การพัฒนากระบวนการแบบต่อเนื่องเพื่อนำกลับสารครีมที่ใช้ในการผลิตน้ำยางข้นจากหางน้ำยาง

Developing of a continuous process for recovery of creaming agent used in the production of concentrated latex from skim latex

ชัยวุฒิ สายแสงธรรม[1], ดวงกมล ณ ระนอง[1], สุรพิชญ ลอยกุลนันท์[2] และฉวีวรรณ คงแก้ว[2]

1) ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการนำกลับสารครีมด้วยกระบวนการแบบกะ โดยศึกษาอิทธิพลของลักษณะการให้ความร้อน เวลาในการให้ความร้อน ที่มีต่อประสิทธิภาพการนำกลับสารครีม ผลการทดลองพบว่าการให้ความร้อนอย่างรวดเร็วมีผลทำให้ร้อยละการนำกลับสาร A702 ต่ำกว่าการให้ความร้อนโดยอ่างน้ำมันร้อน อุณหภูมิเกิดหมอก (Cloud point temperature) ของระบบสารครีมในน้ำสูงกว่าในระบบสารครีมในน้ำซีรั่ม สภาวะที่เหมาะสมในการนำกลับของกระบวนการแบบกะคืออุณหภูมิ 90°C และเมื่อให้ความร้อนนาน 20 นาทีขึ้นไป ปริมาณของแข็งทั้งหมด (A702 + สารปนเปื้อนในซีรั่ม) ที่ได้จากการนำกลับค่อนข้างคงที่ และสามารถนำกลับสารครีมได้ 77% จากนั้นได้ออกแบบเครื่องนำกลับแบบต่อเนื่องขึ้น โดยอ้างอิงข้อมูลที่ได้จากการทดลองขั้นต้น พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่นำกลับได้มีค่าสูงสุดเมื่อซีรั่มมีอุณหภูมิ 90 °C นาน 27 นาที โดยสามารถนำกลับสารครีมได้ 82% ซึ่งมีประสิทธิภาพการนำกลับสารครีมดีกว่าประสิทธิภาพที่ได้จากการนำกลับด้วยระบบแบบกะ

คำสำคัญ: สารครีม, เครื่องแยกแบบต่อเนื่อง, อุณหภูมิจุดเกิดหมอก, หางน้ำยาง

Abstract

In this study, the effect of operating parameters (method of heating, temperature and heating time) on the efficiency of the recovery process was investigated using the solution of Creaming agent-water (CA-W) and CA-serum (CA-S). The experiments were performed using batch and continuous setups. The result showed that rapid heating resulted in the higher cloud point temperature and the lower percentage of the recovered creaming agent comparing to external heating by oil bath. The cloud point temperature of the CA-W was higher than that of the CA-S. An appropriated recovery temperature of the batch operation was 90°C, and the amount of total solid recovered (CA+ impurities) was nearly constant after 20 min of heating. Under this condition, the recovery of creaming agent was 77%wt. A continuous separator was

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

designed based on the obtained data. The maximum amount of the recovered creaming agent was obtained under the condition of T = 90°C for 27 min. The recovery of creaming agent was 82%wt. The designed continuous separator showed good performance comparable to the batch one.

Keyword: creaming agent, continuous separator, cloud point temperature, skim latex

1. บทนำ

เทคโนโลยีการผลิตที่ใช้ในอุตสาหกรรมยางพาราในประเทศไทย เริ่มจากการนำน้ำยางสดไปปั่นแยกด้วยเครื่องเหวี่ยง (Centrifuge) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำยางข้นที่สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูง เช่น ถุงมือ ถุงยางอนามัย เป็นต้น[1] แต่กระบวนการปั่นแยกที่ใช้ ไม่สามารถเก็บรวบรวมเนื้อยางที่มีอยู่ได้ครบถ้วน คือสามารถรวบรวมน้ำยางในลักษณะน้ำยางข้นได้เพียง 45% และที่เหลืออีก 55% จะเป็นหางน้ำยาง (skim) ซึ่งหางน้ำยางจะมีเนื้อยางเจือปนอยู่ 3-8%DRC (Dry rubber content) [2] โดยทั่วไปโรงงานอุตสาหกรรมพยายามรวบรวมเนื้อยางในหางน้ำยางโดยเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Concentrated sulfuric acid) วิธีนี้เป็นวิธีเดียวที่ใช้กันอยู่ในอุตสาหกรรมยางพาราของไทย ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย แต่ยังมีประสิทธิภาพต่ำเมื่อใช้กับหางน้ำยางที่เก็บไว้นานและหางน้ำยางที่มีปริมาณแอมโมเนียสูง[3] เนื้อยางที่ได้จากการจับตัวด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นนี้มักมีสีคล้ำ มีคุณภาพต่ำ และมีโปรตีนสูง นอกจากนี้ยังไม่สามารถแยกเอาสารเคมีที่ช่วยในการแยกเนื้อยางออกจากส่วนที่เป็นน้ำทิ้งได้ น้ำทิ้งที่เหลือภายหลังจากจับเนื้อยางออกไปแล้วจึงมีค่าความเป็นกรดสูง เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องมีการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่บ่อน้ำทิ้ง ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำทิ้งเป็นจำนวนมากก่อนปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรม[4]

นักวิจัยจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)[5] จึงได้พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตใหม่ในการเก็บรวบรวมเนื้อยางในหางน้ำยาง โดยใช้สารครีม A702 ซึ่งวิธีการใหม่นี้มีประสิทธิภาพในการรวบรวมเนื้อยางได้ถึง 95% เนื้อยางแห้งที่ได้มีคุณภาพสูงขึ้น คือ มีสีจางและมีโปรตีนต่ำ สามารถแยกเอาสารครีมออกมาจากน้ำทิ้งได้ อีกทั้งสามารถนำกลับไปใช้ได้ใหม่ในกระบวนการแยกเนื้อยางออกจากหางน้ำยางธรรมชาติครั้งต่อๆ ไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นน้ำทิ้งจากกรรมวิธีนี้จึงมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง เนื่องจากไม่เป็นกรดและปราศจากการปนเปื้อนของสารครีม แต่กระบวนการนี้มีข้อจำกัดที่สำคัญ คือ สารครีมที่ใช้มีราคาแพง จะต้องนำสารครีมกลับมาใช้ใหม่ให้ได้ จึงได้มีการออกแบบเครื่องแยกและนำกลับสารครีม ให้สามารถนำกลับสารครีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้งานได้ง่าย และมีต้นทุนในการปฏิบัติงานต่ำกระบวนการนี้จึงจะมีความคุ้มค่าแก่การลงทุนยิ่งขึ้น ทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะนำกระบวนการนี้ไปใช้กันอย่างแพร่หลายและพัฒนาเป็นทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตยางพาราไทยได้ อีกทั้งยังสนับสนุนเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มนักวิจัยไทยให้สามารถนำไปใช้ได้จริงในระดับอุตสาหกรรม ลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

2.สารเคมีและวิธีการทดลอง

2.1 สารเคมี

1. สาร A702 (พอลิเมอร์ที่ไวต่อความร้อน)
2. น้ำปราศจากไอออน
3. สารละลายแอมโมเนียเข้มข้น 25 %wt
4. หางน้ำยางพารา จากโรงงานอุตสาหกรรมยางพาราในภาคตะวันออก

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 ระบบแบบกะ

- การครีมหางน้ำยางด้วยสารครีม A702

กวนสารครีม A702 เข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนักในน้ำปราศจากไอออนเป็นเวลา 1 วัน จากนั้น เติมหางน้ำยางตามสัดส่วน 4:1 ในสารละลายสารครีม และกวนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ให้แยกชั้น

- การหาอุณหภูมิสารละลายวิกฤติต่ำสุดของสาร A702 ใน 3 ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำสาร A702/น้ำ, A702/น้ำ+แอมโมเนีย และ A702/น้ำซีรั่ม เข้มข้นร้อยละ 0.3-5 โดยน้ำหนัก มาบรรจุในหลอดแก้ว แล้วนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอย่างช้าๆพร้อมทั้งสังเกตการเปลี่ยนสีของสารละลายสาร A702 ที่มีความเข้มข้นต่างๆ

- การนำกลับสาร A702 ในสารละลายทั้ง 3 ระบบ

นำสาร A702/น้ำ, A702/น้ำ+แอมโมเนีย และ A702/น้ำซีรั่ม ปริมาณ 50 กรัม ใส่ในถ้วยสแตนเลสและนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภมิที่อุณหภูมิ 85, 90 และ 95 ºC เป็นเวลานาน 0–120 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด สำหรับระบบ A702/น้ำ, A702/น้ำ+แอมโมเนีย กรองสารละลาย A702 ในเตาอบ ผ่านกระดาษกรอง สำหรับระบบ A702/น้ำซีรั่ม กรองสารละลาย A702 โดยใช้ตะแกรงขนาด 50 เมช แล้วนำสาร A702 อบที่อุณหภูมิ 100 ºC เป็นเวลา 1 วัน

2.2.2 ระบบแบบต่อเนื่อง

ทดลองนำกลับสารครีม A702 ในน้ำซีรั่ม ด้วยครื่องแยกและนำกลับสารครีมที่ออกแบบขึ้น โดยใช้อุณหภูมิ 90°C และควบคุมระยะเวลาที่สารครีมอยู่ในเครื่องนาน 15-55 นาที แล้วนำสารครีมที่ได้อบที่อุณหภูมิ 100 ºC เป็นเวลา 1 วัน

2.2.3 การคำนวณร้อยละการนำกลับของสาร A702

ค่าร้อยละการนำกลับที่ใช้ในงานวิจัยนี้คำนวณจากสมการ

$$\%\text{นำกลับA702} = \frac{\text{นน.ของแข็งที่นำกลับได้หลังอบ+TDS*น้ำทิ้ง} - (\text{TDSน้ำซีรั่ม-นน.A702ที่ใช้})}{\text{นน. A 702 ที่ใช้ครีม}} \text{X100 (1)}$$

$$\%\text{นำกลับA702} = \frac{0.4 \text{ X นนของแข็งที่นำกลับได้หลังอบ}}{\text{นน.A702 ที่ใช้ครีม}} \text{X100 (2)}$$

$$\%\text{DRCcream} = \frac{\text{นน.ยางชั้นครีมหลังอบแห้ง}}{\text{นน.ยางชั้นครีม}} \text{X100 (3)}$$

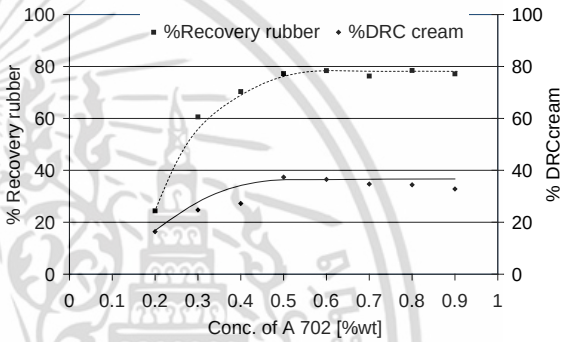
$$\%\text{นำกลับยาง} = \frac{\text{DRC ยางชั้นครีม X นน.ยางชั้นครีม}}{\text{DRC หางน้ำยาง x นน.หางน้ำยาง}} \text{x100 (4)}$$

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อประสิทธิภาพกระบวนการนำกลับสารครีม A702

3.1.1 ประสิทธิภาพการครีมด้วยความเข้มข้น A702 ต่างๆ

ความเข้มข้นของสาร A702 เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพการครีมหางน้ำยาง โดยจะต้องทราบปริมาณสาร A702 ที่ใช้ในการครีมหางน้ำยางอย่างเหมาะสม ให้สามารถนำกลับเนื้อยางในหางน้ำยางได้ครบ และมีค่า %DRC มาก จากรูปที่ 1 จะพบว่าเมื่อเลือกใช้สาร A702 เข้มข้นในช่วง 0.5-0.9% จะทำให้ประสิทธิภาพการครีมมีค่าค่อนข้างคงที่ (ทั้งปริมาณเนื้อยางที่นำกลับได้และค่า DRC ของน้ำยางข้นที่ได้) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกการครีมโดยใช้สารครีม A702 ที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.6% เป็นสภาวะมาตรฐานของการครีมและการนำกลับสารครีม A702



รูปที่ 1 อิทธิพลของความเข้มข้นสาร A702 ที่มีต่อประสิทธิภาพการครีมหางน้ำยาง

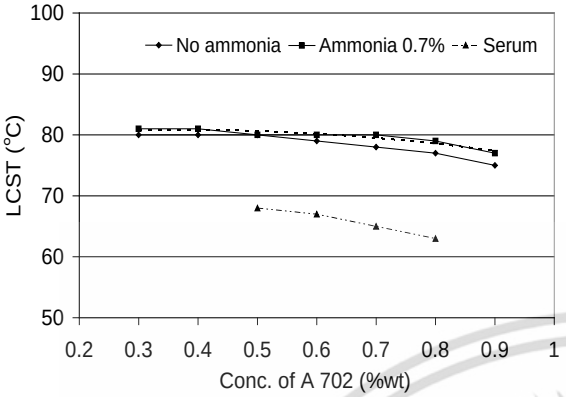
3.1.2 ศึกษาอุณหภูมิสารละลายวิกฤติด้านต่ำ (LCST) ของสารละลาย A702

การทดลองได้ใช้สารละลาย A702 ในน้ำบริสุทธิ์ และสารละลาย A702 ในสารละลายแอมโมเนีย (น้ำบริสุทธิ์ + 0.7wt%NH_3) เป็นตัวแทนระบบอุดมคติ และสารละลาย A702 ในน้ำซีรั่มเป็นระบบที่ใช้จริง เพื่อศึกษาพฤติกรรมการแยกเฟสของสาร A702 ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อให้ความร้อนแก่สารละลาย A702 และสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลาย A702 ที่อุณหภูมิต่างๆ เมื่อสารละลาย A702 มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิ LCST สารละลายจะมีลักษณะขุ่น โดยจากการทดลองพบว่าในช่วงความเข้มข้นของ A702 ที่เหมาะสมในการครีมหางน้ำยาง อุณหภูมิ LCST ของสารละลาย A702 ในน้ำซีรั่มต่ำกว่า LCST ของสารละลายตัวแทนตลอดช่วงความเข้มข้นของสารละลาย A702 ที่ใช้ในการทดลอง (ประมาณ 10°C) ซึ่งเป็นผลมาจากอนุภาคของแข็ง (non-rubber) ที่อยู่ในหางน้ำยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TDS* = Total dissolve solids

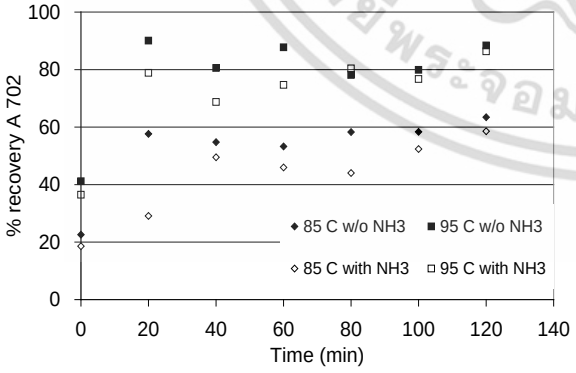
ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโปรตีนและสิ่งเจือปนต่างๆ ที่มีในหางน้ำยางธรรมชาติจะทำให้ LCST ของสารละลาย A702 ในน้ำซีรั่มต่ำลงเหลือประมาณ 65 °C



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลง LCST ของสารละลาย A702 ในน้ำบริสุทธิ์และสารละลาย A702 ในน้ำซีรั่ม

3.1.3 อิทธิพลของแอมโมเนียที่มีต่อการนำกลับสารละลาย A702 ในน้ำบริสุทธิ์

เมื่อเตรียมสารละลาย A702 ในน้ำบริสุทธิ์เข้มข้น 0.7%wt และนำมาให้ความร้อนเพื่อนำกลับสาร A702 ที่อุณหภูมิ 85 และ 95 °C ผลการทดลองในรูปที่ 3 พบว่าทั้งสองกรณีเมื่อให้ความร้อนเป็นเวลานานตั้งแต่ 20 นาทีขึ้นไป ปริมาณการนำกลับสาร A702 จะเริ่มคงที่ แต่เมื่อเติม NH_3 ลงในระบบและใช้อุณหภูมิในการนำกลับต่ำ (85°C) จะต้องให้ความร้อนนานขึ้นเป็น 40 นาที จึงจะได้ปริมาณการนำกลับสาร A702 คงที่



รูปที่ 3 การนำกลับ A702 ในระบบ A702/น้ำ ที่ระยะเวลาในการนำกลับและอุณหภูมิต่างๆ

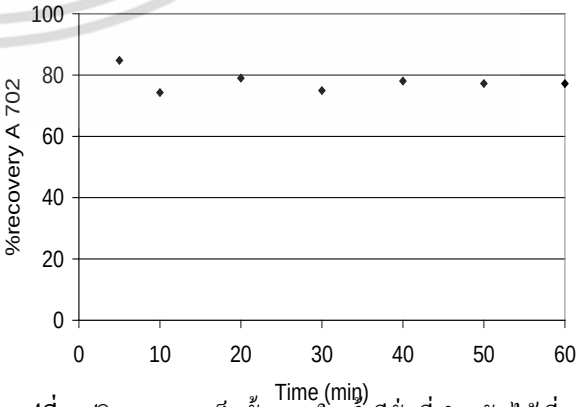
นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณการนำกลับหลังจากเริ่มคงที่แล้วจะพบว่า NH_3 ในระบบทำให้ปริมาณการนำกลับสาร A702 ลดลงซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในรูปที่ 2 ซึ่งการเติม NH_3 ทำให้ LCST ของระบบสูงขึ้น

3.1.4 อิทธิพลของลักษณะการให้ความร้อนที่มีต่อการนำกลับสารครีม A702

เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการนำกลับเท่ากันพบว่าปริมาณสาร A702 ที่นำกลับได้ด้วยการทำให้อุณหภูมิน้ำซีรั่มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วด้วย hot plate จะมีค่าต่ำกว่าการทำให้อุณหภูมิน้ำซีรั่มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆด้วยอ่างน้ำมันร้อนเนื่องจากเกิดการเดือดขึ้นบริเวณด้านล่าง ซึ่งการนำกลับสาร A702 จะเกิดได้ดีเมื่อน้ำซีรั่มในระบบนิ่ง ไม่มีการไหลวนของฟองอากาศเนื่องจากการเดือด

3.1.5 อิทธิพลของระยะเวลาในการให้ความร้อนที่มีต่อการนำกลับสารครีม A702

เมื่อนำน้ำซีรั่มที่ได้จากการครีมหางน้ำยาง (A702 เข้มข้น 0.6%) มาให้ความร้อนเพื่อนำกลับสารครีม A702 ที่อุณหภูมิ 90° C ดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่าเมื่อให้ความร้อนเป็นเวลานานตั้งแต่ 20 นาทีขึ้นไป ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่นำกลับได้ (สารA702+สารปนเปื้อนในซีรั่ม) จะมีค่าคงที่ สามารถนำกลับสาร A702 ได้ 77%wt โดย %นำกลับA702 สามารถคำนวณได้อย่างถูกต้องโดยใช้สมการที่ (1) ซึ่งเป็นสมการที่มีตัวแปรที่ต้องใช้มาก ดังนั้นผู้ทดลองจึงสร้างสมการเพื่อประมาณ %นำกลับ A702 ขึ้นใหม่ให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น กลายเป็นสมการที่ (2) ซึ่งทั้ง 2 สมการผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไปจึงกำหนดเวลาในการให้ความร้อนเพื่อการนำกลับเป็น 20 นาที

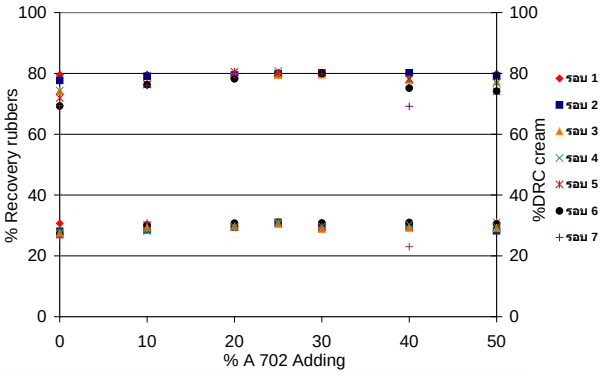


รูปที่ 4 ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำซีรั่มที่นำกลับได้ ที่อุณหภูมิ 90 °C และเวลาการให้ความร้อนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ศึกษาประสิทธิภาพการครีมเมื่อใช้สาร A702 ที่ผ่านการนำกลับ

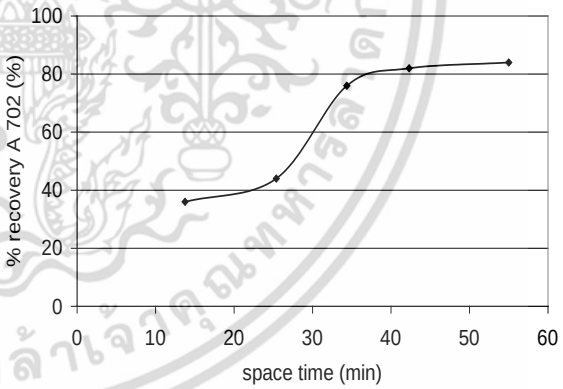
เนื่องจากในระหว่างการนำกลับสาร A702 มีการให้ความร้อน ดังนั้นสาร A702 อาจเสื่อมสภาพลงทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการครีมหางน้ำยางลดลงตามไปด้วย จึงควรที่จะต้องทดสอบประสิทธิภาพของสาร A702 ที่ผ่านกระบวนการนำกลับด้วยการนำสาร A702 ที่นำกลับได้มาครีมหางน้ำยางซ้ำ และเนื่องจากมีสาร A702 บางส่วนที่สูญเสียไประหว่างการนำกลับ ดังนั้นเพื่อเป็นการชดเชยสาร A702 ที่สูญเสีย ในเบื้องต้นจึงนำของแข็งทั้งหมดที่ได้จากการนำกลับมาละลายน้ำ และเติมสาร A702 ใหม่เพิ่มข้าไป (ปริมาณร้อยละ 10,20,25,30,40 หรือ 50 ของสาร A702 ที่ใช้เริ่มต้น) แล้วจึงนำไปครีมหางน้ำยางใหม่ ทำเช่นนี้วนไปหลายๆ รอบ ได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งผลการทดลองการนำสาร A702 ที่นำกลับได้มาครีมซ้ำโดยไม่เติมสาร A 702 เพิ่ม พบว่าในการครีมรอบที่ 2 สารครีม A702 ยังคงมีประสิทธิภาพของกระบวนการครีมหางน้ำยางเช่นเดียวกับการครีมในรอบแรกซึ่งเป็นสาร A702 ใหม่ แต่เมื่อนำสาร A702 มาครีมซ้ำในรอบต่อๆ ไป พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการครีมหางน้ำยางลดลง ซึ่งประสิทธิภาพของกระบวนการครีมหางน้ำยางที่ลดลงไม่ได้เกิดจากการที่สาร A702 เสื่อมประสิทธิภาพ แต่เกิดจากการที่มีสาร A702 สูญเสียไประหว่างการนำกลับ ทำให้ความเข้มข้นสาร A702 ที่เหลือไม่เพียงพอในการครีมหางน้ำยางรอบถัดไป จึงได้ทดลองโดยเติมสาร A702 เพิ่มบางส่วนดังกล่าวข้างต้น จากผลการทดลองพบว่าการเติมสาร A702 ลงไป 25-30% สามารถรักษาประสิทธิภาพการครีมหางน้ำยางให้คงที่ได้ แม้ว่าจะทำการครีมด้วยสาร A702 ที่ผ่านการให้ความร้อนซ้ำถึง 6 รอบก็ตาม เนื่องจากสาร A702 ที่เติมเพิ่ม 25-30% สามารถชดเชยสาร A702 ที่สูญเสียไปได้ ทำให้การครีมครั้งถัดไปในระบบยังคงมีความเข้มข้นของสาร A702 ในช่วงที่เหมาะสมเช่นเดิม จึงสามารถรักษาประสิทธิภาพของกระบวนการครีมหางน้ำยางได้ ดังนั้นในการทดลองนี้ปริมาณสาร A702 ที่สามารถนำกลับได้คือ 75% ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองใน 3.1.5



รูปที่ 5 ประสิทธิภาพการครีมด้วยสารครีม A702 ที่ผ่านการนำกลับหลายครั้ง

3.3 ศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อประสิทธิภาพการนำกลับสารครีมของเครื่องนำกลับสารครีมแบบต่อเนื่อง

เครื่องนำกลับสารครีมแบบต่อเนื่องมีการให้ความร้อนด้วยการถ่ายเทความร้อนจากน้ำมันร้อนรอบๆเครื่อง และมีจุดตรวจวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในเครื่อง 5 จุด โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการนำกลับคือ 90°C และ space time 15-55 นาที ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ประสิทธิภาพการนำกลับสาร A 702 ที่ space time ต่างๆ

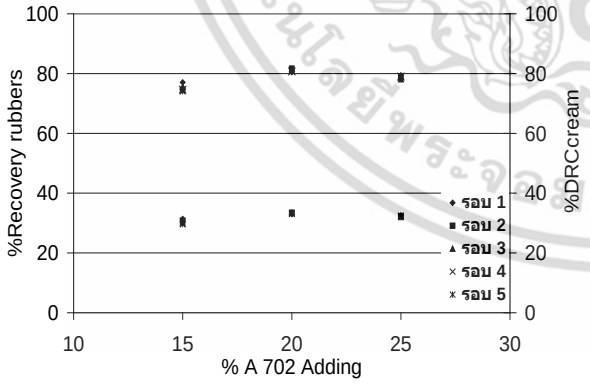
จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่ม Space-time ให้นานขึ้น (ปรับอัตราการไหลต่ำลง) จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการนำกลับสารครีม A702 ได้ดีขึ้น โดยสภาวะมาตรฐานที่ใช้ในการนำกลับสาร A702 ในการทดลองถัดไปคือที่ space-time นาน 45 นาที โดยที่ space-time นี้ซีรั่มจะมีอุณหภูมิคงที่ที่ 90°C ตั้งแต่ระยะ $\frac{3}{5}$ ของความสูงของเครื่องนำกลับสารครีมแบบต่อเนื่อง คิดเป็นระยะเวลานาน 27 นาที สามารถนำกลับสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A702 ได้ถึง 82%wt ซึ่งมีประสิทธิภาพการนำกลับสาร A702 ดีกว่าระบบแบบกะ

3.4 ศึกษาประสิทธิภาพการครีมเมื่อใช้สาร A702 ที่ผ่านการนำกลับด้วยเครื่องนำกลับสารครีมแบบต่อเนื่อง

จากการทดลองใน 3.1.5 การนำกลับสาร A702 ด้วยวิธีการแบบกะ พบว่าสามารถนำกลับสาร A702 ได้77%wt และเมื่อนำของแข็งทั้งหมดที่ได้จากการนำกลับมาครีมหางน้ำยางใหม่ พบว่าปริมาณสาร A702 ที่เติมเพิ่ม 25% สามารถรักษาประสิทธิภาพการครีมหางน้ำยางไว้ได้คงที่ ดังนั้นในการทดสอบประสิทธิภาพของสารครีม A702 ที่นำกลับได้ด้วยเครื่องนำกลับสารครีมแบบต่อเนื่อง ซึ่งสามารถนำกลับสาร A702 ได้ 82%wt ที่ Space-time นาน 45 นาที จึงทำการทดลองโดยนำของแข็งทั้งหมดที่ได้จากการนำกลับ มาละลายน้ำ และเติมสาร A702 ใหม่เพิ่ม (ปริมาณร้อยละ 15, 20 และ 25 ของสาร A702 ที่ใช้เริ่มต้น) แล้วจึงนำไปครีมหางน้ำยางใหม่ ทำเช่นนี้วนไปหลายๆ รอบ เช่นเดียวกับการทดลองใน 3.2ได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าการเติมสาร A702 ลงไป 15-20% สามารถรักษาประสิทธิภาพการครีมหางน้ำยางได้คงที่ (มี %การนำกลับอนุภาคยาง และ %DRCของชั้นครีมมีค่าคงที่) แม้ว่าจะทำการครีมซ้ำถึง 5 รอบก็ตาม



รูปที่ 7 ประสิทธิภาพการครีมด้วยสาร A702 ที่ผ่านการนำกลับด้วยเครื่องนำกลับสารครีมแบบต่อเนื่อง

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าการให้ความร้อนอย่างรวดเร็วทำให้ปริมาณสาร A702 ที่นำกลับได้ลดลงเมื่อเทียบกับการให้ความร้อนจากภายนอกโดยการใช้อ่างน้ำมัน สภาวะที่ใช้ในการนำกลับสาร A702 เข้มข้น 0.6 wt% ที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลานาน 20 นาที สามารถนำกลับสาร A702 ได้ 75%wt จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ไปออกแบบเครื่องแยกและนำกลับสารครีมแบบต่อเนื่อง ซึ่งมีการนำความร้อนกลับมาใช้เพื่อให้ความร้อนเบื้องต้นแก่น้ำซีรั่ม ช่วยให้ประหยัดพลังงานที่ใช้ในการนำกลับสาร A702 ได้ 30% (เทียบกับการทดลองแบบกะ) โดยพบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่นำกลับได้มีค่าสูงสุดเมื่อซีรั่มมีอุณหภูมิ 90°C นาน 27 นาที สามารถนำกลับสารครีม A702 ได้ 80%wt ซึ่งมีประสิทธิภาพการนำกลับสาร A702 ดีกว่าประสิทธิภาพที่ได้จากการนำกลับด้วยระบบแบบกะ

5. กิตติกรรมประกาศ

ผลงานนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนบางส่วนจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] **พืชเศรษฐกิจสุราษฎร์ธานี 2536**. [Online] Available:http://kanchanapisek.or.th/kp8/srt/srt704.html

[2] **วิธีการผลิตยางน้ำข้นของไทย**.[Online] Available: http://www.agrowealth.com/agrowealth/library/libraryview.php?id=69

[3] **กระบวนการผลิตยางเครป** [Online] Available: http://www.reothai.co.th/P61.htm#กระบวนการผลิตยางเครป

[4] **เปลี่ยนหางน้ำยางให้เป็นเงิน ลดการนำเข้ายางสังเคราะห์** [Online] Available: http://www.trf.or.th/News/Content.asp?Art_ID=505

[5] สุรพิชญ ลอยกุลนันท์ และคณะ. **กรรมวิธีการแยกเนื้อยางออกจากหางน้ำยางธรรมชาติโดยใช้พอลิเมอร์ที่ไวต่อความร้อน**. ประเทศไทย. สิทธิบัตรไทย เลขที่ 22185. 31 มกราคม 2549.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้