 ชนิด ดังนี้ สารละลาย 2–hydroxypropyl–3–piperazinyl–quinoline carboxylic acid methacrylate (HPQM) ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และซิลเวอร์ที่ถูกตรึงอยู่บนซีโอไลต์ (SSZ)
   - **ความเข้มข้นของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย** ผสมในยางคอมปาวด์ในปริมาณที่กำหนดไว้
   - **ชนิดของแบคทีเรีย** ดังนี้ แบคทีเรียแกรมลบ (*E. coli*) และแบคทีเรียแกรมบวก (*S. aureus*)
4. ทำการผสมวัสดุยางคอมปาวด์ 3 ระบบด้วยเครื่องบดผสมลูกกลิ้งคู่ และขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน จากนั้นเตรียมชิ้นงานทดสอบ เป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร สำหรับการทดสอบด้วยวิธี Halo test และรูปร่างสี่เหลี่ยมขนาด 5×5 ตารางเซนติเมตร สำหรับการทดสอบด้วยเทคนิค Plate count agar method (PCA method)
5. ทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจาก 2 วิธีตามมาตรฐาน ดังนี้ การทดสอบเชิงคุณภาพโดยการตรวจสอบรัศมีการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียโดย Halo test และการทดสอบเชิงปริมาณด้วยเทคนิคการนับจำนวนเชื้อแบคทีเรียโดยใช้ Plate count agar method (PCA method)
6. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ เผยแพร่ผลงานวิจัย หรือถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคเอกชนที่สนใจ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. **ด้านวิชาการ** องค์ความรู้เกี่ยวกับประสิทธิภาพของสารยับยั้งเชื้อชนิด HPQM และ SSZ ที่ผสมในยางคอมปาวด์ระบบ CV, Semi-EV และ EV
2. **ด้านเศรษฐศาสตร์และภาคอุตสาหกรรม** ผลงานวิจัยสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายอยู่ในทางการค้าได้ และเป็นองค์ความรู้ใหม่หรือการพัฒนาต่อยอดสามารถนำไปขอรับความคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา หรือตีพิมพ์เผยแพร่ในบทความวิชาการได้