

การเตรียมมาสค์พอกหน้าชนิดลอกออกจากรู้อย่างธรรมชาติ Preparations of Peel-Off Mask from Natural Rubber Latex

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนามาสค์พอกหน้าชนิดลอกออกในลักษณะเป็นเพสต์ เมื่อทาลงบนผิวหนังแล้วทิ้งไว้ จะเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ที่สามารถลอกออกได้ โดยใช้รู้อย่างธรรมชาติเป็นสารก่อฟิล์ม พบว่ารู้อย่างโปรตีนต่ำมีความเหมาะสมในการใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ ผลการกำจัดโปรตีนก่อแพ้ในรู้อย่างธรรมชาติโดยการย่อยด้วยเอนไซม์อัลคาเลส พบว่าสามารถกำจัดโปรตีนได้ถึง 83.21% จากนั้นศึกษาชนิดและปริมาณของสารเติมอื่นๆ ที่เหมาะสม ด้วยการออกแบบการทดลองโดยเทคนิคการหาผลเลิศ ศึกษาความเข้ากันและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการเติมสารออกฤทธิ์สำหรับบำรุงผิวนิดต่างๆ สูตรตำรับที่ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่ดี ประกอบด้วยรู้อย่างธรรมชาติโปรตีนต่ำที่มีเนื้อเยื่อ 14%, พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) 2% และ เมทิลเซลลูโลส (MC) 2.5% ทำหน้าที่เป็นสารก่อฟิล์ม, โพรพิลีนไกลคอล (PG) 3% และ กลีเซอริน 1.5% ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่น ทวิน 80 1.25% ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความคงตัว, พาราเบนแซมซัน 1% ทำหน้าที่เป็นสารกันเสีย และสารออกฤทธิ์ ได้แก่ วิตามินอี 5%, ว่านหางจระเข้ 1%, น้ำมันโจโจบา 2% และ สารสกัดมะขาม 0.5% ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้เป็นของเหลวหนืดสีขาว มีค่า pH 5.69 มีความหนืด 28,100 cps มีรูปแบบการไหลแบบ pseudoplastic มีความคงตัวหลังเก็บในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 เดือน และแผ่นฟิล์มซึ่งเกิดจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีความยืดหยุ่นดี โดยพิจารณาจากค่าโมดูลัสเริ่มต้น (0.96 MPa), ความต้านทานต่อการดึง (0.208 MPa) และความสามารถในการยืดจนขาด (105.6%) ผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าดังกล่าวทำให้เกิดอาการแดงเล็กน้อยในการทดสอบการก่อแพ้ต่อผิวหนังกระต่ายแต่สามารถหายได้เอง และผลการประเมินความพึงพอใจในอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 50 คน พบว่ามีความพึงพอใจในระดับดี และไม่เกิดการระคายเคือง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสามารถนำรู้อย่างโปรตีนต่ำมาเตรียมมาสค์พอกหน้าชนิดลอกออก ที่มีสมบัติที่ดี

คำสำคัญ มาสค์พอกหน้า, รู้อย่างโปรตีนต่ำ, เครื่องสำอาง

บทนำ

อุตสาหกรรมเครื่องสำอางเป็นอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลจากระดับรายได้ของผู้บริโภคที่สูง ประกอบกับพฤติกรรมผู้บริโภคที่ยอมรับและเห็นความสำคัญของเครื่องสำอางเพิ่มมากขึ้น การเติบโตของสินค้าเครื่องสำอางเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 10-15% ต่อปี ซึ่งพบว่าตลาดรวมเครื่องสำอางนำเข้านั้น มีมูลค่าไม่ต่ำกว่า 3,000 ล้านบาทต่อปี (บิสิเนสไทย, 2544) จะเห็นได้ว่าประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราให้กับต่างประเทศในการนำเข้าสินค้าประเภทนี้เป็นจำนวนมาก ทั้งที่ประเทศไทยเองก็มีความสามารถในการผลิตเครื่องสำอาง มีแหล่งวัตถุดิบและบุคลากรที่มีความรู้ สามารถพัฒนาอุตสาหกรรมภายในประเทศให้ก้าวหน้าได้

การนำยางธรรมชาติมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เริ่มต้นครั้งแรกจากการศึกษาพัฒนาโดยรองศาสตราจารย์ ดร.รพีพรรณ วิจิตสุวรรณกุล ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้ทำการสกัดสารจากส่วนชุ่มชื้นของน้ำยางธรรมชาติมาพัฒนาเป็นเวชภัณฑ์และเวชสำอาง และเตรียมเป็นเครื่องสำอางในรูปครีมหน้าขาว ซึ่งจะช่วยให้ใบหน้ามีความเนียน ขาวใส และเต่งตึงมากขึ้น จากความสำเร็จในครั้งนี้จึงเป็นแนวทางให้มีการผลิตและพัฒนาเครื่องสำอางในรูปแบบอื่นๆ ได้เพิ่มเติมอีก อย่างไรก็ตาม ในการสกัดสารดังกล่าวนี้จะนำส่วนของเนื้อพอลิเมอร์ออกไป ซึ่งเนื้อพอลิเมอร์เหล่านี้ยังคงมีสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการนำไปเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่นๆ ได้อีก เช่น มาสค์พอกหน้า

มาสค์พอกหน้าชนิดลอกออก (Peel-off mask) เป็นผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวหนังรูปแบบหนึ่ง มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดบรรจุในภาชนะปิดสนิทสำหรับใช้ครั้งเดียว เมื่อทาลงบนผิวหนังแล้วทิ้งไว้ตัวทำละลายจะระเหยออกไปอย่างช้าๆ เกิดเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ปกคลุมผิวหนัง ก่อนที่จะลอกออกเพื่อขจัดสิ่งสกปรกบนผิวหนังและผลัดเซลล์ผิวที่เสื่อมสภาพ ทำให้ผิวหนังสะอาดและกระชับ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงต้องการเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในรูปแบบมาสค์พอกหน้าชนิดลอกออก โดยใช้พอลิเมอร์จากยางธรรมชาติ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้น้ำยางพาราในทางเครื่องสำอางอีกรูปแบบหนึ่ง ที่สามารถเตรียมได้ง่ายโดยเทคโนโลยีการผลิตภายในประเทศ และมีการเดิมสารออกฤทธิ์อื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเกิดการซึมผ่านเข้าสู่ผิวหนังเพื่อออกฤทธิ์ก่อนที่จะลอกแผ่นฟิล์มออก เช่น วิตามิน B3 สำหรับเป็นสารทำให้หน้าขาว (Whitening agent) วิตามิน E สำหรับใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และเป็นสารลบรอยเหี่ยวย่น (Anti-wrinkle agent) ช่วยในการชะลอริ้วรอย Vitamin C และ B3 ช่วยในการผลัดเซลล์ผิวหนังและทำให้ผิวหนังขาวใส (พิมพร, 2529; 2532; อรัญญา และ จีระเดช, 2535; ฤดีกร, 2538; Slavtcheff and Conn, 1998; Bissett *et al.*, 2004) เป็นต้น

วัตถุดิบของน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในรูปแบบมาสค์พอกหน้าชนิดลอกออก ควรจะเป็นรูปแบบของเหลวที่กระจายตัวในน้ำ ซึ่งโดยทั่วไปน้ำยางธรรมชาติจะมีจำหน่ายในรูปน้ำยางสด และน้ำยางข้น ซึ่งมีข้อดี/ข้อเสียที่แตกต่างกัน กล่าวคือ น้ำยางสดที่ได้จากชาวสวนโดยตรงนั้น จะไม่คงสภาพ ทำให้เกิดการบูดเสียได้ง่าย และมีความเจือจางสูง ดังนั้น ในทางการค้ามักนำไปเตรียมในรูปน้ำยางข้น ซึ่งนำไปแยกน้ำออกบางส่วนทำให้มีความเข้มข้นของเนื้อยางเพิ่มขึ้นเป็น 60% และเติมแอมโมเนียเพื่อเพิ่มความคงสภาพให้กับน้ำยาง ทำให้สามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น ดังนั้น การศึกษาในเบื้องต้น จึงเลือกใช้วัตถุดิบทั้งในรูปน้ำยางข้นและน้ำยางสดในการพัฒนาความเป็นไปได้

อย่างไรก็ตาม โปรตีนหลายชนิดในน้ำยางธรรมชาติสามารถก่อให้เกิดการแพ้อย่างรุนแรงได้ ดังนั้น การนำน้ำยางธรรมชาติมาใช้ในด้านต่างๆ อาจต้องคำนึงถึงปริมาณโปรตีนก่อแพ้ที่อยู่ในน้ำยางด้วย การเลือกใช้น้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำ (Low protein natural rubber: LPNR) จึงเป็นอีกทางเลือกที่น่าสนใจใน

การนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์สำหรับใช้กับร่างกายคน และนอกจากนั้น ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับผิวหนังก็ควรหลีกเลี่ยงการใช้แอมโมเนียเป็นส่วนประกอบด้วย ดังนั้น ในขั้นตอนถัดมาจึงได้เลือกใช้น้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำที่ทำการพัฒนาวิธีการกำจัดโปรตีนจากน้ำยางสดขึ้นเอง โดยใช้เอนไซม์ Alcalase เพื่อย่อยโปรตีนที่อาจก่อให้เกิดอาการแพ้และกำจัดออก (ไฟโรจน์, พรสิทธิ์ และ โยธิน, 2538) และเลือกใช้สารเพิ่มความคงตัวของน้ำยางธรรมชาติที่มีความปลอดภัยในการใช้ต่อผิวหนัง ซึ่งไม่ใช่แอมโมเนีย เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในรูปแบบมาสก์พอกหน้าชนิดลอกออก ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้บนผิวหนังบริเวณใบหน้า ซึ่งเป็นผิวหนังส่วนสำคัญและบอบบางของร่างกาย

แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติกับผิวหนัง มีรายงานของการก่อให้เกิดอาการแพ้ ทั้งในระดับไม่รุนแรง และระดับรุนแรง ดังนั้น ผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติที่เตรียมขึ้นนี้ จึงยังคงจำเป็นต้องได้รับการทดสอบการก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง ซึ่งในการศึกษานี้จะทำการทดสอบในสัตว์ทดลอง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าความปลอดภัยในการใช้ จนสามารถนำไปใช้ในคนได้ต่อไป

วัตถุดิบ

เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์มาสก์พอกหน้าชนิดลอกออกจากน้ำยางธรรมชาติ ในรูปแบบเพสต์ ให้มีลักษณะที่น่าใช้และมีความคงตัว

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมและการศึกษาสมบัติของน้ำยาง

1.1 การเตรียมน้ำยางโปรตีนต่ำ

เตรียมน้ำยางโปรตีนต่ำจากวัตถุดิบน้ำยางสด ซึ่งมีปริมาณเนื้อยาง (Dry rubber content; DRC) ประมาณ 30% โดยนำน้ำยางสดที่ไม่มีการเติมสารอื่นๆ มาก่อน มากรองด้วยตะแกรง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกออก เติมสารละลายที่มีส่วนผสมของ 1% Sodium dodecyl sulfate, 2% Uniphen P-23 และ 0.1% Sodium hydroxide พร้อมคนให้เข้ากัน ปรับ pH ของน้ำยางให้ได้ประมาณ 7-8 ด้วย Sodium hydroxide solution เติมเอนไซม์ Alcalase ปริมาณ 0.2 phr ผสมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บั่นแยกเนื้อยางและล้างซ้ำด้วยน้ำกลั่น โดยใช้เครื่อง Centrifuge ที่ 10,000 rpm 25°C เป็นเวลา 45 นาที นำเนื้อยางไปกระจายตัวในน้ำกลั่น เพื่อให้มีปริมาณเนื้อยางประมาณ 30% และเก็บในภาชนะที่สะอาด ปิดสนิท ในตู้เย็น เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

1.2 การศึกษาสมบัติของน้ำยางชนิดต่าง ๆ

นำน้ำยางสด น้ำยางข้น (ที่มีปริมาณเนื้อยางประมาณ 60% ที่ไม่มีการเติมสารกันเสีย) และน้ำยางโปรตีนต่ำที่เตรียมได้ มาศึกษาสมบัติทางกายภาพในด้านต่างๆ ดังนี้

1) pH ของน้ำยางโปรตีนต่ำ โดยใช้ pH meter (model SA520, Orion Research Incorporated, USA.) วัดซ้ำ 2 ครั้ง บันทึกค่า pH ที่อ่านได้

2) ความหนืดและรูปแบบการไหลของน้ำยางชนิดต่างๆ โดยนำน้ำยางปริมาณ 10 ml วัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield DV-III ULTRA Programmable-Rheometer (Brookfield engineering laboratories, Inc. USA.) ที่อุณหภูมิห้อง โดยเลือก Spindle ที่เหมาะสม แล้วบันทึกค่าความหนืดจากเครื่องที่อ่านได้ นำค่าที่ได้มาสร้างรูปแบบการไหล

3) ปริมาณโปรตีนในน้ำยางโปรตีนต่ำ โดยใช้ Kjeldahl Method เพื่อทดสอบหาปริมาณโปรตีนตามมาตรฐาน The Association of Official Agricultural Chemists (AOAC)

4) Zeta Potential และขนาดของอนุภาค ด้วยเครื่อง Zeta Potential Analyzer (model ZetaPALS, Brookhaven)

5) การเกิดฟิล์มจากน้ำยางโปรตีนต่ำ โดยแผ่นน้ำยางชนิดต่าง ๆ ในความเข้มข้นและปริมาณที่แตกต่างกัน ลงใน Petri dish ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส จับเวลาในการเกิดเป็นแผ่นฟิล์มแห้ง และสังเกตลักษณะแผ่นฟิล์มด้วยตาเปล่า บันทึกรูป

2. การเตรียมตัวรับและฟิล์มเมื่อผสมสารเติมลงในน้ำยางชนิดต่าง ๆ

2.1 ตัวรับที่มีพลาสติกไซเซอร์และพอลิเมอร์ผสมชนิดต่าง ๆ

เตรียมตัวรับโดยผสมน้ำยางธรรมชาติกับพลาสติกไซเซอร์ และสารละลายของพอลิเมอร์ต่าง ๆ เทลงใน Petri dish ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตและจดบันทึกลักษณะของสารตัวอย่าง และแผ่นฟิล์มที่ได้ รวมทั้งประเมินผลการทดลอง

2.2 ตัวรับที่มีสารออกฤทธิ์ชนิดต่าง ๆ

เตรียมตัวอย่าง โดยเลือกสูตรตัวรับที่ดีในขั้นตอนที่ 2.1 มาผสมกับสารออกฤทธิ์ต่าง ๆ ได้แก่ Nicotinamide (Vitamin B3), Tocopheral acetate (Vitamin E), Ascorbic acid (Vitamin C), Aloe vera, Olive oil, Jojoba oil, Tamarind extract และ Centella extract รวมถึงสารเพิ่มการแทรกผ่าน ได้แก่ Tween 80 เทลงใน Petri dish ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตและจดบันทึกลักษณะของสารตัวอย่าง และแผ่นฟิล์มที่ได้ รวมทั้งประเมินผลการทดลอง

3. การประเมินสมบัติ

3.1 การประเมินสมบัติของผลิตภัณฑ์

1) pH ของผลิตภัณฑ์ ทั้งที่ไม่มีสารออกฤทธิ์ และที่มีการผสมสารออกฤทธิ์ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด ได้แก่ Commercial product 1 และ Commercial product 2 โดยใช้ pH meter

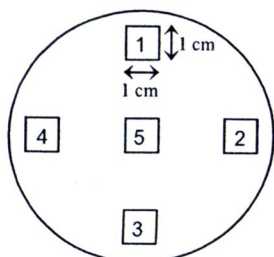
2) ความหนืดของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เครื่อง Brookfield Synchro-Lectric viscometer โดยวัดค่าความหนืดที่ความเร็วรอบต่าง ๆ และพิจารณารูปแบบการไหลของผลิตภัณฑ์ที่มีสารออกฤทธิ์เป็นส่วนประกอบ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาดซึ่งในการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อทางการค้า ได้แก่ Commercial product 1 และ Commercial product 2

3.2 การประเมินสมบัติของแผ่นฟิล์ม

• หลังจากเตรียมเป็นแผ่นฟิล์มที่อุณหภูมิห้องแล้ว ทำการประเมินสมบัติเหล่านี้

1) ลักษณะภายนอก สังเกตลักษณะของแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้ ด้วยตาเปล่า และภายใต้กล้องจุลทรรศน์

2) ความหนา ตัดแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้เป็นชิ้นเล็กๆ จำนวน 5 ชิ้น จากบริเวณต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม จำนวน 5 จุด (บน กลาง ล่าง ซ้าย ขวา) ให้มีพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร ดังรูปที่ 1 ใช้เครื่อง Micrometer วัดความหนาของฟิล์มที่ได้ บันทึกรูป และคำนวณหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 1 พื้นที่ของแผ่นฟิล์มเพื่อประเมินสมบัติ

3) ความสม่ำเสมอของแผ่นฟิล์ม ตัดแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้เป็นชิ้นเล็กๆ จำนวน 5 ชิ้น จากบริเวณต่างๆ ของแผ่นฟิล์มจำนวน 5 จุด (บน กลาง ล่าง ซ้าย ขวา) ให้มีพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร ดังรูปที่ 1 ซึ่งน้ำหนักแผ่นฟิล์มแต่ละชิ้น บันทึกผล และคำนวณหาค่าเฉลี่ย

4) สมบัติเชิงกล (Mechanical Properties) ตัดแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 1 x 5 ตารางเซนติเมตร นำไปทดสอบด้วยเครื่อง Tensile tester โดยหนีบตัวอย่างที่ตัดไว้ให้เหลือระยะระหว่างตัวหนีบบน-ล่าง 1 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2 ใช้ความเร็วในการดึง 500 มิลลิเมตร/นาที อ่านค่าแรงที่ใช้ดึงแผ่นฟิล์มที่ระยะต่างๆ นำมาคำนวณค่าสมบัติเชิงกลต่างๆ ดังนี้

- ค่า Modulus แบ่งออกเป็น 3 ค่า คือ

ค่า Initial modulus อ่านค่าแรงที่ใช้ดึงแผ่นฟิล์มให้ยืดในช่วงเริ่มต้น

ค่า 300% Modulus อ่านค่าแรงที่ใช้ดึงแผ่นฟิล์มให้ยืดออก 3 เท่าของความยาวเดิม

ค่า 500% Modulus อ่านค่าแรงที่ใช้ดึงแผ่นฟิล์มให้ยืดออก 5 เท่าของความยาวเดิม

- ค่าความต้านทานต่อการดึง (Tensile strength) อ่านค่าแรงที่ใช้ดึงแผ่นฟิล์มให้ยืดจนขาด
คำนวณค่า Modulus ชนิดต่างๆ และค่า Tensile strength จากสมการที่ (1)

$$\text{Modulus or Tensile strength} = \frac{F}{A} \quad (1)$$

เมื่อ F คือค่าแรงที่ใช้ดึงแผ่นฟิล์ม ตามชนิดของ Modulus หรือ Tensile strength (นิวตัน)

A คือพื้นที่หน้าตัดของแผ่นฟิล์ม (ตารางมิลลิเมตร)

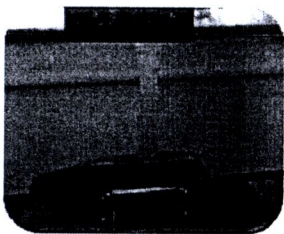
- ค่าความสามารถในการยืดจนขาด (Elongation at break) โดยอ่านค่าความยาวสุดท้ายของแผ่นฟิล์มที่ขาด นำมาคำนวณเทียบกับความยาวเดิม ดังสมการที่ (2)

$$\% \text{Elongation at break} = \frac{(L - L_0)}{L_0} \times 100 \quad (2)$$

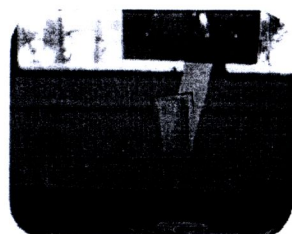
เมื่อ L = ระยะห่างระหว่างเส้นที่ขีดบนยางเมื่อดึงจนขาด

L_0 = ระยะห่างระหว่างเส้นที่ขีดบนยางก่อนการทดสอบ

5) ความสามารถในการเกาะติดผิวและการลอกออกจากผิวของแผ่นฟิล์ม ตัดแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 1 x 8 ตารางเซนติเมตร ทำให้ชิ้น แปะลงบนแผ่นใสซึ่งเป็นวัตถุผิวเรียบ ดังที่ไว้จนแห้ง นำไปทดสอบด้วยเครื่อง Tensile tester โดยหนีบตัวอย่างและแผ่นใส เพื่อประเมินสมบัติการยึดติดแบบลอกออก (Peel strength) ดังรูปที่ 3 อ่านค่าแรงที่ใช้ดึงแผ่นฟิล์มที่ระยะต่างๆ บันทึกผลการทดลอง (ASTM, 1972)



รูปที่ 2 การทดสอบสมบัติเชิงกล เพื่อหา Modulus, Tensile strength และ Elongation at break



รูปที่ 3 การหาค่า Peel strength

4. การศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ก่อนเกิดเป็นแผ่นฟิล์ม

เก็บผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้ในภาชนะที่ปิดสนิท ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน เมื่อครบ 1 เดือน ทำการสังเกตลักษณะภายนอก การปนเปื้อนเชื้อ วัด pH และความหนืด รวมถึงลักษณะของแผ่นฟิล์ม เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นใหม่ บันทึกผลการทดลอง

5. การทดสอบการก่อระคายเคืองต่อผิวหนังในกระต่าย

ทำการทดสอบการก่อระคายเคืองต่อผิวหนังของแผ่นขจัดสิวเสี้ยนในกระต่าย โดยส่งให้สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เป็นผู้ทดสอบ ซึ่งดำเนินการตามวิธีการทดสอบหมายเลข 404: Acute Dermal Irritation / Corrosion ของ OECD Guidelines for Testing of Chemicals (2002) โดยนำกระต่าย 3 ตัวมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการก่อนทำการทดสอบ 1 สัปดาห์ เพื่อให้สัตว์ทดลองปรับตัวคุ้นเคยกับสถานที่ ก่อนทำการทดสอบ 1 วัน โกนขนบริเวณลำตัวใต้หัวไหล่ขีดกระดูกสันหลังทั้งสองข้างเป็นบริเวณ 10 x 10 ตารางเซนติเมตร ด้วยปัตตาเลี่ยนไฟฟ้าให้ขนสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ไม่ให้ผิวหนังเป็นแผล ปิดแผ่นแปะที่เคลือบด้วยตัวอย่างปริมาณ 0.5 กรัม ลงบนผิวหนังกระต่ายด้านหนึ่งที่โกนขนที่เตรียมไว้ (บริเวณทดสอบ) ส่วนอีกด้านหนึ่งของกระต่ายตัวเดิมปิดด้วยแผ่นแปะที่เคลือบด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร (บริเวณควบคุม) ยึดแผ่นแปะด้วยพลาสติกชนิด Transpore ห่อลำตัวกระต่ายด้วยผ้ายึดเพื่อยึดแผ่นแปะติดกับผิวหนังไม่ให้เคลื่อนหลุด เมื่อครบ 4 ชั่วโมงเปิดแผ่นแปะออก แล้วใช้สำลีชุบน้ำอุ่นเช็ดเบาๆ เพื่อให้ตัวอย่างทดสอบที่เหลือค้างอยู่บนผิวหนังหลุดออก ตรวจสอบอาการแดงและอาการบวมตรงบริเวณทดสอบ ที่เวลา 1, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และถ้าพบว่ายังมีอาการแดงและอาการบวมอยู่ให้ตรวจสอบอาการต่อจนถึงวันที่ 14 ทำการให้คะแนนโดยยึดตามหลักเกณฑ์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การให้คะแนนผลการทดสอบการก่อระคายเคืองบนผิวหนัง

อาการแดง		อาการบวม	
ลักษณะ	คะแนน	ลักษณะ	คะแนน
ไม่แดง	0	ไม่บวม	0
แดงเล็กน้อยแทบสังเกตไม่ได้	1	บวมเล็กน้อยแทบสังเกตไม่เห็น	1
แดงจนมองเห็นได้ชัด	2	บวมเล็กน้อย (ขอบนูนเห็นได้ชัดเจน)	2
แดงปานกลางถึงแดงมาก	3	บวมปานกลาง (นูนขึ้นมา 1 มิลลิเมตร)	3
แดงซ้ำถึงผิวหนังตลอกเกิด	4	บวมมาก (นูนขึ้นมา 1 มิลลิเมตร และลามออกไป)	4

6. การประเมินการก่อระคายเคืองและความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ในอาสาสมัคร

ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์แผ่นขจัดสิวเสี้ยนบนผิวหนังของอาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 50 คน เพื่อประเมินการก่อระคายเคือง และความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ โดยการทดสอบดังกล่าวได้รับอนุญาตให้ทำการทดสอบในคน จากคณะกรรมการจริยธรรมในการวิจัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัคร โดยเลือกอาสาสมัครสุขภาพดี อายุ 18-25 ปี ที่มีความสนใจเข้าร่วมโครงการ ไม่อยู่ในระหว่างการเปลี่ยนหรือใช้ผลิตภัณฑ์ทางผิวหนังชนิดใหม่ (เช่น สบู่ โลชั่น ครีม และเครื่องสำอางต่าง ๆ) ในระยะ 1 เดือนที่ผ่านมา ไม่มีประวัติแพ้ยา พารา ยา สารเคมี หรืออาหารทะเล และไม่ มีประวัติผิวหนังแพ้ง่าย สามารถเข้าร่วมการวิจัยในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 ได้

อาสาสมัครทุกคนถูกกำหนดให้อยู่ในกลุ่มศึกษา โดยจะทำการเก็บข้อมูลลักษณะผิวหนังบริเวณท้องแขนของอาสาสมัครแต่ละรายในเรื่องความแดง ลักษณะการบวมของผิวหนัง และความพึงพอใจของกลุ่มอาสาสมัคร

กระบวนการวิจัยที่กระทำต่ออาสาสมัคร โดยกำหนดพื้นที่บริเวณท้องแขนของอาสาสมัคร ตรวจดูลักษณะผิวหนังว่าผิดปกติหรือไม่ ถ่ายภาพผิวหนังก่อนใช้ผลิตภัณฑ์ บันทึกผลไว้เป็นข้อมูลพื้นฐาน จากนั้นทาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกลงบนท้องแขนอาสาสมัครขนาด 3 x 4 ตารางเซนติเมตร ทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที เมื่อครบกำหนดเวลา ให้ทำการลอกฟิล์มที่เกิดขึ้นออก เพื่อตรวจดูลักษณะผิวหนังบริเวณที่ทาผลิตภัณฑ์ว่าผิดปกติหรือไม่ ในด้านความแดง ลักษณะการบวม บันทึกผลและให้คะแนนตามเกณฑ์ในลักษณะเดียวกับตารางที่ 1 และติดตามดูผลใน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ทำการหาค่าเฉลี่ยของอาสาสมัครแต่ละคนที่ได้ แล้วนำไปคำนวณดัชนีการระคายเคืองเบื้องต้น (Primary irritation index) ดังสมการที่ (3) โดยรายงานค่าเป็นตัวเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง

$$\text{ดัชนีการระคายเคืองเบื้องต้น} = \frac{\text{คะแนนรวมของค่าเฉลี่ยของอาสาสมัครแต่ละคน}}{\text{จำนวนอาสาสมัครที่เข้าร่วมทดสอบ}} \quad (3)$$

หากการทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนังในอาสาสมัครรายใด ได้คะแนนรวมมากกว่าระดับ 2 แสดงว่าเกิดการระคายเคือง ซึ่งผู้วิจัยจะหยุดทำการวิจัยในอาสาสมัครท่านนั้น และติดตามผลต่อไป

นอกจากนั้น ให้อาสาสมัครทำการประเมินและให้คะแนนความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ ในด้านความเนียนของผลิตภัณฑ์ การแผ่กระจายเมื่อทาบนผิว การเคลือบติดผิว ความเร็วในการเกิดเป็นแผ่นฟิล์ม ความรู้สึกต่อเนื่องของแผ่นฟิล์มขณะลอกออก ความรู้สึกขณะลอกแผ่นฟิล์มออก ความสะอาดของผิว การกระชับผิว และความชุ่มชื้นของผิว โดยกำหนดระดับคะแนนเต็มในแต่ละหัวข้อเป็น 10 คะแนน จากนั้นทำการรวบรวมคะแนนที่ได้ นำมาแปลผลและเปรียบเทียบความแตกต่างของความพึงพอใจในแต่ละตัวรับ โดยใช้วิธีการทางสถิติ บันทึกและสรุปผลการวิจัย

อย่างไรก็ตาม หากอาสาสมัครท่านใดเกิดความรู้สึกไม่สบายในบริเวณผิวที่ทำการทดสอบอาสาสมัครสามารถหยุดทำการทดสอบ โดยลอกผลิตภัณฑ์ออกได้ก่อนครบกำหนดเวลาและล้างออก และแจ้งให้ผู้วิจัยทราบเพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไป

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. สมบัติของน้ำยางชนิดต่าง ๆ

ในการศึกษาเริ่มต้น ได้นำน้ำยาง 2 ชนิดมาใช้ โดยน้ำยางชนิดแรกเป็นน้ำยางชันที่ไม่เต็มสารกันเสีย ซึ่งคาดว่าจะมีผลดีในการลดการระคายเคืองที่อาจเกิดจากสารกันเสียซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่มีสมบัติเป็นด่าง เช่น แอมโมเนีย พบว่าน้ำยางชันนี้มี pH อยู่ในช่วง 6.5-7.0 แต่เกิดการเสียและมีกลิ่นเหม็นได้ในระยะเวลาอันสั้น จึงไม่เหมาะสมสำหรับการเตรียมตัวรับ ต่อมาจึงใช้น้ำยางสดที่เต็มสารกันเสีย (TAPP) แทน ซึ่งทำให้ pH ของน้ำยางสูงขึ้นมาก คือ มี pH 9.1-9.8 และอาจส่งผลต่อค่า pH ของผลิตภัณฑ์ได้ โดยความหนืดของน้ำยางทั้งสองชนิดที่เต็มและไม่เต็มสารกันเสียที่มีความเข้มข้นของเนื้อยางเท่ากัน จะมีค่าความหนืดใกล้เคียงกัน และมีความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณเนื้อยางในน้ำยางเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่าสารละลายน้ำยางที่มีปริมาณเนื้อยาง 60%, 50%, 40%, และ 30% มีค่าความหนืดเป็น 301.64, 50.99, 23.79, และ 13.75 cps ตามลำดับ ส่วนน้ำยางที่มีเนื้อยางประมาณ 10-20% มีค่าความหนืดน้อยมาก

ใกล้เคียงน้ำ จากการศึกษาความเข้มข้นของเนื้อเยื่อที่สามารถเกิดเป็นแผ่นฟิล์มได้ พบว่าในช่วงความเข้มข้นของเนื้อเยื่อ 30-60% w/w ยังคงสามารถทำให้ไหลได้ จึงสามารถเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ได้ง่าย และสามารถเกิดเป็นแผ่นฟิล์มได้ดี ส่วนที่ความเข้มข้นของเนื้อเยื่อ 10-20% w/w จะได้แผ่นฟิล์มที่บางและฉีกขาดง่ายเมื่อดึงออก

เนื่องจากปัจจัยที่น้ำยางธรรมชาติมีปริมาณโปรตีนสูง ซึ่งพบรายงานการแพ้ยางธรรมชาติในหลายรูปแบบ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา ทั้งการเกิดผื่นลมพิษเล็กน้อย ไปจนถึงการเกิดการแพ้อย่างรุนแรงแบบ Anaphylactic reaction ในบางราย โดยสาเหตุเกิดจากโปรตีนที่มีอยู่ในน้ำยางธรรมชาติที่ก่อให้เกิดการแพ้มีมากถึง 14 ชนิด นอกจากนี้อาจเกิดจากสารเคมีที่เติมลงไปในช่วงกระบวนการผลิตอื่นๆ เช่น Carbamate, Biocide, Benzothiazole เป็นต้น ดังนั้นการวิจัยในระยะถัดไป จึงมีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำยางธรรมชาติ โดยการขจัดโปรตีนออกจากน้ำยางธรรมชาติเพื่อให้ได้น้ำยางโปรตีนต่ำ ก่อนที่จะนำไปเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าแบบเพสต์ ซึ่งได้เลือกใช้วิธี Enzyme treatment ด้วยเอนไซม์ Alcalase ซึ่งสามารถย่อยสลายเปปไทด์ให้สั้นลง และเสียสภาพจนไม่สามารถก่อการแพ้ได้ และเนื่องจากน้ำยางธรรมชาติเกิดการเสียและมีกลิ่นเหม็นได้ง่าย จึงเลือกเติม Uniphen P23 ลงไปเป็นสารกันเสียและเติม Sodium dodecyl sulfate เพื่อเป็น Stabilizer ป้องกันน้ำยางจับตัวกันเป็นก้อน (ไพโรจน์, พรสิทธิ์ และ โยธิน, 2538) พบว่า น้ำยางโปรตีนต่ำที่เตรียมได้ มีปริมาณโปรตีนลดลงถึง 83.21% และมีปริมาณไนโตรเจนหลังจากกระบวนการขจัดโปรตีนเพียง 0.043% ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์กำหนดที่จะทำให้ผู้ป่วยที่มีความไวต่ออาการแพ้ (ไม่เกิน 0.1%) เมื่อทดสอบด้วย Skin Prick Test (Perrella and Gaspari, 2002) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณโปรตีนที่ลดลงได้นี้ ยังคงน้อยกว่าที่เคยมีรายงานก่อนหน้านี้ ซึ่งใช้วิธี Enzyme treatment เช่นเดียวกัน แต่สามารถลดปริมาณโปรตีนได้ถึง 99% (Parrella and Gaspari, 2002) ซึ่งอาจต้องมีการพัฒนากระบวนการเตรียมต่อไป

น้ำยางโปรตีนต่ำที่เตรียมได้ มีสมบัติไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก โดยค่า pH ของน้ำยางธรรมชาติ เป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.59) แต่เมื่อผ่านกระบวนการลดโปรตีน ซึ่งต้องมีการปรับ pH ก่อนด้วย Sodium hydroxide เพื่อให้เอนไซม์ทำงานย่อยโปรตีนได้ดี ดังนั้น น้ำยางโปรตีนต่ำจึงมี pH ที่สูงขึ้น (pH 7.27) และน้ำยางโปรตีนต่ำยังคงมีความหนืดต่ำ โดยมีค่าความหนืดประมาณ 8.4-8.9 cps และมีรูปแบบการไหลแบบ Newtonian ซึ่งเมื่อให้แรงที่มากขึ้น ค่า Shearing stress ก็จะมากขึ้นตามไปด้วย และกราฟที่ได้มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง มีความชันคงที่ นั่นคือความหนืดของน้ำยางโปรตีนต่ำจะมีค่าคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของแรงที่ได้รับ

จากการวัดค่า Zeta potential พบว่าอนุภาคของน้ำยางมีการเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยหลังจากการลดปริมาณโปรตีน โดยค่า Zeta potential ของน้ำยางสดมีค่า -41.64 ± 0.85 mV ส่วนค่า Zeta potential ของน้ำยางโปรตีนต่ำจะมีค่าที่เป็นลบที่มากขึ้นเล็กน้อย คือ มีค่า -42.53 ± 1.25 mV แต่อย่างไรก็ตาม น้ำยางทั้งสองชนิดมีประจุที่เป็นลบสูงมาก ($\zeta \leq -40$ mV) ซึ่งเพียงพอที่จะป้องกันการเกิดการจับกลุ่มกันของอนุภาค จึงเกิดการกระจายตัวของอนุภาคอย่างมีเสถียรภาพ โดยไม่เกิดการตกตะกอนในระยะเวลานานได้ ดังนั้น น้ำยางโปรตีนต่ำที่เตรียมได้นี้จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าต่อไป

ขนาดของอนุภาคภายในน้ำยางสดและน้ำยางโปรตีนต่ำมีค่าใกล้เคียงกัน โดยที่น้ำยางโปรตีนต่ำจะมีขนาดอนุภาคที่ใหญ่กว่าน้ำยางสด (347.1 ± 2.3 nm และ 441.0 ± 8.5 nm ตามลำดับ) ซึ่งอาจเกิดจากการใช้แรงหมุนเหวี่ยงน้ำยางในขั้นตอนการลดปริมาณโปรตีน ทำให้อนุภาคเกิดการเกาะติดกันขึ้น และเมื่อพิจารณาค่า Polydispersity index จะพบว่ามีค่าน้อย (0.278 และ 0.240 ตามลำดับ) นั่นคือมีการกระจาย

ของขนาดอนุภาคที่ต่ำ อนุภาคยังมีขนาดใกล้เคียงกันในน้ำยางแต่ละชนิด แสดงให้เห็นว่าน้ำยางโปรตีนต่ำที่เตรียมขึ้น ยังคงมีสมบัติต่างๆ ใกล้เคียงกับน้ำยางสด และมีปริมาณโปรตีนลดลงมาก จึงมีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมผลิตภัณฑ์ต่อไป

น้ำยางโปรตีนต่ำที่เตรียมได้ สามารถนำมาขึ้นรูปฟิล์มได้ง่ายเช่นเดียวกับน้ำยางสดและน้ำยางข้น โดยเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบาง สีเหลือง มีเนื้อเรียบเนียนเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าและภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยความหนาของฟิล์มและน้ำหนักของฟิล์มที่ได้ ขึ้นกับปริมาณของน้ำยางที่เทลงใน Petri dish และเมื่อฟิล์มหนาขึ้นก็จะสามารถลอกออกได้ง่ายขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตาม หากใช้ปริมาณของน้ำยางเพิ่มมากขึ้น ก็จะทำให้เวลาในการทำแห้งให้เกิดเป็นแผ่นฟิล์มเพิ่มมากขึ้นด้วย และนอกจากนั้น แผ่นฟิล์มที่เตรียมได้จากน้ำยางเพียงอย่างเดียว จะมีสมบัติด้านการยืดเกาะต่ำ ดังนั้น การเตรียมมาส์คพอกหน้าจึงจำเป็นต้องเพิ่มคุณสมบัติด้านการยืดเกาะ ทำให้มีความน่าใช้ และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งในการวิจัยได้ทำการศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์และฟิล์มที่เตรียมได้ เมื่อผสมสารเติมต่างๆ ลงในน้ำยาง เพื่อศึกษาความเข้ากันได้ และปริมาณที่เหมาะสมของสารที่ทำหน้าที่เป็นสารก่อฟิล์ม และสารออกฤทธิ์อื่นๆ โดยใช้เทคนิคการออกแบบที่เหมาะสม (Optimization design)

ในการศึกษาเบื้องต้น พบว่าในการเติม Glycerin และ Propylene glycol (PG) เพื่อทำหน้าที่เป็นพลาสติกไซเซอร์ สามารถเพิ่มความยืดหยุ่นและความแข็งแรงให้แก่แผ่นฟิล์ม ทำให้ผลิตภัณฑ์ลอกออกได้ง่าย อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความชุ่มชื้น (Humectants) ป้องกันการสูญเสียน้ำจากตำรับ เนื่องจากสารเหล่านี้มีสมบัติดูดน้ำที่อยู่ในอากาศเข้ามาในผลิตภัณฑ์ได้ มีช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ Glycerin ไม่เกิน 2.5% หรือ PG ไม่เกิน 5% และไม่ควรรีวร่วมกันเกิน 5% หากเติมในปริมาณมากจะทำให้ใช้ระยะเวลาในการเกิดเป็นแผ่นฟิล์มนานขึ้นหรืออาจจะไม่เกิดเป็นแผ่นฟิล์มได้ รวมทั้งยังมีผลต่อความแข็งแรงของแผ่นฟิล์มด้วย ซึ่งความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดในการเกิดแผ่นฟิล์มได้ง่าย คือ Glycerin 1.5% และ PG 3-5%

สำหรับการปรับปรุงสมบัติของแผ่นฟิล์มยางธรรมชาติด้วยการเติม Polyvinyl alcohol (PVA) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทางเครื่องสำอาง โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์แผ่นฟิล์มพอกหน้า ซึ่งจะช่วยให้เกิดเป็นฟิล์มที่คงรูป และเพิ่มความแข็งแรงให้แก่แผ่นฟิล์ม (Fotinos, Tsardaka and Koborozos, 2006) โดยใช้ผสมกับพอลิเมอร์ตัวอื่นๆ เพราะสมบัติของ PVA เพียงอย่างเดียวจะเกิดเป็นฟิล์มที่แข็งแรงแต่เปราะและแตกง่าย พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของ PVA จะช่วยให้แผ่นฟิล์มยางธรรมชาติที่ได้มีความแข็งแรงคงรูป และฉีกขาดได้ยาก ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมของ PVA คือ 1-2% แต่การเพิ่มปริมาณ PVA จะทำให้เนื้อฟิล์มมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น และอาจทำให้ความหนืดของตำรับในขณะอยู่ในรูปของเหลวลดลง เนื่องจากต้องใช้น้ำเป็นตัวทำละลายมากขึ้นในขั้นตอนการเตรียมเป็นสารละลาย

การเพิ่มสารกลุ่มอนุพันธ์ของเซลลูโลส (Cellulose derivatives) เพื่อปรับปรุงความหนืดของตำรับมาส์คพอกหน้าในรูปของเหลวให้เหมาะสม ในการทดลองได้ศึกษาสารเพิ่มความข้นหนืด 3 ชนิด คือ Sodium carboxymethylcellulose (SCMC), Methyl cellulose (MC) และ Hydroxypropylmethyl cellulose (HPMC) พบว่าเมื่อผสม SCMC กับน้ำยางในความเข้มข้น 0.75-2.0% สามารถทำให้เกิดเป็นแผ่นฟิล์มได้ แผ่นฟิล์มที่ได้สามารถลอกออกได้ง่าย และมีความยืดหยุ่นสูง แต่เนื้อฟิล์มไม่เรียบเนียน โดยมีลักษณะเป็นจุดใสเล็กๆ ของ SCMC ซึ่งน่าจะเป็นลักษณะที่ไม่เข้ากันเป็นเนื้อเดียว ในขณะที่ MC และ HPMC ให้แผ่นฟิล์มที่มีลักษณะดีกว่า โดยได้แผ่นฟิล์มที่สามารถลอกออกได้ง่าย มีความยืดหยุ่น เนื้อฟิล์มเรียบเนียน และเนื้อฟิล์มมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของ MC และ HPMC ซึ่งจากการทดลองสามารถใช้ได้ทั้ง MC ความเข้มข้น 0.75-5% และ HPMC 1-5% แต่หากใช้ในปริมาณน้อยจะทำให้ความหนืดของ

ของเหลวผสมที่ได้น้อยเกินไปซึ่งอาจไม่เหมาะสมสำหรับการเตรียมเป็นมาสค์พอกหน้า โดย MC จะเพิ่มความหนืดได้มากกว่าเมื่อใช้ในปริมาณที่เท่ากัน โดย HPMC ในความเข้มข้น 3-5% ดำรับที่ได้มีสีเหลืองอ่อนและเป็นเนื้อเดียวกัน มีความหนืดน้อย ไหลได้ง่าย ลักษณะของแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้จะมีความสม่ำเสมอ มีสีเหลืองอ่อน เรียบเนียน เมื่อใช้ HPMC ในความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความหนืดของดำรับเพิ่มขึ้น แต่ดำรับยังคงมีความหนืดน้อยเกินไป ไม่เหมาะสำหรับการเตรียมในรูปเพสต์ ในขณะที่ MC ในความเข้มข้น 2-5% พบว่าดำรับมีความหนืดค่อนข้างมาก และมีฟองอากาศแทรกในขณะขั้นตอนการเตรียม ซึ่งกำจัดได้ยาก ส่งผลให้แผ่นฟิล์มที่ได้มีฟองอากาศแทรกอยู่ภายในเนื้อฟิล์ม โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับเตรียมเป็นดำรับมาสค์พอกหน้า คือ MC 2-2.5% และ HPMC 3-5% อย่างไรก็ตามในการใช้ MC และ HPMC ไม่ควรใช้แรงในการคนมากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดฟองอากาศในเนื้อสารและกำจัดออกได้ยาก ซึ่งจะมีผลต่อความต่อเนื่องของแผ่นฟิล์มที่ได้

นอกจากนั้น การผสม Sodium alginate ในน้ำยางธรรมชาติ ในความเข้มข้น 4-8% จะให้ดำรับที่มีความหนืดน้อย และแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้มีฟองอากาศแทรกเล็กน้อย แผ่นฟิล์มที่ได้มีสีขาวอมเหลือง มีฟองอากาศขนาดเล็กกว่า อีกทั้งมีความยืดหยุ่นมากกว่า แต่ดำรับยังคงมีความหนืดน้อยเกินไป ไม่เหมาะสำหรับการเตรียมในรูปเพสต์

2. การเตรียมดำรับและฟิล์มเมื่อผสมสารเติมลงในน้ำยางโปรตีนดำ

2.1. ดำรับที่มีพลาสติกไซเซอร์และพอลิเมอร์ผสมชนิดต่าง ๆ

ในขั้นตอนต่อไป จะทำการเตรียมผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าจากน้ำยางโปรตีนดำ ทำการเตรียมมาสค์พอกหน้าที่มีการผสมพลาสติกไซเซอร์และพอลิเมอร์ผสมชนิดต่าง ๆ ดังสูตรในตารางที่ 2 โดยใช้น้ำยางโปรตีนดำ (มีปริมาณเนื้อยาง 35.9%) ในปริมาณ 40% ของดำรับ ซึ่งทำให้มีปริมาณเนื้อยางประมาณ 14.36% ของดำรับ เนื่องจากเป็นปริมาณที่เกิดฟิล์มได้ และสามารถเติมสารอื่นๆ ได้เพิ่มเติมอีก พบว่าลักษณะของดำรับมาสค์พอกหน้าและฟิล์มที่เกิดขึ้น เมื่อผสมพลาสติกไซเซอร์และพอลิเมอร์ผสมชนิดต่าง ๆ ลงในน้ำยางโปรตีนดำ รวมถึงสารกันเสียและส่วนประกอบอื่นๆ เป็นดังตารางที่ 3

ในการเตรียมสูตรดำรับและฟิล์มจากน้ำยางธรรมชาติ ที่มีการเติมส่วนประกอบอื่นๆ ลงไปเพิ่มเติม ไม่ควรจะทำให้เจือจางปริมาณเนื้อยางลงมากเกินไป เนื่องจากจะส่งผลต่อระยะเวลาในการเกิดเป็นแผ่นฟิล์มและความแข็งแรงสมบูรณ์ของแผ่นฟิล์มที่ได้ ดังนั้นจึงพิจารณาเตรียมผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าที่มีปริมาณเนื้อยาง 14% ของดำรับ (ซึ่งคำนวณจากปริมาณน้ำยาง 40% ซึ่งมีปริมาณเนื้อยาง 35.9%) หากใช้น้ำยางน้อยเกินไป จะทำให้การเกิดเป็นแผ่นฟิล์มยากขึ้น และสำหรับสารที่ทำหน้าที่เป็นสารก่อฟิล์มได้เลือกใช้ MC 2.5% เพราะจะทำให้ได้ดำรับที่มีความหนืดที่เหมาะสมสำหรับเตรียมมาสค์พอกหน้า และได้แผ่นฟิล์มที่มีความยืดหยุ่นและอ่อนนุ่ม และใช้ PVA ที่ความเข้มข้น 2 % ของดำรับ ทั้งนี้ ไม่เลือกใช้ HPMC และ Sodium alginate เนื่องจากดำรับที่ได้มีความหนืดน้อยเกินไปสำหรับเตรียมเป็นมาสค์พอกหน้า และหากเพิ่มความเข้มข้นของพอลิเมอร์ทั้งสองเพื่อเพิ่มความหนืด จะทำให้แผ่นฟิล์มยืดหยุ่นต่ำและฉีกขาดได้ง่าย

2.2. ดำรับที่มีสารออกฤทธิ์ชนิดต่าง ๆ

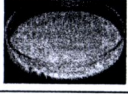
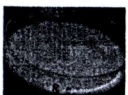
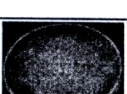
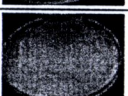
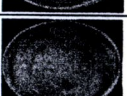
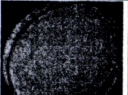
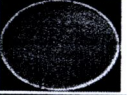
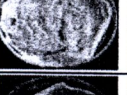
หลังจากที่เลือกสูตรดำรับที่มีลักษณะดี จึงทำการเติมสารออกฤทธิ์อื่นๆ ลงไป ดังส่วนประกอบในตารางที่ 4 พบว่าลักษณะของดำรับมาสค์พอกหน้าและฟิล์มที่เกิดขึ้น เมื่อผสมสารออกฤทธิ์อื่นๆ ลงในดำรับมาสค์พอกหน้า เป็นดังตารางที่ 5

ตารางที่ 2 สูตรตำรับมาสก์พอกหน้าผสมพลาสติกไฮเซอรและพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ

ตำรับ	ความเข้มข้นของสารที่ใช้ (%w/w)								
	LPNR ^(a)	PVA	Glycerin	PG	HPMC	MC	Sodium alginate	Paraben concentrate	น้ำ
A	40	2	1.5	3	3	-	-	1	45
B	40	2	1.5	3	4	-	-	1	45
C	40	2	1.5	3	5	-	-	1	45
D	40	2	1.5	4	-	2	-	1	45
E	40	2	1.5	4	-	2.5	-	1	45
F	40	2	1.5	5	-	3	-	1	45
G	40	2	1.5	5	-	5	-	1	45
H	40	2	1.5	3	-	-	4	1	45
I	40	2	1.5	3	-	-	5	1	45
J	40	2	1.5	3	-	-	6	1	45
K	40	2	1.5	4	-	-	8	1	45
L	40	2	-	-	4	-	-	1	45
M	40	2	-	-	-	2.5	-	1	45
N	40	2	-	-	-	-	5	1	45

^(a) ใช้น้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำที่เตรียมได้ ซึ่งมีปริมาณเนื้อยาง 35.9%

ตารางที่ 3 ลักษณะของตำรับมาสค์พอกหน้าและฟิล์มที่เกิดขึ้น เมื่อผสมสารเติมลงในน้ำยางโปรตีนต่ำ

ตำรับ	- ลักษณะของตำรับ		ลักษณะของฟิล์มที่เกิดขึ้น	
A	ของเหลวสีขาวขุ่น หนืดน้อยมาก		ฟิล์มสีขาวอมเหลือง ขุ่น เนื้อเนียน เรียบสม่ำเสมอ ยืดหยุ่น	
B	ของเหลวสีขาวขุ่น หนืดน้อย		ฟิล์มสีขาวอมเหลือง ขุ่น เนื้อเนียน เรียบสม่ำเสมอ ยืดหยุ่น แข็งกว่า A	
C	ของเหลวสีขาวขุ่น หนืดปานกลาง		ฟิล์มสีเหลืองอ่อน ขุ่น เนื้อเนียน เรียบสม่ำเสมอ ยืดหยุ่น แข็งกว่า A และ B	
D	ของเหลวสีขาวขุ่นและหนืด ค่อนข้างมาก มีฟองอากาศมาก		ฟิล์มสีขาวขุ่น มีฟองอากาศกระจาย ทั่วแผ่น นิ่ม ยืดหยุ่นน้อย	
E	ของเหลวสีขาวขุ่นและหนืด ค่อนข้างมาก มีฟองอากาศมาก		ฟิล์มสีขาวขุ่น มีฟองอากาศกระจาย ทั่วแผ่น นิ่ม ยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นกว่า D	
F	ของเหลวสีขาวขุ่น มีความข้นและ หนืดมาก มีฟองอากาศมาก		ฟิล์มสีขาวขุ่น มีฟองอากาศกระจาย ทั่วแผ่น นิ่ม ยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นกว่า E	
G	ของเหลวสีขาวขุ่น มีความข้นและ หนืดมาก ๆ มีฟองอากาศมาก		ฟิล์มสีขาวขุ่น มีฟองอากาศกระจาย ทั่วแผ่น นิ่ม ยืดหยุ่นลดลง	
H	ของเหลวสีขาว หนืดน้อย มีฟองอากาศน้อย		ฟิล์มสีขาวอมเหลือง มีฟองอากาศ กระจายทั่วแผ่น ยืดหยุ่น	
I	ของเหลวสีขาว หนืดน้อย มีฟองอากาศมาก		ฟิล์มสีขาวอมเหลือง มีฟองอากาศ กระจายทั่วแผ่น ยืดหยุ่นลดลง	
J	ของเหลวสีขาว หนืดเพิ่มมากขึ้นกว่า I มีฟองอากาศมาก		ฟิล์มสีขาวอมเหลือง แข็ง มีฟองอากาศกระจายทั่วแผ่น ยืดหยุ่นลดลง	
K	ของเหลวสีขาว ข้นหนืด มีฟองอากาศมาก		ฟิล์มสีขาวอมเหลือง แข็ง มีฟองอากาศกระจายทั่วแผ่น ยืดหยุ่นน้อย	
L	ของเหลวสีขาว หนืดน้อย		ฟิล์มมีสีขาวอมเหลือง ขุ่น แข็ง เปราะง่าย	
M	ของเหลวสีขาว ข้นหนืด มีฟองอากาศมาก		ฟิล์มสีขาวขุ่น นิ่ม มีฟองอากาศ กระจายทั่วแผ่น แต่เปราะง่าย	
N	ของเหลวสีขาว หนืดน้อย มีฟองอากาศมาก		ฟิล์มสีขาวอมเหลือง แข็ง มีฟองอากาศกระจายทั่วแผ่นฟิล์ม	

ตารางที่ 4 สูตรตำรับที่ผสมสารออกฤทธิ์ชนิดต่างๆ

ตำรับ	ความเข้มข้นของสารที่ใช้ (%w/w)																
	LPNR ^(a)	PVA	Glycerin	PG	MC	Nicotinamide	Tocopheral acetate	Ascorbic acid ^(e)	Aloe vera ^(f)	Olive oil	Jojoba oil	Centella extract	Tamarind extract	Perfume	Tween 80	Paraben concentrate	water
E1	40	2	1.5	2	2.5	5 ^(b)	5	-	-	-	-	-	-	-	1.25	1	45
E2	40	2	1.5	2	2.5	5 ^(b)	5	-	1	-	-	-	-	-	1.25	1	45
E3	40	2	1.5	2	2.5	5 ^(b)	5	-	2	-	-	-	-	-	1.25	1	45
E4	40	2	1.5	2	2.5	5 ^(b)	5	-	-	3	-	-	-	-	1.25	1	45
E5	40	2	1.5	2	2.5	5 ^(b)	5	-	-	5	-	-	-	-	1.25	1	45
E6	40	2	1.5	2	2.5	5 ^(b)	5	2	-	-	-	-	-	-	1.25	1	45
E7	40	2	1.5	2	2.5	5 ^(c)	5	-	-	-	-	-	-	-	1.25	1	45
E8	40	2	1.5	2	2.5	5 ^(d)	5	-	-	-	-	-	-	-	1.25	1	45
E9	40	2	1.5	2	2.5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	1.25	1	45
E10	40	2	1.5	2	2.5	-	5	-	-	-	2	-	-	-	1.25	1	45
E11	40	2	1.5	2	2.5	-	5	-	-	-	3	-	-	-	1.25	1	45
E12	40	2	1.5	2	2.5	-	5	-	-	-	-	1	-	-	1.25	1	45
E13	40	2	1.5	2	2.5	-	5	-	-	-	-	2	-	-	1.25	1	45
E14	40	2	1.5	2	2.5	-	5	-	-	-	-	-	0.5	-	1.25	1	45
E15	40	2	1.5	2	2.5	-	5	-	-	-	-	-	1	-	1.25	1	45
E16	40	2	1.5	2	2.5	-	5	2	1	-	2	-	-	qs	1.25	1	45
E17	40	2	1.5	2	2.5	-	5	-	1	-	2	-	0.5	qs	1.25	1	45

(a) ใช้น้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำที่เตรียมได้ ซึ่งมีปริมาณเนื้อยาง 35.9%

(b) ใช้ในรูป 25% Nicotinamide solution

(c) ใช้ในรูป 20% Nicotinamide solution

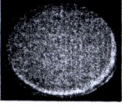
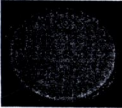
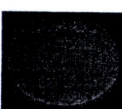
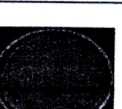
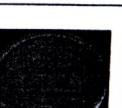
(d) ใช้ในรูป 15% Nicotinamide solution

(e) ใช้ในรูป 10% Ascorbic acid solution

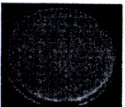
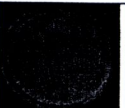
(f) ใช้ในรูป 10% Aloe vera solution



ตารางที่ 5 ลักษณะของตำรับมาสค์พอกหน้าและฟิล์มที่เกิดขึ้น เมื่อผสมสารออกฤทธิ์ชนิดต่าง ๆ

ตำรับ	- ลักษณะของตำรับ		ลักษณะของฟิล์มที่เกิดขึ้น	
E1	สีขาว เนื้อเนียน ช้นหนืด และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ใส และบางส่วนมีสีขาวทึบ เนื่องจากการตกผลึกของ Vitamin B3	
E2	สีขาว เนื้อเนียน หนืดน้อยกว่า E1 และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ใส เมื่อทิ้งไว้นานฟิล์มเป็นสีขาวทั่วทั้งแผ่น เนื่องจากการตกผลึกของ Vitamin B3	
E3	สีขาว เนื้อเนียน หนืดน้อยกว่า E2 และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ใส เมื่อทิ้งไว้นานฟิล์มเป็นสีขาวทั่วทั้งแผ่น เนื่องจากการตกผลึกของ Vitamin B3	
E4	สีขาว เนื้อเนียน หนืดน้อย เป็นมัน และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ใส เมื่อทิ้งไว้นานฟิล์มเป็นสีขาวทั่วทั้งแผ่น เนื่องจากการตกผลึกของ Vitamin B3	
E5	สีขาว เนื้อเนียน หนืดน้อย เป็นมัน และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ใส เมื่อทิ้งไว้นานฟิล์มเป็นสีขาวทั่วทั้งแผ่น เนื่องจากการตกผลึกของ Vitamin B3	
E6	สีขาว เนื้อเนียน หนืด และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ใส สีเหลือง เมื่อทิ้งไว้นานจึงเกิดการตกผลึกของ Vitamin B3 และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ	
E7	สีขาว เนื้อเนียน หนืด และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ใส เมื่อทิ้งไว้นานฟิล์มเป็นสีขาวทั่วทั้งแผ่น เนื่องจากการตกผลึกของ Vitamin B3	
E8	สีขาว เนื้อเนียน หนืด และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ใส เมื่อทิ้งไว้นานฟิล์มเป็นสีขาวทั่วทั้งแผ่น เนื่องจากการตกผลึกของ Vitamin B3	
E9	สีขาว เนื้อเนียน หนืด และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ขาวขุ่นสม่ำเสมอทั้งแผ่น ยึดหยุ่น มีฟองอากาศแทรกอยู่ภายใน ไม่มี การตกผลึกของสารออกฤทธิ์	
E10	สีขาว เนื้อเนียน หนืด และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ขาวขุ่นสม่ำเสมอทั้งแผ่น ยึดหยุ่น มีฟองอากาศแทรกอยู่ภายใน ไม่มี การตกผลึกของสารออกฤทธิ์	
E11	สีขาว เนื้อเนียน หนืด เป็นมัน เล็กน้อย และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ขาวขุ่นสม่ำเสมอทั้งแผ่น ยึดหยุ่น มีฟองอากาศแทรกอยู่ภายใน ไม่มี การตกผลึกของสารออกฤทธิ์	

ตารางที่ 5 ลักษณะของตำรับมาสค์พอกหน้าและฟิล์มที่เกิดขึ้น เมื่อผสมสารออกฤทธิ์ชนิดต่างๆ (ต่อ)

ตำรับ	- ลักษณะของตำรับ		ลักษณะของฟิล์มที่เกิดขึ้น	
E12	สีขาว เนื้อเนียน หนืด และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ขาวขุ่นสม่ำเสมอทั้งแผ่น หนืด ยืดหยุ่น เป็นมันเล็กน้อย มีฟองอากาศแทรกอยู่ภายใน ไม่มีการตกผลึกของสารออกฤทธิ์	
E13	สีขาว เนื้อเนียน หนืด และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ขาวขุ่นสม่ำเสมอทั้งแผ่น หนืด ยืดหยุ่น เป็นมัน มีฟองอากาศแทรกอยู่ภายใน ไม่มีการตกผลึกของสารออกฤทธิ์	
E14	สีขาว เนื้อเนียน หนืด และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ขาวขุ่นสม่ำเสมอทั้งแผ่น ยืดหยุ่น มีฟองอากาศแทรกอยู่ภายใน ไม่มีการตกผลึกของสารออกฤทธิ์	
E15	สีขาว เนื้อเนียน หนืด และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ขาวขุ่นสม่ำเสมอทั้งแผ่น ยืดหยุ่น มีฟองอากาศแทรกอยู่ภายใน ไม่มีการตกผลึกของสารออกฤทธิ์	
E16	สีขาว หนืด และมีการจับตัวเป็นก้อนเล็กๆ ของเนื้อยาง		ขาวขุ่น มีก้อนของเนื้อยางกระจายทั่วแผ่นฟิล์ม	
E17	สีขาว หนืด และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ		ขาวขุ่นสม่ำเสมอทั้งแผ่น มีฟองอากาศแทรกอยู่ ไม่มีการจับตัวเป็นก้อนของเนื้อยาง ไม่มีการตกผลึกของสารออกฤทธิ์	

เมื่อทดลองเตรียมผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารออกฤทธิ์ต่างๆ ได้แก่ Nicotinamide, Tocopheral acetate, Ascorbic acid, Olive oil, Jojoba oil, Aloe vera, Tamarind extract, Centella extract พบว่า มีความเข้ากันได้ของสารออกฤทธิ์กับผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้ ยกเว้นผลิตภัณฑ์ที่ผสม Nicotinamide เมื่อเกิดเป็นแผ่นฟิล์ม มีการตกผลึกของ Nicotinamide ซึ่งสามารถสังเกตได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า ซึ่งมีความเร็วในการเกิดที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับ พบว่าตำรับที่ประกอบด้วย Aloe vera ในความเข้มข้นที่สูงขึ้น และตำรับที่ประกอบด้วย Olive oil ในความเข้มข้นที่สูงขึ้น มีความเร็วในการเกิดผลึกที่ช้ากว่า และตำรับที่ประกอบด้วย Ascorbic acid มีความเร็วในการเกิดผลึกช้าที่สุด ดังนั้นจึงพิจารณาลดความเข้มข้นของ Nicotinamide ก่อนเติมลงในตำรับจาก 25% เป็น 20%และ 15% (ตำรับ E1, E7 และ E8 ตามลำดับ) แต่ยังคงพบการตกผลึกของ Nicotinamide เมื่อเกิดเป็นแผ่นฟิล์ม จึงจำเป็นต้องนำออกจากตำรับ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ผสมสารออกฤทธิ์จะมี Tocopheral acetate 5%, Aloe vera (1-2%), Olive oil(3-5%), Jojoba oil(2-3%), Tamarind extract(0.5-1%), Centella extract (1-2%) พบว่า มีความเข้ากันได้กับส่วนประกอบในตำรับ แต่เมื่อผสมสารออกฤทธิ์หลายชนิดเข้าด้วยกัน พบว่าตำรับ E16 ซึ่งมี Ascorbic acid เป็นส่วนประกอบ ลักษณะของตำรับมีการจับตัวของน้ำยางเป็นก้อนเล็กๆ ทำให้สังเกตเห็นก้อนเล็กๆของน้ำยางเมื่อเป็นแผ่นฟิล์ม สำหรับตำรับ E17 มีความเข้ากันได้

ไม่มีลักษณะการจับตัวเป็นก้อนเล็กๆของเนื้อยาง และแผ่นฟิล์มมีความสม่ำเสมอ ไม่พบการตกผลึกของออกฤทธิ์ ดังนั้น จึงพิจารณาคัดเลือกตัวรับ E17 ไปประเมินสมบัติด้านอื่นๆ ต่อไป

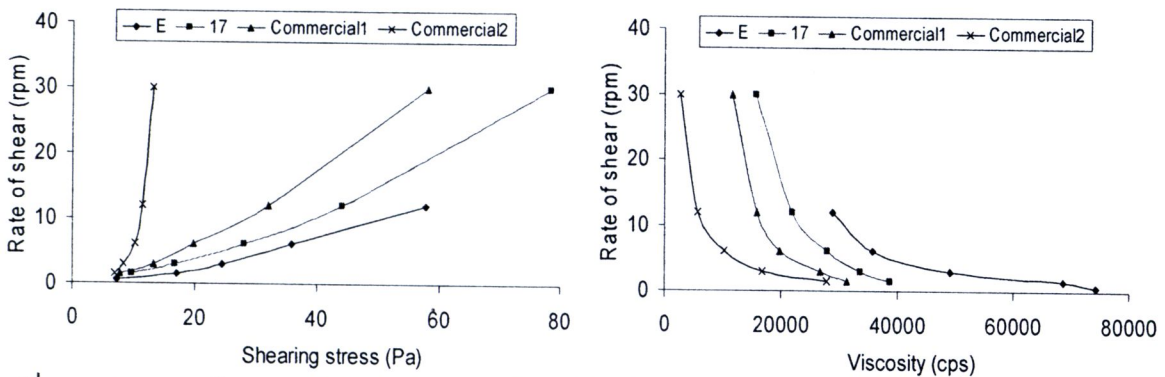
3. การประเมินสมบัติ

3.1 การประเมินสมบัติของผลิตภัณฑ์

จากการสังเกตลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ และแผ่นฟิล์มที่เกิดขึ้น สามารถเลือกสูตรตัวรับที่มีลักษณะดี คือ ตัวรับ E รวมถึงตัวรับที่มีการเติมสารออกฤทธิ์คือ ตัวรับ E17 ซึ่งเมื่อประเมินสมบัติของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ พบว่าได้ผลการทดสอบดังนี้

ผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าที่ผ่านการคัดเลือก มีลักษณะภายนอกสีขาวคล้ายครีม ความเป็นกรดและต่างของผลิตภัณฑ์ ทั้งที่ไม่มีสารออกฤทธิ์ (ตัวรับ E) และที่มีการผสมสารออกฤทธิ์ (ตัวรับ E17) เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด ได้แก่ Commercial product 1 และ Commercial product 2 พบว่า ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มี pH 7.03, 5.69, 5.26, และ 4.25 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าที่ไม่มีสารออกฤทธิ์มี pH ไม่เปลี่ยนแปลงจากน้ำยาโปรตีนต่ำมากนัก ส่วนผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าที่ผสมสารออกฤทธิ์ต่างๆ แล้วนั้น มี pH ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าอื่นๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งเป็นค่า pH ที่ใกล้เคียงกับผิวหนัง ซึ่งเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ทางผิวหนังโดยทั่วไป

ส่วนปัจจัยด้านความหนืด พบว่าผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าที่เตรียมได้มีค่าความหนืดที่มากกว่าผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าอื่นๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเล็กน้อย แต่ไม่มากเกินไปจนเป็นปัญหาในด้านการใช้งาน อีกทั้งรูปแบบการไหลของผลิตภัณฑ์เป็นชนิด Pseudoplastic flow เมื่ออัตราเฉือนเพิ่มขึ้น ความหนืดจะลดลง ซึ่งเป็นรูปแบบการไหลที่พบได้ทั่วไปในสารละลายพอลิเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ และเป็นรูปแบบเดียวกับผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าอื่นๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 รูปแบบการไหลของตัวรับ E, E17 เปรียบเทียบกับ Commercial product 1, และ Commercial product 2

3.2 การประเมินสมบัติของแผ่นฟิล์ม

ลักษณะภายนอกของแผ่นฟิล์มที่เกิดขึ้นจากตัวรับที่ผ่านการคัดเลือก เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า พบว่าแผ่นฟิล์มของตัวรับ E ที่เกิดขึ้นมีสีขาวขุ่นสม่ำเสมอทั้งแผ่น มีฟองอากาศแทรกอยู่บ้างเล็กน้อย ไม่มีการจับตัวเป็นก้อนของเนื้อยาง และเมื่อผสมสารออกฤทธิ์ (ตัวรับ E17) ก็ไม่พบการตกผลึกของสารออกฤทธิ์ปรากฏให้เห็น แผ่นฟิล์มทั้งสองมีความหนาและความสม่ำเสมอของแผ่นฟิล์มที่ดี ขึ้นกับเทคนิคในการเตรียมที่เหมาะสม

ฟิล์มที่เกิดจากผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าที่ผ่านการคัดเลือก มีสมบัติเชิงกลที่ดี ดังตารางที่ 6 กล่าวคือ ถึงแม้ว่าจะมีความยืดหยุ่นต่ำกว่าฟิล์มจากน้ำยางโปรตีนต่ำเพียงอย่างเดียว แต่มีความแข็งแรงมากกว่า ทำให้สามารถดึงลอกออกได้โดยไม่ทำให้ขาดง่าย ส่วนในด้านสมบัติการเกาะติดผิวและลอกออกนั้น พบว่าฟิล์มที่เกิดจากผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าที่ผ่านการคัดเลือก มีความสามารถในการเกาะติดผิวที่ดีขึ้นกว่าฟิล์มจากน้ำยางโปรตีนต่ำเพียงอย่างเดียว ทำให้เหมาะสำหรับใช้ลอกผิวเพื่อทำความสะอาดผิวหน้ามากยิ่งขึ้น โดยมีค่าความสามารถในการเกาะติดผิวไม่มากนัก สามารถลอกออกจากผิวได้ง่าย และจากการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์บนผิวหนังจริง ก็ไม่พบความยากในการลอกออกของแผ่นฟิล์มที่ศึกษา

ตารางที่ 6 สมบัติเชิงกลของน้ำยางโปรตีนต่ำและตำรับต่าง ๆ ที่ผ่านการคัดเลือก

ตำรับ	Initial Modulus (MPa)	300% Modulus (MPa)	500% Modulus (MPa)	Tensile strength (MPa)	Elongation at break (%)	Peel strength (MPa)
LPNR	0.47±0.038	0.06±0.00	0.03±0.00	0.207±0.002	611.110±77.395	0.037±0.004
E	0.23±0.035	0.12±0.015	-	0.374±0.059	312.778±21.494	0.050±0.008
E17	0.96±0.271	-	-	0.208±0.033	105.555±8.221	0.043±0.012

4. การศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ก่อนเกิดเป็นแผ่นฟิล์ม

การประเมินด้านความคงตัวหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ ตำรับ E17 ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า สีของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลง และไม่พบการตกตะกอนหรือการแยกตัวของส่วนประกอบในตำรับ แต่ pH และความหนืดลดต่ำลงเล็กน้อย ดังตารางที่ 7 และเมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้านค่า pH หลังเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (95%CI, p= 0.005) และเมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้านความหนืดของผลิตภัณฑ์พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน (95%CI, p= 0.014)

ตารางที่ 7 สมบัติของตำรับ E17 หลังเก็บผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 1 เดือน

สภาวะ	ลักษณะภายนอก	pH	ความหนืด (cps)
หลังเตรียมเสร็จใหม่	สีขาว หนืด ไม่มีการจับตัวเป็นก้อน และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ	 5.69	28,100
หลังเก็บไว้ 1 เดือน	สีขาว หนืดลดลง ไม่มีการจับตัวเป็นก้อน และไม่เกิดการแยกของส่วนประกอบในตำรับ	 5.28	19,500

5. การทดสอบการก่อระคายเคืองต่อผิวหนังในกระต่าย

การทดสอบการก่อความระคายเคืองต่อผิวหนังในกระต่าย ของน้ำยางโปรตีนด้า และผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าทีเตรียมขึ้น (ตำรับ E17) พบว่า ผิวหนังกระต่ายทั้ง 3 ตัว ที่ใช้น้ำยางโปรตีนด้าตรวจพบอาการแดงเล็กน้อย (ระดับคะแนน 1 ดังตารางที่ 1) ที่เวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งอาการแดงดังกล่าวหายไปภายใน 24 ชั่วโมงของการตรวจผล ส่วนมาสค์พอกหน้าตำรับ E17 ตรวจพบอาการแดงเล็กน้อย (ระดับคะแนน 1 ดังตารางที่ 1) ของผิวหนังกระต่ายทั้ง 3 ตัว ที่เวลา 1 และ 24 ชั่วโมง ซึ่งอาการแดงของผิวหนังกระต่าย 2 ใน 3 ตัว หายไปภายในชั่วโมงที่ 48 ส่วนอาการแดงของกระต่ายอีก 1 ตัวหายไปภายในวันที่ 6 ของการตรวจผล แสดงให้เห็นว่าน้ำยางโปรตีนด้า และผลิตภัณฑ์มาสค์พอกหน้าทีเตรียมขึ้น อาจทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังได้เล็กน้อยในระดับไม่รุนแรง และสามารถหายได้เอง ซึ่งอาจจำเป็นต้องมีการเตือนให้ระวังในการใช้ในผู้ที่ผิวแพ้ง่ายต่อไป

6. การประเมินการก่อระคายเคืองและความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ในอาสาสมัคร

ด้านการทดสอบการบวมและแดงหลังใช้ผลิตภัณฑ์ในอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 50 คน จากการสังเกตด้วยตาเปล่า พบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่ไม่รู้สึกระคายเคืองหลังจากใช้ผลิตภัณฑ์ แต่ก็มีอาสาสมัครบางรายมีอาการแดงและบวมหลังใช้ผลิตภัณฑ์ โดยพบอาการเหล่านี้ในอาสาสมัครที่ใช้มาสค์พอกหน้าตำรับ E17 จำนวน 1 ราย และผลิตภัณฑ์อ้างอิงที่จำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 2 ราย ซึ่งทุกรายสามารถหายได้เองภายในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง แต่ไม่มีอาสาสมัครรายใดเลยที่มีอาการแดงและบวมจากการใช้ทั้งสองผลิตภัณฑ์ ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจ เป็นดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การประเมินความพึงพอใจเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์ในอาสาสมัคร

หัวข้อที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ	
	ผลิตภัณฑ์ทดสอบ	ผลิตภัณฑ์อ้างอิง
ความเนียนของผลิตภัณฑ์	7.92 ± 1.37	8.26 ± 1.08
การแผ่กระจายเมื่อเกลี่ยบนผิว	8.20 ± 1.12	8.26 ± 1.37
การเคลือบติดผิว	8.12 ± 1.27	8.37 ± 1.19
ความเร็วในการเกิดเป็นแผ่นฟิล์ม	7.70 ± 1.64	7.48 ± 1.57
ความต่อเนื่องของแผ่นฟิล์มขณะลอกออก	8.12 ± 1.21	8.63 ± 1.16
ความรู้สึกขณะลอกแผ่นฟิล์มออก	8.18 ± 1.19	8.30 ± 1.09
ความสะอาดของผิว	8.56 ± 0.93	8.46 ± 0.89
การระคายผิว	8.44 ± 1.09	8.38 ± 1.05
ความชุ่มชื้นของผิว	8.55 ± 0.97	8.16 ± 1.18

ระดับการให้คะแนน	ควรปรับปรุง	=	0 – 2
	น้อย	=	3 – 4
	พอใช้	=	5 – 6
	ดี	=	7 - 8
	ดีมาก	=	9 -10

จากคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจหลังใช้ผลิตภัณฑ์พอกหน้า ในด้านต่าง ๆ ดังตารางที่ 8 มีระดับคะแนนอยู่ในเกณฑ์ดี พบว่าผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้และผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ตามจำนวนคำตอบของผู้ทดลองใช้ พบว่า สมบัติของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้ที่ผู้ทดลองใช้มีความเห็นว่าดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่าย คือ ความเร็วในการเกิดเป็นแผ่นฟิล์ม และความชุ่มชื้นของผิว ทั้งนี้เนื่องจากในผลิตภัณฑ์ที่เตรียมมีน้ำเป็นองค์ประกอบมาก ขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายอาจใช้ตัวทำละลายอื่นซึ่งหนืด จึงระเหยช้าและให้ความรู้สึกที่ชุ่มชื้นน้อยกว่าน้ำ สมบัติที่ผู้ทดลองใช้ส่วนใหญ่ ($\geq 60\%$) มีความเห็นว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้และผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่าย ได้แก่ ความรู้สึกขณะลอกแผ่นฟิล์มออก ความสะอาดของผิว และการกระชับผิว แสดงว่าพอลิเมอร์ในน้ำยาโปรตีนต่ำที่ใช้ในการศึกษานี้มีสมบัติในการจับสิ่งสกปรกบนผิวหน้าได้ และให้ความรู้สึกเชิงบวกภายหลังการใช้ ไม่แตกต่างจากพอลิเมอร์สังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่าย ส่วนสมบัติอื่นๆ ที่เหลือ คือ ความเนียนของผลิตภัณฑ์ การแผ่กระจายเมื่อเกลี่ยบนผิว การเคลือบติดผิว และความต่อเนื่องของแผ่นฟิล์มขณะลอกออก ผู้ทดลองใช้มีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้มีสมบัติเหล่านี้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่าย ทั้งนี้เนื่องจากสมบัติเฉพาะของพอลิเมอร์ในน้ำยาโปรตีนต่ำ ที่มีความสามารถในการยึดติดต่ำ อย่างไรก็ตาม สมบัติเหล่านี้ไม่ได้แตกต่างจากสมบัติเดียวกันของผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายอย่างมีนัยสำคัญ

สรุปผลการวิจัย

สามารถเตรียมน้ำยาโปรตีนต่ำจากน้ำยาธรรมชาติได้ด้วยเทคนิค Alcalase enzyme treatment เพื่อกำจัดปริมาณโปรตีนก่อแพ้ในน้ำยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำน้ำยาโปรตีนต่ำดังกล่าวมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์มาสก์พอกหน้าที่มีสารออกฤทธิ์หลายชนิด ได้แก่ Tocopheral acetate 5%, Aloe vera 1%, Jojoba oil 2% และ Tamarind extract 0.5% โดยมีส่วนประกอบอื่นๆ ที่สำคัญ คือ น้ำยาโปรตีนต่ำที่มีเนื้อเยื่อ 14%, PVA 2% และ MC 2.5% ทำหน้าที่เป็นสารก่อฟิล์ม, PG 3% และ Glycerin 1.5% ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่น Tween80 1.25% ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความคงตัว, Paraben concentrate 1% ทำหน้าที่เป็นสารกันเสีย ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้เป็นของเหลวหนืดสีขาว มีค่า pH 5.69 มีความหนืด 28,100 cps มีรูปแบบการไหลแบบ Pseudoplastic มีความคงตัวหลังเก็บในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 เดือน และแผ่นฟิล์มซึ่งเกิดจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีความยืดหยุ่นดี ผลิตภัณฑ์มาสก์พอกหน้าดังกล่าวทำให้เกิดอาการแดงเล็กน้อยในการทดสอบการก่อแพ้ต่อผิวหนังกระต่ายแต่สามารถหายได้เอง และผลการประเมินความพึงพอใจในอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 50 คน พบว่ามีความพึงพอใจในระดับดี และไม่เกิดการระคายเคือง ดังนั้น สามารถนำน้ำยาโปรตีนต่ำมาเตรียมมาสก์พอกหน้าชนิดลอกออกที่มีสมบัติที่ดี ในระดับอุตสาหกรรมได้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

- อาจจำเป็นต้องปรับปรุงเทคนิคการลดปริมาณโปรตีนในน้ำยาธรรมชาติ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อให้สามารถลดปริมาณโปรตีนลงได้มากที่สุด
- ปรับปรุงสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกลบกลิ่นยาธรรมชาติให้เหมาะสม เพื่อให้ผู้ใช้มีการยอมรับที่ดีขึ้น
- อาจปรับลดความเข้มข้นของตำรับลง เพื่อให้มีความหนืดลดลง สามารถเกลี่ยบนผิวหนังได้ง่ายและเกิดแผ่นฟิล์มที่บางลง ทำให้เกิดการแห้งเป็นแผ่นฟิล์มได้รวดเร็วขึ้น