

การเตรียมแผ่นฟิล์มสปาจากยางพารา Preparation Film Spa from Para rubber (Hevea brasiliensis)

รัฐพล มีลาภสม¹ และ สายัญ พันธ์สมบูรณ์^{2*}

¹นักศึกษา ภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ²อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาการเตรียมแผ่นฟิล์มจากยางพาราเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมสปา โดยการทดลองตั้งสูตรการเตรียมฟิล์มโดยความเป็นเลิศของแผ่นฟิล์มที่ช่วงเวลาในการเกิดฟิล์มที่ความเข้มข้นของน้ำยางต่างกัน, ช่วงเวลาในการเกิดฟิล์มที่ความเข้มข้นของไคโทซานต่างกัน, อิทธิพลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโทซานต่อการเกิดฟิล์ม, อิทธิพล pH ของสารละลายต่อการเกิดฟิล์ม และอัตราเร็วในการปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ที่เหมาะสมต่อการเกิดฟิล์ม และศึกษาความคงสภาพของแผ่นฟิล์มที่ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ภายใต้ภาวะจำลองที่ควบคุมอุณหภูมิ คือ 32°C, 40°C, 45°C และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (relative humidity, %RH คือ 54, 60 และ 75%RH พบว่า การเตรียมแผ่นฟิล์มที่อัตราเร็วในการปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer เป็น 1000 รอบต่อนาทีที่ pH ของสารละลายของไคโทซานเป็น pH 5 น้ำหนักโมเลกุลของไคโทซานเป็น 10,000 kDa ความเข้มข้นของไคโทซานเป็น 0.1 เปอร์เซ็นต์ในสารละลายกรดแอซิกติก เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของน้ำยาง 25 เปอร์เซ็นต์ ได้แผ่นฟิล์มที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาต่อไปในระดับอุตสาหกรรม

Abstract

The objective of this research were investigated for preparing a film of rubber for use in the spa business. It was a formula for the excellence of the film, the study included the topic of different concentrations of latex, a moment in the film to different concentrations of chitosan, the effect of molecular weight of chitosan on the film, the influence of solution pH on the film. And the spin speed homogenizer, mixed with a suitable film forming. The stability of the film were under conditions simulating the relative humidity in the air. The preparation of films were mixing rate with a homogenizer to 1000 rpm, the pH of the solution of chitosan is pH 5, the molecular weight of chitosan was 10,000 KDa the concentration of chitosan was 0.1 percent in a solution of acitic acid at 2 percent and 25 percent concentration of the latex films are suitable for further development in the industrial.

คำสำคัญ : การเตรียม แผ่นฟิล์มสปา ยางพารา

Keywords : Preparation, Film Spa, Para rubber

*ผู้รับผิดชอบประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ rubber_rmuti@hotmail.ac.th โทร. 08 5461 6262

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางพารารายใหญ่ที่สุดในโลก ยางพาราของประเทศไทยนิยมปลูกในพื้นที่ทางภาคใต้ และภาคตะวันออกของประเทศ ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของยาง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำยางธรรมชาติที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิดทั้งอยู่ในรูปของยางแท่งและน้ำยางสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำยางธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการจุ่มแบบ คัดเป้นร้อยละ 68.8 ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำยางธรรมชาติทั้งหมด รองลงมาได้แก่กาวยาง ยางยืด ยางพองน้ำและพรมยาง ตามลำดับ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำยางธรรมชาติที่แปรรูปในประเทศยังน้อยอยู่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำยางดิบที่ผลิตได้ และส่งออก งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการเตรียมแผ่นฟิล์มบางสำหรับประคบขาหรือแขนในธุรกิจสปา เพื่อสามารถเพิ่มชนิดของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากยาง การใช้งานของยางได้กว้างขวางขึ้น เพิ่มผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำยางธรรมชาติที่เป็นที่ต้องการของตลาดเพิ่มขึ้น เกษตรกรในพื้นที่มีช่องทางการจำหน่ายมากขึ้น โดยใช้ น้ำยางสูตรต้นทุนต่ำที่ผลิตได้ในจังหวัดกาฬสินธุ์ ผสมพอลิเมอร์ประจุบวก (cationic polymer) ซึ่งในที่นี้เลือกใช้ไคโทซาน ศึกษาผลกระทบของตัวแปรต่างๆ ต่อสมบัติความเป็นเลิศทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ชนิดของพอลิเมอร์ประจุบวก น้ำหนักโมเลกุลและความเข้มข้นของพอลิเมอร์ ประจุบวก สัดส่วนของสารพอลิเมอร์ที่มีประจุบวก เป็นต้น เพื่อออกแบบสูตรฟิล์มยางพาราที่เหมาะสมที่สุด โดยคาดว่าพอลิเมอร์จะสามารถประสานได้ดีกับยางธรรมชาติ และสามารถนำแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้ไปใช้ในอุตสาหกรรมสปาต่อไป กระบวนการเตรียมฟิล์ม สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชนหรืออุตสาหกรรมที่ต้องการนำไปใช้ได้ นอกจากนี้ฟิล์มยางธรรมชาติที่เตรียมได้สามารถเพิ่มจำนวนผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำยางพาราเป็นการเพิ่มช่องทางการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ทำให้ปัญหาเรื่องยางล้นตลาดที่เป็นสาเหตุให้ราคายางตกต่ำ รายได้ของเกษตรกรไม่คุ้มทุนการมีผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากน้ำยางสดเพิ่มมากขึ้น จะช่วยลดปัญหาตรงส่วนนี้ของเกษตรกรได้

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการตั้งสูตร พัฒนากกระบวนการเตรียมแผ่นฟิล์มยางพาราที่ผลิตในเขตพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ผสมกับพอลิเมอร์ธรรมชาติ และทดสอบความเป็นเลิศของผลิตภัณฑ์สำหรับธุรกิจสปา

2. วิธีการทดลอง

2.1 สารเคมี

Chitosan; ($C_{12}H_{24}N_2O_9$), น้ำหนักโมเลกุล 10,000 KDa highly viscosity น้ำหนักโมเลกุล - 30,000 KDa middle viscosity. น้ำหนักโมเลกุล - 60,000 KDa low viscosity. SIGMA-ALDRICH, St. Louis, USA. แอมโมเนีย; NH_3 , Ajax Finechem, Auckland, New Zealand น้ำหนักโมเลกุล 17.03 g/mol., analytical grade.

2.2 เครื่องมือ

เครื่องวัดความเป็น กรด ต่าง (pH meter), Model CG840, SCHOTT, Mainz, Germany. เครื่องชั่ง (balance) Model AC210P and LP6200S, Sartorius, Gottingen, Germany. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) Model WBU 54, Memmert, Germany. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ Model Memmert, Germany. เตาต้มไฟฟ้า (hot plate), SCHOTT, Modle 234, Mainz, Germany.

2.3 วิธีดำเนินการทดลอง

2.3.1 ศึกษาช่วงเวลาในการเกิดฟิล์มที่ความเข้มข้นของน้ำยางต่างกัน

เตรียมแผ่นฟิล์มที่ความเข้มข้นของน้ำยางเป็น 25 เปอร์เซ็นต์, 30 เปอร์เซ็นต์, 35เปอร์เซ็นต์ และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยควบคุมปริมาณไคโทซานที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายกรดแอซิดิก เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และใช้ไคโทซาน น้ำหนักโมเลกุลของไคโทซานเป็น 10,000 KDa ปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ที่ 1000 รอบต่อนาที และเลือกความเข้มข้นของน้ำยางที่เหมาะสมในการศึกษาต่อไป

2.3.2 ศึกษาช่วงเวลาในการเกิดฟิล์มที่ความเข้มข้นของโคโทซานต่างกัน

เตรียมแผ่นฟิล์มที่ความเข้มข้นของโคโทซานเป็น 0.1 เปอร์เซ็นต์, 0.2 เปอร์เซ็นต์, 0.3 เปอร์เซ็นต์, 0.4 เปอร์เซ็นต์, 0.5 เปอร์เซ็นต์, 1.0 เปอร์เซ็นต์, 1.5 เปอร์เซ็นต์, 2.0 เปอร์เซ็นต์, 2.5 เปอร์เซ็นต์ และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายกรดแอสติค เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของน้ำยาง 25 เปอร์เซ็นต์ ใช้โคโทซานน้ำหนักโมเลกุลของโคโทซานเป็น 10,000 KDa บั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ที่ 1000 รอบต่อนาทีและเลือกความเข้มข้นของโคโทซานที่เหมาะสมในการศึกษาต่อไป

2.3.3 ศึกษาอิทธิพลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโทซานต่อการเกิดฟิล์ม

เตรียมแผ่นฟิล์มที่น้ำหนักโมเลกุลของโคโทซานเป็น 10,000 KDa 30,000 KDa และ 60,000 KDa ความเข้มข้นของโคโทซานเป็น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายกรดแอสติค ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของน้ำยาง 25 เปอร์เซ็นต์ บั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ที่ 1000 รอบต่อนาทีและเลือกน้ำหนักโมเลกุลของโคโทซานที่เหมาะสมในการศึกษาต่อไป

2.3.4 ศึกษาอิทธิพล pH ของสารละลาย ต่อการเกิดฟิล์ม

เตรียมแผ่นฟิล์มที่ pH ของสารละลายของโคโทซานเป็น pH 3, pH 4, pH 5 และ pH 6 น้ำหนักโมเลกุลของโคโทซานเป็น 10,000 KDa ความเข้มข้นของโคโทซานเป็น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายกรดแอสติค เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของน้ำยาง 25 เปอร์เซ็นต์ บั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ที่ 1000 รอบ ต่อนาที และเลือก pH ของสารละลายของโคโทซานที่เหมาะสมในการศึกษาต่อไป

2.3.5 ศึกษาอิทธิพลอัตราเร็วในการบั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ต่อการเกิดฟิล์ม

เตรียมแผ่นฟิล์มที่อัตราเร็วในการบั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer เป็น 500, 1000, 2000 และ 5,000 รอบต่อนาทีที่ pH ของสารละลายของโคโทซานเป็น pH 5 น้ำหนักโมเลกุลของโคโทซานเป็น 10,000 KDa ความเข้มข้นของโคโทซานเป็น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายกรดแอสติค ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของน้ำยาง 25 เปอร์เซ็นต์ รอบต่อนาทีและเลือกอัตราเร็วในการบั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ที่เหมาะสมในการศึกษาต่อไป

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลของช่วงเวลาในการเกิดฟิล์มที่ความเข้มข้นของน้ำยางต่างกัน

เตรียมแผ่นฟิล์มที่ความเข้มข้นของน้ำยางเป็น 25 เปอร์เซ็นต์, 30 เปอร์เซ็นต์, 35 เปอร์เซ็นต์และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยควบคุมปริมาณโคโทซานที่ความเข้มข้น 0.1% ในสารละลายกรดแอสติค ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และใช้โคโทซาน น้ำหนักโมเลกุลของโคโทซานเป็น 10,000 KDa 95% DAC บั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ที่ 1000 รอบต่อนาที พบว่าการใช้น้ำยางพารา 60 เปอร์เซ็นต์มีความเหมาะสมมากกว่าแต่กระบวนการเตรียมน้ำยางให้มีความเข้มข้นเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ต้องใช้กระบวนการปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วสูงซึ่งอธิบายได้ว่ากระบวนการเกิดฟิล์มเกิดได้เร็วเนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์ของน้ำน้อยทำให้โมเลกุลของยางพาราจับตัวกันได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตามน้ำยางพาราที่กลุ่มเกษตรกรผลิตได้มีเปอร์เซ็นต์น้ำยางอยู่ระหว่าง 25 - 30 เปอร์เซ็นต์ ทีมวิจัยจึงเลือกความเข้มข้นของน้ำยางที่ 25 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองหัวข้อต่อไป



รูปที่ 1 แผ่นฟิล์มที่ความเข้มข้นของน้ำยางเป็น ก 25 เปอร์เซ็นต์, ข 30 เปอร์เซ็นต์, ค 35 เปอร์เซ็นต์ และ ง 60 เปอร์เซ็นต์

3.2 ผลช่วงเวลาในการเกิดฟิล์มที่ความเข้มข้นของไคโทซานต่างกัน

เตรียมแผ่นฟิล์มที่ความเข้มข้นของไคโทซานเป็น 0.1 เปอร์เซ็นต์, 0.2 เปอร์เซ็นต์, 0.3 เปอร์เซ็นต์, 0.5 เปอร์เซ็นต์, 1.0 เปอร์เซ็นต์ และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายกรดแอสติก เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของน้ำยาง 25 เปอร์เซ็นต์ ใช้ไคโทซานน้ำหนักโมเลกุลของไคโทซานเป็น 10,000 ปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ที่ 1000 รอบต่อนาที พบว่าความเข้มข้นของไคโทซาน ที่เหมาะสมคือ 0.1 เปอร์เซ็นต์ การใช้ไคโทซานที่มีความเข้มข้นสูงการละลายได้ในกรดจะน้อยลงทำให้สารละลายไคโทซานเกิดสารแขวนลอย ซึ่งแก้ปัญหาได้โดยการเพิ่มปริมาณกรด แต่การเพิ่มปริมาณกรดอาจส่งผลกระทบต่อความเป็นเลิศของแผ่นฟิล์มเนื่องจากผู้ทดลองใช้อาจเกิดอาการแพ้ได้ นอกจากนี้การมีปริมาณไคโทซานมากเกิดไปส่งผลให้ไคโทซานบางส่วนไม่เกิดการเชื่อมขวางและเกิดการตกตะกอนเกิดเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ ทีมวิจัยจึงเลือกความเข้มข้นของไคโทซานเป็น 0.1 เปอร์เซ็นต์ในการทดลองต่อไปเนื่องจากมีผลต่อความเป็นเลิศของแผ่นฟิล์มน้อยกว่า

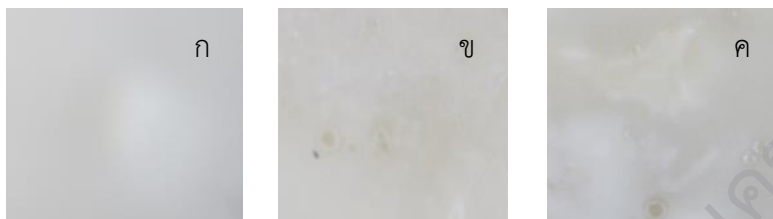


รูปที่ 2 ความเข้มข้นของไคโทซานเป็น ก 0.1 เปอร์เซ็นต์, ข 0.2 เปอร์เซ็นต์, ค 0.3 เปอร์เซ็นต์, ง 0.5 เปอร์เซ็นต์, จ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และ ฉ 3.0 เปอร์เซ็นต์

3.3 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโทซานต่อการเกิดฟิล์ม

เตรียมแผ่นฟิล์มที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโทซานเป็น 10,000 30,000 60,000 ความเข้มข้นของไคโทซานเป็น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายกรดแอสติก ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของน้ำยาง 25 เปอร์เซ็นต์

ปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ที่ 1000 รอบต่อนาทีพบว่า การเชื่อมขวางของหมู่แอสซิติลด้วย กรดแอสซิติคของโคโทซานน้ำหนักโมเลกุล 10,000 Dalton 95% DAC จะเกิดการเชื่อมขวางได้สมบูรณ์มากกว่าที่น้ำหนักโมเลกุล 30,000 60,000 Dalton 95% DAC ทีมวิจัยจึงเลือกน้ำหนักโมเลกุลของโคโทซานเป็น 10,000 Dalton 95% DAC ในการทดลองต่อไปเนื่องจากมีผลต่อความเป็นเลิศของแผ่นฟิล์มน้อยกว่า



รูปที่ 3 แผ่นฟิล์มที่น้ำหนักโมเลกุลของโคโทซานเป็น ก 10,000 ข 30,000 ค 60,000

3.4 ผลของ pH ของสารละลาย ต่อการเกิดฟิล์ม

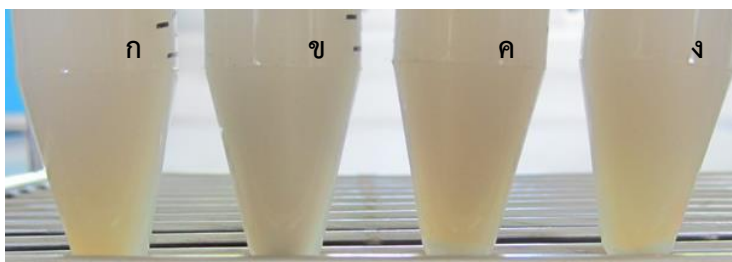
เตรียมแผ่นฟิล์มที่ pH ของสารละลายของโคโทซานเป็น pH 3, pH 4, pH 5 และ pH 6 น้ำหนักโมเลกุลของโคโทซานเป็น 10,000 Dalton 95% DAC ความเข้มข้นของโคโทซานเป็น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายกรดแอสซิติค ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของน้ำยา 25 เปอร์เซ็นต์ ปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ที่ 1000 รอบต่อนาที พบว่าการปรับ pH ให้ลดลงจะทำให้โคโทซานที่เหลือเป็นอนุภาคอยู่เกิดการเชื่อมขวางทำให้เกิดการตกตะกอนเกิดเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ และเมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปเพื่อปรับ pH การตกตะกอนเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ลดลงทั้งนี้อธิบายได้จากไฮดรอกไซด์ไอออน ของโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถดึงโปรตรอนที่หมู่เอมิโนของโคโทซาน ทั้งส่วนที่เกิดการเชื่อมขวางแล้ว และส่วนที่ไม่เกิดการเชื่อมขวาง ซึ่งหากหมู่เอมิโนบางส่วนของโคโทซานได้ถูกโปรตอนแล้วอาจส่งผลต่อความเป็นเลิศของแผ่นฟิล์มน้อยกว่า



รูปที่ 4 แผ่นฟิล์มที่ pH ของสารละลายของโคโทซานเป็น ก pH 3, ข pH 4, ค pH 5 และ ง pH 6

3.5 ผลของอัตราเร็วในการปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ต่อการเกิดฟิล์ม

เตรียมแผ่นฟิล์มที่อัตราเร็วในการปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer เป็น 500, 1000, 2000 และ 5,000 รอบต่อนาทีที่ pH ของสารละลายของโคโทซานเป็น pH 5 น้ำหนักโมเลกุลของโคโทซานเป็น 10,000 KDa 95% DAC ความเข้มข้นของโคโทซานเป็น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายกรดแอสซิติค ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของน้ำยา 25 เปอร์เซ็นต์ รอบต่อนาทีพบว่า การเชื่อมขวางได้สมบูรณ์ที่ อัตราเร็วในการปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer 1000 รอบต่อนาที อธิบายได้จากอัตราเร็วในการปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer เป็น 100, 500 รอบต่อนาที การเชื่อมขวางได้สมบูรณ์ทำให้เกิดการตกตะกอนเกิดเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ ทีมวิจัยจึงเลือกอัตราเร็วในการปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer เป็น 500, 1000 รอบต่อนาที ซึ่งผลการทดลองไม่แตกต่างกับอัตราเร็วในการปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer 2000 และ 5,000 รอบต่อนาที เนื่องจากมีผลต่อความเป็นเลิศของแผ่นฟิล์มน้อยกว่า



รูปที่ 5 แผ่นฟิล์มที่อัตราเร็วในการปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer เป็น ก 500, ข 1000, ค 2000 และ ง 5,000

4. สรุป

ผลการวิจัยพบว่าการเตรียมแผ่นฟิล์มจากยางพาราเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมสปา โดยการทดลองตั้งสูตรการเตรียมฟิล์มโดยความเป็นเลิศของแผ่นฟิล์ม และศึกษาความคงสภาพของแผ่นฟิล์มภายใต้ภาวะจำลองความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ การเตรียมแผ่นฟิล์มที่อัตราเร็วในการปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer เป็น 1000 รอบต่อนาทีที่ pH ของสารละลายของไคโทซานเป็น pH 5 น้ำหนักโมเลกุลของไคโทซานเป็น 10,000 ความเข้มข้นของไคโทซานเป็น 0.1% ในสารละลายกรดแอสติกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของน้ำยาง 25 เปอร์เซ็นต์ ได้แผ่นฟิล์มที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาต่อในระดับอุตสาหกรรม

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2554 ซึ่งเอื้ออำนวยต่อการดำเนินการ จนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

6. เอกสารอ้างอิง

- เจริญ นาคะสรรค์ อาชีวัน แกสมาน อติชัย รุ่งวิชานันต์ วรรณิการ สหกะโร เบญจา ทองนวลจันทร์ สมคิด ศรีสุวรรณ, 2549. **ต้นแบบการผลิตน้ำยางข้นและผลิตภัณฑ์ฟองน้ำจากน้ำยางธรรมชาติระดับกลุ่มเกษตรกร**, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.),
- ปวีณา และคณะ 2551. **กราฟต์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับอครีโลไนไตรล์** วารสารวิจัยยางพารา เล่มที่ 3 15-24
- ภาวดี เมธะคานนท์, อศิรา เพื่องฟูชาติ และ ก้องเกียรติ คงสุวรรณ. **Chitin – Chitosan Technical Note** National, Metal and Materials Technology Center, Klong 1, Klong Luang, Pathumthani, Thailand.
- โสธนา รอดประเสริฐ. 2543. **การเตรียมฟิล์มที่มีรูปพูนจากยางธรรมชาติผสมพอลิเมอร์ละลายน้ำ** วิทยานิพนธ์ (วท.ม.) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- El-Sabbagh, S.H. 2003. **Compatibility study of natural rubber and ethylene propylene diene rubber blends**. Polymer testing. 22(2003), 93 – 100.
- J.Falbe. 1989. **Surfactants in Consumer Product Theory, Technology and Application**, Dusseldorf, Systop,