



ศึกษาการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากการจับตัวแผ่นยางดิบสำหรับการผลิตยางก้อนถ้วย

Study the utilization of waste water from the coagulation of raw rubber sheet
for rubber cup lump coagulation

ชัยวุฒิ วัชรัง^{1*} เสาวลักษณ์ บุญยอด¹ และ ประสิทธิ์ กาญจน²

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการยาง ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

²สำนักงานไร่ฝักทดลองและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ

จังหวัดอุบลราชธานี 34190

*E-mail: chaiwute.v@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการนำน้ำทิ้งที่ได้จากการจับตัวแผ่นยางดิบ ซึ่งมีสถานะเป็นกรดอ่อนมาใช้ในการจับตัวยางก้อนถ้วย โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง ปริมาณการใช้น้ำทิ้งและอัตราส่วนการผสมระหว่างกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง รวมถึงการเปรียบเทียบสมบัติของยางก้อนถ้วยที่ได้จากการจับตัวจากน้ำทิ้งกับกรดฟอร์มิค จากการศึกษาพบว่าน้ำทิ้งที่ได้จากตะกอนสามารถทำให้การจับตัวยางก้อนถ้วยดีที่สุดที่ปริมาณน้ำทิ้ง 50 มิลลิลิตร ใช้เวลาการจับตัวยางก้อนถ้วย 5 ชั่วโมง และอัตราส่วนของกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้งที่สามารถจับตัวยางก้อนถ้วยได้เร็วและสมบูรณ์ที่สุด คือ 50:50 ปริมาณการใช้กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง ที่ปริมาณ 15-30 มิลลิลิตร เวลาการจับตัว 35 นาที สีของยางก้อนที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อนซึ่งใกล้เคียงกับสีของยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิค และสมบัติของยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง มีสมบัติตามมาตรฐานยางแท่ง (Standard Thai Rubber; STR) จากก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิค

คำสำคัญ: น้ำทิ้ง ขางธรรมชาติ ขางก้อนถ้วย ขางแผ่นรมควัน

Received: June 05, 2018

Revised: September 17, 2018

Accepted: October 27, 2018

Abstract

This research aimed to study the utilization of waste water from the coagulation of raw rubber sheet in rubber cup lump coagulation. The acidity levels of waste water are low for use as the coagulating agent into rubber cup lump. The quality amount of waste water and the mixing ratio between formic acid/wastewater were studied to compare properties of rubber cup lumps from the coagulation of waste water with formic acid. The study found that the wastewater can coagulate rubber cup lumps best waste water content at 50 ml to coagulation a rubber cup lump for 5 h. The ratio of formic acid/waste water to coagulate rubber cup lumps as quickly and completely as possible was 50:50, the amount of formic acid/waste water volume of 15-30 ml that can coagulate rubber cup lumps for 35 minutes. The color of the rubber cup lump had a light brown color, similar to the rubber cup lump coagulation with formic acid. Moreover, the properties of rubber cup lump coagulation by formic acid/wastewater are the same properties as the Standard Thai Rubber from rubber cup lump coagulation with formic acid.

Keywords: Waste water, Natural rubber, Cup lump, Rubber smoked sheet

1. บทนำ

ปัจจุบันยางก้อนถ้วย ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตยางแท่งได้มีการผลิตแพร่หลายในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย โดยเฉพาะในแหล่งปลูกยางใหม่แถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีพื้นที่ปลูกยางรวมทั้งสิ้น 2,987,907 ไร่ โดยเป็นพื้นที่เปิดกรีดหรือมีต้นยางพาราอายุมากกว่า 6 ปี ถึง 1,016,946 ไร่ และเกษตรกรร้อยละ 65 นิยมผลิตยางก้อนถ้วย [1] เนื่องจากในหลายท้องที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ อีกทั้งกระบวนการผลิตยางก้อนถ้วยมีขั้นตอนในการผลิตที่ง่าย ต้นทุนการผลิตที่ต่ำและใช้แรงงานน้อยกว่าการผลิตยางแผ่นดิบ โดยการผลิตยางก้อนถ้วยมี 2 รูปแบบที่นิยม คือ การทำยางก้อนถ้วยบนต้นยางและการจับตัวในโรงเรือนสำหรับการทำยางก้อนถ้วยบนต้นยาง เกษตรกรจะกรีดต้นยางให้น้ำยางสดไหลลงในถ้วยรองรับน้ำยางจนหมดแปลง จากนั้นหยคน้ำกรดที่เตรียมให้มี

ความเข้มข้นร้อยละ 3 ลงในถ้วยน้ำยาง ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร กวนให้เข้ากัน ปล่อยให้จับตัวในถ้วยรองรับน้ำยาง และเก็บยางก้อนถ้วยใส่ภาชนะแล้วนำมาผึ่งให้แห้ง [2] ซึ่งจากกระบวนการทำยางก้อนถ้วยข้างต้น จะใช้กรดที่มีความเข้มข้นต่ำเพื่อให้ถ้วยน้ำยางค่อยๆ จับตัวเป็นก้อนอย่างสมบูรณ์ แต่ปัญหาที่พบในการผลิตยางก้อนถ้วยของเกษตรกร คือ การใช้สารจับตัวน้ำยางสดที่ไม่ถูกต้อง โดยมีการใช้ทั้งที่อยู่ในรูปสารละลายและผง เช่น การใช้กรดซัลฟิวริกหรือกรดกำมะถัน ซึ่งจำหน่ายสำเร็จรูปพร้อมใช้ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 5-10 ขนาด 750 มิลลิลิตร ที่มีราคาถูกเพียง 15-20 บาท แต่มีผลต่อคุณภาพยางดิบ คือ ส่งผลให้ยางเสื่อมสภาพได้ง่าย ยางที่แห้งแล้วมีสีคล้ำ เนื้อยางแข็งกระด้าง มีค่าความหนืดต่ำและความชื้นเกินกว่ามาตรฐาน เป็นต้น เช่นเดียวกับการนำแคลเซียมคลอไรด์มาใช้เป็นสารจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วย ยังทำให้คุณภาพยางก้อนถ้วยต่ำลง ยางดิบขาดความยืดหยุ่น

และความแข็งแรงเพิ่มขึ้น [3] ในขณะที่เดียวกันเมื่อผลผลิตยางพาราทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการศึกษาการนำน้ำหมักชีวภาพหรือน้ำส้มควันไม้มาใช้เป็นสารจับตัวน้ำยางสดในการผลิตยางก้อนถ้วย แต่พบว่ายางก้อนที่ได้มีปริมาณความสกปรกและความชื้นเพิ่มขึ้น [4] ซึ่งจากปัญหาของการใช้สารจับตัวน้ำยางสดชนิดต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาจะทำให้ได้ยางก้อนถ้วยที่มีคุณภาพต่ำ และส่งผลกระทบต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่นำยางแท่งที่ผลิตจากยางก้อนถ้วยดังกล่าวไปแปรรูปต่อไปด้วยคุณภาพลงตามไปด้วย

ดังนั้น จึงมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องออกมากำหนดความรู้เกี่ยวกับการใช้สารจับตัวน้ำยางสดเพื่อผลิตเป็นยางก้อนถ้วยมากขึ้น โดยแนะนำให้ใช้สารจับตัวน้ำยางสดประเภทกรดอินทรีย์ ซึ่งมีข้อดี คือ สลายตัวง่ายและไม่ตกค้างในยางก้อนถ้วย ทำให้สีของยางดิบที่แห้งจะเหลืองสวย ไม่คล้ำ ยางก้อนถ้วยแห้งเร็ว เนื้อยางแน่น ยืดหยุ่นดี สมบัติทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ดี และที่สำคัญมีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคและผู้ใช้งาน โดยตัวอย่างกรดอินทรีย์ที่แนะนำ เช่น กรดฟอร์มิกและกรดอะซิติก แต่จะนิยมใช้กรดฟอร์มิกมากกว่ากรดอะซิติก เนื่องจากกรดอะซิติกจะมีกลิ่นเหม็นฉุน แต่อย่างไรก็ตาม กรดฟอร์มิกที่จำหน่ายโดยทั่วไปมีความเข้มข้นร้อยละ 94 ปริมาณ 35 กิโลกรัม มีราคาสูงถึง 1,300 บาท [3] ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตยางก้อนถ้วย เมื่อเปรียบเทียบกับสารจับตัวน้ำยางสดชนิดอื่น ๆ จึงเป็นเหตุผลทำให้เกษตรกรไม่เลือกใช้ รวมถึงกรดฟอร์มิกที่ซื้อมาใช้เป็นสารจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยมีความเข้มข้นสูง เกษตรกรจำเป็นต้องนำมาเจือจางก่อนที่จะเติมลงไปให้น้ำยางสด ซึ่งเป็นการเพิ่มขั้นตอนและความยุ่งยากในการทำงานของเกษตรกร ดังนั้น การลดต้นทุนการซื้อกรดฟอร์มิก

ของเกษตรกร จึงมีความจำเป็น โดยการนำน้ำทิ้งในขั้นตอนการจับตัวยางแผ่นดิบของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ซึ่งมีสถานะเป็นกรด [5, 6] อยู่แล้วมาใช้ในการผลิตยางก้อนถ้วย

จากการสอบถามขั้นตอนการเตรียมยางแผ่นดิบในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางน้ำยืน ตำบลสีวิเชียร อำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ขั้นตอนเริ่มต้นของการเตรียมยางแผ่นดิบ คือ การรวบรวมน้ำยางสด จากนั้นเจือจางน้ำยางสดด้วยน้ำในตะกวดบับให้มีความเข้มข้นหรือมีเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 15 หลังจากนั้นเติมกรดฟอร์มิกความเข้มข้นร้อยละ 2-3 ประมาณ 30 ลิตรต่อตะกวดบับ ผสมให้เข้ากัน เมื่อยางจับตัวสมบูรณ์ ก็เข้าสู่กระบวนการการรีดและเข้าสู่ขั้นตอนอื่น ๆ ต่อไป ในขณะที่น้ำทิ้งซึ่งยังมีสถานะเป็นกรดอยู่จะถูกปล่อยทิ้งไปยังบ่อพัก และหากมีการจัดการน้ำทิ้งจากขั้นตอนการจับตัวน้ำยางสดเป็นยางแผ่นดิบในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันไม่ดี จะส่งผลให้น้ำทิ้งซึมลงดินและมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำใต้ดินได้ [7] ดังนั้น เพื่อให้ไม่เป็นการสิ้นเปลืองหรือปล่อยน้ำทิ้งไปโดยไร้ประโยชน์ ในงานวิจัยนี้จึงศึกษาการนำน้ำทิ้งที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมยางแผ่นดิบของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันมาใช้เป็นสารจับตัวน้ำยางสดในการผลิตยางก้อนถ้วย โดยศึกษาคุณภาพ ความเข้มข้นของกรดในน้ำทิ้งที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมยางแผ่นดิบ หลังจากนั้นศึกษาการใช้น้ำทิ้งต่อระยะเวลาการจับตัวของน้ำยางสดและลักษณะทางกายภาพของยางก้อนถ้วย รวมทั้ง ศึกษาสมบัติของยางเคพที่เตรียมจากยางก้อนถ้วย เช่น ความอ่อนตัว ความหนืด และปริมาณสิ่งสกปรก เป็นต้น ตามมาตรฐานยางแท่ง (Standard Thai Rubber; STR)

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

การทำงานวิจัยในครั้งนี้ได้นำน้ำทิ้งจากขั้นตอนการเตรียมยางแผ่นดิบในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ณ สหกรณ์กองทุนสวนยางน้ำขึ้นตำบลวิเชียร อำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี มาใช้ โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

2.1 การเก็บตัวอย่างและตรวจสอบคุณภาพน้ำ
ทั้ง ขั้นตอนการผลิตยางแผ่นดิบจะใช้น้ำในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกัน ทำให้มีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ได้จากการผลิตยางแผ่นดิบ 3 แหล่ง คือ 1.ตะกอนจับตัวน้ำยางสด (A) 2. บ่อล้างยางที่จับตัวแล้ว (B) และ บ่อล้างยางแผ่นหลังรีด (C) โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจะทำการกวนน้ำทิ้งก่อนตักตัวอย่าง และตักตัวอย่างประมาณ 1.5 ลิตร หลังจากนั้น กรองเศษยางด้วยผ้าขาวบางก่อนบรรจุใส่ขวด เพื่อนำน้ำทิ้งที่ได้ไปทดสอบสมบัติดังนี้

- ความเป็นกรด-เบส (pH)
- ความต้องการออกซิเจนของชีวเคมี (Biochemical Oxygen demand; BOD)
- ของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids; TSS)

2.2 ศึกษาความเข้มข้นกรดในน้ำทิ้ง โดยการไทเทรตน้ำทิ้งที่ใช้จับตัวน้ำยางสดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์และมีฟีนอล์ฟทาไลน์เป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณหาความเข้มข้นของกรดจากน้ำทิ้งในหน่วยร้อยละ และทดลองซ้ำทั้งหมด 5 ครั้ง

2.3 ศึกษาผลของน้ำทิ้งและกรดฟอสฟอริกต่อการจับตัวน้ำยางสด โดยตวงน้ำยางสดปริมาณ 50 มิลลิลิตร ใส่ถ้วยรองรับน้ำยาง หยคน้ำทิ้งลงในน้ำยางสดด้วยการแปรปริมาณน้ำทิ้งที่ 30, 40 และ 50

มิลลิลิตร หลังจากนั้น กวนผสมน้ำยางกับน้ำทิ้งให้เข้ากัน สังเกตลักษณะและระยะเวลาในการจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วย



(A) ตะกอนจับตัวน้ำยางสด



(B) บ่อล้างยางที่จับตัวแล้ว

(C) บ่อล้างแผ่นยางหลังรีด



รูปที่ 1 น้ำทิ้งจากขั้นตอนต่าง ๆ ในการเตรียมยางแผ่นดิบของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

2.4 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของยางดิบ นำยางก้อนถ้วยจากการศึกษาผลของน้ำทิ้งและกรดฟอสฟอริกต่อการจับตัวน้ำยางสด มาเตรียมเป็นยางเครพด้วยเครื่องรีดเครพ และผึ่งให้แห้ง หลังจากนั้นนำไปทดสอบสมบัติของยางดิบตามที่สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กำหนดเป็นมาตรฐานยางแท่ง (Standard Thai Rubber; STR) ดังนี้

- ปริมาณสิ่งสกปรก (Dirt)
- ปริมาณเถ้า (Ash)
- ปริมาณสิ่งระเหย (Volatile matter; VM)
- ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen)
- ความอ่อนตัวเริ่มต้น (Initial plasticity; P_0)
- ดัชนีความอ่อนตัว (Plasticity retention index; PRI)

index; PRI)

- ความหนืดมูนนี่ (Mooney Viscosity)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสารจับตัวน้ำยางสดเป็นขาก้อนด้วยจากน้ำทิ้งที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมยางแผ่นดิบของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน คือ น้ำทิ้งจากตะกอนและบ่อล้างหลังรีด แต่น้ำทิ้งจากบ่อล้างยางที่จับตัวแล้วไม่ถูกเลือกนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เนื่องจากในระหว่างขั้นตอนการทำงานมีการเปิดน้ำเพื่อให้น้ำไหลตลอดเวลา ซึ่งจะมีผลต่อความเข้มข้นของกรดในน้ำทิ้ง หลังจากนั้นนำมาเก็บรักษาไว้ 50 วัน โดยแปรปริมาณน้ำทิ้งที่ 30, 40, 50 และ 60 มิลลิลิตร ต่อ น้ำยางสด 50 มิลลิลิตร และศึกษาสารจับตัวน้ำยางสดที่ผสมจากกรดฟอร์มิกและน้ำทิ้ง(กรดฟอร์มิก/น้ำทิ้ง) กรดฟอร์มิกและกรดซัลฟิวริก และผลของชนิดของสารจับตัวน้ำยางสดต่อสมบัติของยางเครพที่ผลิตจากยางก้อนถ้วย

3.1 คุณภาพและความเข้มข้นของกรดในน้ำทิ้ง

ผลการตรวจสอบน้ำทิ้งจากขั้นตอนการเตรียมยางแผ่นดิบที่ได้จากตะกอนและบ่อล้างหลังรีดพบว่า น้ำทิ้งทั้ง 2 แหล่ง จัดเป็นน้ำเสีย เนื่องจากมีค่า BOD, TSS และความเป็นกรด-เบสเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง โดยความเป็นกรด-เบสมีค่าประมาณ 5 ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ O. Momodu และคณะ [8] ที่ได้นำเสนอถึงความเป็นกรด-เบสของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันมีค่าต่ำประมาณ 4.5 ยิ่งไปกว่านั้น ความเป็นกรด-เบสของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันมีค่าที่ต่ำกว่าน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ยางเครพและยางแท่ง เช่นเดียวกับรายงานของกรมควบคุมมลพิษ [9] ได้นำเสนอผลสำรวจคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตยางแผ่นรมควัน ซึ่งพบว่า มีความเป็นกรด-เบสโดยรวมประมาณ 5 และมีค่า BOD และ TSS ใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ ดังนั้น

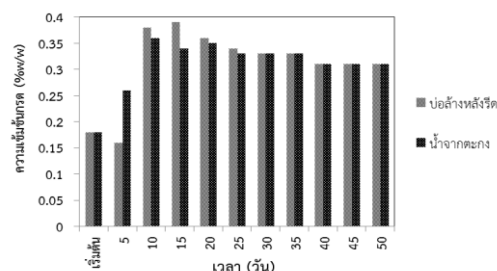
จึงจัดเป็นน้ำเสียตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด [10]

จากผลการทดสอบความเข้มข้นของกรดในน้ำทิ้งที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมยางแผ่นดิบจากตะกอนและบ่อล้างหลังรีดหลังเก็บรักษาไว้ 50 วัน แสดงดังรูปที่ 2 พบว่า ความเข้มข้นของกรดมีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บน้ำทิ้งจนถึงวันที่ 10 ของการเก็บรักษา โดยความเข้มข้นของกรดสูงสุดประมาณร้อยละ 0.36 และ 0.38 ตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้นของกรดที่เพิ่มขึ้นเกิดจากกระบวนการหมักของสารอินทรีย์ต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบในเซรุ่ม (Serum) ในน้ำยาง เช่น คาร์โบไฮเดรตและกรดอะมิโน [7] ที่สามารถเกิดการย่อยสลายโมเลกุลขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลงด้วยแบคทีเรียชนิดไม่อาศัยออกซิเจน (Anaerobic bacteria) ทำให้เกิดกรดและกลุ่มก๊าซขึ้นขณะเกิดการย่อยสลาย เช่น กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น [11-12] ส่งผลให้มีความเข้มข้นของกรดในน้ำทิ้งเพิ่มขึ้น แต่หลังจากการเก็บรักษาไว้ 10 วัน เป็นต้นไป ความเข้มข้นของกรดเริ่มลดลงเล็กน้อย และเริ่มคงที่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.33 เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกรดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าการย่อยสลายของโมเลกุลสารอินทรีย์เป็นกรดในน้ำยาง นอกจากนี้การนำน้ำทิ้งเก็บไว้ 1, 7 และ 30 วัน สามารถนำน้ำทิ้งที่ได้มาใช้เป็นสารจับตัวน้ำยางสดได้ดีเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตาม การเก็บน้ำทิ้งไว้นานเกิน 5 วัน จะมีกลิ่นเหม็น ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบที่ระเหยได้ในยางหรือเซรุ่มที่ผ่านการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ เช่น ลิพิดในน้ำยางเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Lipid oxidation) ได้เป็นแอลกอฮอล์ แอลดีไฮด์ กรดคาร์บอกซิลิกและสารไฮโดรคาร์บอนขนาดเล็ก หรือ ปฏิกิริยาการหมัก คาร์โบไฮเดรต

(Carbohydrate fermentation) เกิดเป็นกรดไขมันอิสระที่ระเหยได้ (Volatile free fatty acid) เป็นต้น [12] จึงไม่เหมาะที่จะนำไปงานใช้จริง ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้นำตัวอย่างน้ำทิ้งที่เก็บทิ้งไว้ 1 วัน มาทดสอบจับตัวน้ำยางสดเพื่อผลิตเป็นขาก้อนถ้วย

ตารางที่ 1. คุณภาพน้ำทิ้ง

ตรวจสอบ	ผลการวิเคราะห์		
	น้ำจากตะกอน	บ่อล้างหลังรีด	มาตรฐานน้ำทิ้ง
pH	5.00	5.00	5.5 - 9.0
Biochemical Oxygen demand (BOD) (มิลลิกรัม/ลิตร)	2,842	1,446	ไม่เกิน 20
Total Suspended Solids (SS) (มิลลิกรัม/ลิตร)	166	213	ไม่เกิน 30
Total Dissolved Solids (TDS) (มิลลิกรัม/ลิตร)	3,790	1,293	-
Sulfide (มิลลิกรัม/ลิตร)	15	8	-



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดต่อเวลาการเก็บรักษาน้ำทิ้ง

3.2 ผลของอัตราส่วนระหว่างน้ำยางสดกับน้ำทิ้งที่ได้จากตะกอนและบ่อล้างหลังรีดต่อการจับตัวของน้ำยางสดเป็นขาก้อนถ้วย

ในการศึกษาการใช้น้ำทิ้งเป็นสารจับตัวน้ำยางสดเป็นขาก้อนถ้วย โดยนำน้ำยางสดที่มีเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 40.76 ที่ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำทิ้งในถ้วยรองรับน้ำยางในปริมาณ 30, 40, 50 และ 60 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องและสังเกตลักษณะการจับตัวของน้ำยางสด

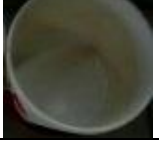
จากผลการทดลองการจับตัวน้ำยางสดเป็นขาก้อนถ้วยด้วยน้ำทิ้งที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมยางแผ่นดิบจากตะกอนและบ่อล้างหลังรีด โดยแปรปริมาณน้ำทิ้งที่ 30, 40, 50 และ 60 มิลลิลิตร ต่อน้ำยางสด 50 มิลลิลิตร พบว่า ในทุกปริมาณของน้ำทิ้งที่ใช้เป็นสารจับตัวน้ำยางสดเริ่มเกิดการจับตัวที่เวลา 5 ชั่วโมง แต่ที่ปริมาณน้ำทิ้งที่ 50 มิลลิลิตร จะมีการจับตัวของน้ำยางสดที่สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความเข้มข้นของกรดที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่น้ำทิ้งที่ใช้เป็นสารจับตัวน้ำยางสดที่ปริมาณ 30 และ

ตารางที่ 2 ลักษณะการจับน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยจากน้ำทิ้งจากตะกอน

ปริมาณน้ำทิ้งจากตะกอน (มิลลิลิตร)	เวลา (ชั่วโมง)	
	5	24
30		
40		
50		
60		

40 มิลลิลิตร การจับตัวของน้ำยางสดเกิดไม่สมบูรณ์ โดยจะสังเกตได้ว่าภายใต้ผิวหน้าที่เป็นฟิล์มของการจับตัวของน้ำยางสด ยังมีของเหลวสีขาวเหลืออยู่ในขณะ ที่ เมื่อปริมาณน้ำทิ้งที่ 60 มิลลิลิตร การจับตัวของน้ำยางสดเกิดขึ้นได้ช้าเนื่องจากมีปริมาณน้ำทิ้งที่มากเกินไป ทำให้เกิดการเจือจางน้ำยางสด จึงส่งผลต่อการจับตัวของน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วย เกิดได้ยากและไม่สมบูรณ์ จากผลของปริมาณน้ำทิ้งที่ได้จากตะกอนและบ่อล้างหลังรีดต่อระยะเวลาในการจับตัวของน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วย พบว่า น้ำทิ้งที่ได้ จากตะกอนสามารถทำให้การจับตัวยางก้อนถ้วยได้สมบูรณ์และเร็ว โดยใช้เวลาการจับตัวยาง

ตารางที่ 3 ลักษณะการจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยจากน้ำทิ้งจากบ่อล้างหลังรีด

ปริมาณน้ำทิ้งจากบ่อล้างหลังรีด (มิลลิลิตร)	เวลา (ชั่วโมง)	
	5	24
30		
40		
50		
60		

ก้อนถ้วย 5 ชั่วโมง ซึ่งปริมาณน้ำทิ้งจากตะกอนที่เหมาะสม คือ 50 มิลลิลิตร ในน้ำยางสด 50 มิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ 40, 30 และ 60 มิลลิลิตร ของน้ำทิ้งจากตะกอนและบ่อล้างหลังรีด แสดงดังตารางที่ 2 และ 3

3.3 ผลของอัตราส่วนระหว่างกรดฟอร์มิกกับน้ำทิ้งต่อการจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วย

จากการศึกษาปริมาณน้ำทิ้งที่เหมาะสมในการจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยที่ปริมาณของน้ำทิ้งจากตะกอน 50 มิลลิลิตร ในน้ำยางสด 50 มิลลิลิตร โดยใช้เวลา 5 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตาม

เวลาการจับตัวน้ำยางสดของน้ำทิ้งที่ปริมาณดังกล่าว ยังใช้เวลานานเมื่อเปรียบเทียบกับ การจับตัวน้ำยางสดด้วยกรดฟอร์มิค ดังนั้น จึงศึกษาอัตราส่วนการผสมระหว่างกรดฟอร์มิคกับน้ำทิ้งที่ 30:70, 40:60 และ 50:50 ต่อระยะเวลาการจับตัวของน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วย และเปรียบเทียบกับสารจับตัวน้ำยางสดทางการค้า คือ กรดฟอร์มิคและกรดซัลฟิวริก

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของสารจับตัวยางก้อนถ้วย

สารจับตัว	ความเข้มข้นของกรด (ร้อยละ)
กรดฟอร์มิค	3.13
กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง (50:50)	1.15
กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง (40:60)	1.06
กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง (30:70)	0.84

ในตารางที่ 4 แสดงความเข้มข้นของสารจับตัวน้ำยางสด คือ กรดฟอร์มิค กรดฟอร์มิคผสมน้ำทิ้ง (กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง) ที่อัตราส่วนที่ 30:70, 40:60 และ 50:50 พบว่า การผสมกรดฟอร์มิคด้วยน้ำทิ้งทำให้ความเข้มข้นของกรดฟอร์มิกลดลงตามปริมาณน้ำทิ้งที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำทิ้งมีความเข้มข้นของกรดเพียงร้อยละ 0.18 ดังนั้น การผสมน้ำทิ้งลงในกรดฟอร์มิคปริมาณเพิ่มขึ้น เป็นการเจือจางความเข้มข้นของกรดฟอร์มิกลง และจากการจับตัวน้ำยางสดที่มีปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 32 ด้วยกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง สามารถจับตัวน้ำยางสดให้เป็นยางก้อนถ้วยได้ทุกอัตราส่วน แต่อัตราส่วนที่สามารถจับตัวยางก้อนถ้วยได้เร็วและสมบูรณ์ที่สุดคือ 50:50 โดยใช้เวลาในการจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยเพียง 35 นาที นอกจากนี้ ยางก้อนถ้วยที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อนเมื่อทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 48 ชั่วโมงในทุกอัตราส่วน แสดงดังตารางที่ 5

3.4 ผลของการแปรปริมาณกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้งที่มีต่อการจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วย

จากการศึกษาอัตราส่วนของกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้งที่มีต่อการจับตัวของยางก้อนถ้วยที่เหมาะสมคือ 50:50 ดังนั้น จึงนำมาศึกษาปริมาณของกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้งที่มีผลต่อการจับตัวน้ำยางสดที่มีเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 33 เป็นยางก้อนถ้วยที่ 15, 30 และ 45 มิลลิลิตร และการใช้น้ำทิ้งเพียงอย่างเดียวพบว่า ระยะเวลาที่ใช้กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้งที่ 15, 30 และ 45 มิลลิลิตร จับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยได้สมบูรณ์ไม่แตกต่างกันมากนัก คือ 35, 33 และ 38 นาที ตามลำดับ โดยปริมาณการใช้กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้งที่ปริมาณ 30 มิลลิลิตร จะจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยได้เร็วที่สุด ในขณะที่น้ำยางสดที่จับตัวด้วยน้ำทิ้งเพียงอย่างเดียว พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที น้ำยางสดจับตัวเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากน้ำทิ้งมีปริมาณความเข้มข้นของกรดเพียงร้อยละ 0.18 และหลังจากทิ้งให้เกิดการจับตัวของน้ำยางสดอีก 1 วัน พบว่า ยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยน้ำทิ้งจะมีน้ำเซรุ่มสีขาวขุ่นเหลืออยู่ ดังตารางที่ 6 แสดงว่าการจับตัวของน้ำยางสดด้วยน้ำทิ้งเพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพที่จะใช้เป็นสารจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยค่อนข้างต่ำและยังทำให้การจับตัวของน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยไม่สมบูรณ์อีกด้วย ในขณะที่ยางก้อนถ้วยที่ผ่านการจับตัวด้วยกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง จะมีเซรุ่มที่ใส ซึ่งเกิดจากกระบวนการจับตัวของน้ำยางสดเกิดขึ้นสมบูรณ์ ดังนั้น กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง เหมาะสมที่จะใช้เป็นสารจับตัวน้ำยาง

หลังจากเก็บยางก้อนถ้วยทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 10 วัน พบว่า สีของยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง มีสีน้ำตาลอ่อน ในขณะที่ยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยน้ำทิ้งเพียงอย่างเดียว จะมีสีคล้ำตรงบริเวณขอบก้อนยางอาจเกิดจากผลของการ

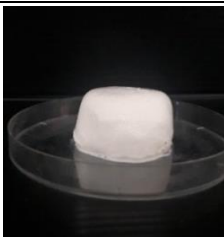
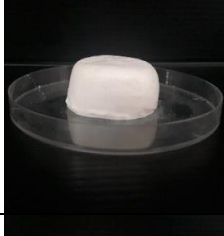
จับตัวที่ไม่สมบูรณ์ของยางก้อนด้วย แสดงดังตารางที่ 6

3.5 ระยะเวลาการจับตัว ลักษณะและความขึ้นของยางก้อนด้วยที่ใช้กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก และกรดฟอร์มิก/น้ำทิ้ง

จากผลการทดลองใช้กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก และกรดฟอร์มิก/น้ำทิ้ง จับตัวน้ำยางสด

เป็นยางก้อนด้วย พบว่า น้ำยางสดสามารถจับตัวสมบูรณ์ได้ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะของเซรุ่มที่ใส แต่อย่างไรก็ตาม สารจับตัวที่ทำให้ น้ำยางสดจับตัวเป็นยางก้อนด้วยได้เร็วที่สุด คือ กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิก และกรดฟอร์มิก/น้ำทิ้ง ที่เวลา 20, 25 และ 30 นาที ตามลำดับ เหตุผลที่กรดซัลฟิวริกสามารถจับตัวน้ำยางสดได้เร็วที่สุด

ตารางที่ 5 ระยะเวลาการจับตัวและลักษณะของยางก้อนด้วยจากกรดฟอร์มิก/น้ำทิ้งที่แปรอัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วนผสม (กรดฟอร์มิก/ น้ำทิ้ง)	ระยะเวลา (ชม.)			
	เริ่มจับตัว	2 ชม.	24 ชม.	48 ชม.
30:70				
40:60				
50:50				

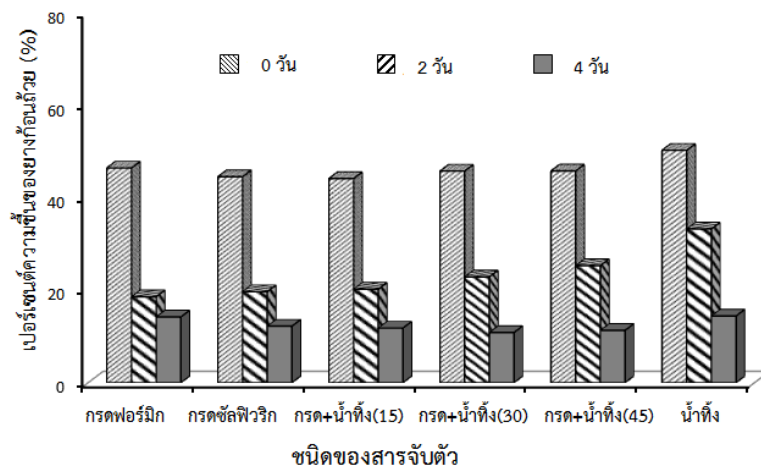
ตารางที่ 6 ระยะเวลาการจับตัวยางก้อนด้วยจากกรดฟอร์มิก/น้ำทิ้งที่แปรปรวนต่างๆ

สารจับตัวยาง	ระยะเวลา (วัน)		
	เริ่มต้น	1 วัน	10 วัน
น้ำทิ้ง (150 มิลลิลิตร)			
กรดฟอร์มิก/น้ำทิ้ง (15 มิลลิลิตร)			
กรดฟอร์มิก/น้ำทิ้ง (30 มิลลิลิตร)			
กรดฟอร์มิก/น้ำทิ้ง (45 มิลลิลิตร)			

เนื่องจากกรดซัลฟิวริกเป็นกรดแก่ ในขณะที่ กรดฟอร์มิกและกรดฟอร์มิก/น้ำทิ้งเป็นกรดอ่อน และเมื่อนำยางก้อนถ้วยที่จับตัวมาทิ้งให้แห้ง พบว่า สีของยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิกและกรดฟอร์มิก/น้ำทิ้งมีสีน้ำตาลอ่อนกว่าการใช้กรดซัลฟิวริกจับตัว เนื่องจากการใช้กรดซัลฟิวริกทำให้เกิดการตกค้างของเกลือซัลเฟตที่สามารถเปลี่ยนสภาพเป็นซัลไฟด์ที่มีกลิ่นคาวในเนื้อยางก้อนถ้วย และยังส่งผลให้เนื้อยางแข็งกระด้างอีกด้วย [3] แสดงดังตารางที่ 7 ในขณะที่ กรดฟอร์มิกและกรดฟอร์มิก/น้ำทิ้ง เป็นสารจับตัวน้ำยางสดที่สามารถ

ระเหยได้ง่าย จึงไม่ตกค้างและไม่เปลี่ยนแปลงสีของยางก้อนถ้วย

ความชื้นของยางก้อนถ้วยเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณเนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วย ซึ่งจะใช้คำนวณในการซื้อขายยางก้อนถ้วย ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงศึกษาความชื้นของยางก้อนถ้วยที่จับตัวสมบูรณ์ด้วยสารจับตัวที่แตกต่างกัน โดยหึ่งลมเพื่อไล่น้ำให้ยางก้อนถ้วยแห้ง ที่เวลา 2 และ 4 วัน พบว่าความชื้นของยางก้อนถ้วยที่ใช้น้ำทิ้งเพียงอย่างเดียวเป็นสารจับตัวน้ำยางสดมีความชื้นสูงสุด และตามด้วยกรดฟอร์มิก/น้ำทิ้ง (45 มิลลิลิตร) กรดฟอร์มิก/



รูปที่ 3 ความชื้นของยางก้อนถ้วยที่ใช้สารจับตัวน้ำยางสดชนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบระยะเวลาการจับตัวและลักษณะของยางก้อนถ้วยด้วย กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก และ กรดฟอร์มิก/น้ำทิ้ง

สารจับตัวยาง	ลักษณะยางก้อนถ้วย		
	เริ่มต้น	1 วัน	10 วัน
กรดฟอร์มิก			
กรดซัลฟิวริก			
กรดฟอร์มิก/น้ำทิ้ง			

น้ำทิ้ง (30 มิลลิลิตร) กรดฟอร์มิค กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง (15 มิลลิลิตร) และกรดซัลฟิวริก ตามลำดับ โดยยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยน้ำทิ้งมีความชื้นของยางก้อนถ้วยมาก เนื่องมาจากการจับตัวของน้ำยางสดที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้น้ำหลงเหลืออยู่ในก้อนยางในปริมาณสูงกว่าการใช้สารจับตัวน้ำยางสดชนิดอื่น ๆ ในขณะที่ กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง (45 มิลลิลิตร) กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง (30 มิลลิลิตร) กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง (15 มิลลิลิตร) และกรดซัลฟิวริก มีความชื้นของยางก้อนถ้วยที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการใช้สารจับตัวน้ำยางสดดังกล่าว ทำให้ง่ายจับตัวยางที่สมบูรณ์ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3 แต่อย่างไรก็ตาม การจับตัวของน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยที่ไม่สมบูรณ์และใช้ระยะเวลาเวลานาน จะเกิดการบูดเน่า เกิดฟองอากาศ และรูพรุนในก้อนยาง ส่งผลต่อความยืดหยุ่นและความเหนียวของยางก้อนถ้วย นอกจากนี้ กลิ่นที่เกิดขึ้นยังเหม็นกว่ายางก้อนถ้วยที่จับตัวสมบูรณ์อีกด้วย เนื่องจากเข้รุ่มยังคงปะปนอยู่ ทำให้องค์ประกอบที่ไม่ใช่ยางชนิดต่างๆ เช่น โปรตีนที่อยู่ทั้งในชั้นของอนุภาคยางและชั้นของเข้รุ่ม ซึ่งมีองค์ประกอบของกำมะถันทำปฏิกิริยากับจุลินทรีย์เกิดการสลายตัวเป็นแก๊สไข่เน่าหรือไฮโดรเจนซัลไฟด์ และเมอร์แคปแทนที่มีกลิ่นเหม็นอีกด้วย [13]

3.6 สมบัติของยางเครพจากยางก้อนถ้วยที่ใช้สารจับตัวน้ำยางสดที่แตกต่างกัน

ยางก้อนถ้วยเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตยางแท่ง ดังนั้น ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วย เพื่อเป็นข้อมูลที่จะช่วยสนับสนุนการเลือกใช้สารจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยต่อไป ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงนำยาง

ก้อนถ้วยจับตัวด้วยกรดฟอร์มิค กรดซัลฟิวริก น้ำทิ้ง และกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง ที่ปริมาณ 15, 30 และ 45 มิลลิลิตร มาเตรียมเป็นยางเครพด้วยเครื่องบดย่อยยางเครพ และนำยางเครพที่แห้งไปทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน STR แสดงดังตารางที่ 8 พบว่ายางเครพจากยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิคและกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง ในปริมาณ 15, 30 และ 45 มิลลิลิตร มีสมบัติผ่านมาตรฐาน STR ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากรดฟอร์มิค/น้ำทิ้งสามารถใช้แทนกรดฟอร์มิคได้เพราะไม่ทำให้สมบัติยางเปลี่ยนแปลง ในขณะที่ สมบัติของยางเครพที่เตรียมจากยางก้อนถ้วยที่ใช้กรดซัลฟิวริกเป็นสารจับตัวมีสมบัติความอ่อนตัวเริ่มต้น (P_0) ที่น้อยกว่ายางเครพที่เตรียมจากยางก้อนถ้วยที่ใช้สารจับตัวน้ำยางสดชนิดอื่น ๆ และต่ำกว่ามาตรฐาน STR ซึ่งค่าความอ่อนตัวเริ่มต้นเป็นค่าที่ใช้ประเมินขนาดของโมเลกุลของยาง โดยยางที่มีค่าความอ่อนตัวเริ่มต้นสูง แสดงว่ามีขนาดโมเลกุลของยางสูง แต่การใช้กรดซัลฟิวริกทำให้เกิดการตกค้างของซัลเฟตในเนื้อยาง ส่งผลให้โมเลกุลของยางเสื่อมสภาพได้เร็ว [3]

4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการนำน้ำทิ้งจากขั้นตอนการเตรียมยางแผ่นดิบในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์น้ำเย็น มาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการนำมาใช้เป็นสารจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วย พบว่า คุณภาพของน้ำทิ้งจากตะกอนและบ่อล้างหลังรีด ต่างจัดได้ว่าเป็นน้ำเสียตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ น้ำทิ้งจากตะกอนและบ่อล้างหลังรีดมีความเข้มข้นกรดสูงสุด

ตารางที่ 8 สมบัติของยางก้อนถ้วยที่ใช้สารจับตัวน้ำยางสดชนิดต่าง ๆ

สมบัติยาง	ผลการทดสอบ						STR20 Limit
	กรด ฟอร์มิค	กรด ซัลฟิวริก	น้ำทิ้ง	กรดฟอร์มิค/ น้ำทิ้ง (15ml)	กรดฟอร์มิค/ น้ำทิ้ง (30ml)	กรดฟอร์มิค/ น้ำทิ้ง (45ml)	
ปริมาณสิ่ง สกปรก (ร้อยละ)	0.009	0.006	0.004	0.019	0.008	0.006	0.16 max
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	0.81	0.87	0.57	0.80	0.78	0.92	0.80 max
ปริมาณสิ่ง ระเหย (ร้อยละ)	0.77	0.70	0.38	0.98	0.71	1.31	0.80 max
ปริมาณ ไนโตรเจน (ร้อยละ)	0.52	0.56	0.29	0.46	0.48	0.53	0.60 max
ค่าความอ่อน ตัวเริ่มต้น	38.0	29.0	57.5	52.5	41.5	31.0	30.0 min
ดัชนีความ อ่อนตัว (ร้อยละ)	100.0	84.5	44.4	84.8	100.0	108.1	40.0 min
ค่าความหนืด ML (1+4) 100°C	65.7	56.3	92.5	82.7	70.7	57.8	-

ประมาณร้อยละ 0.36 และ 0.38 ตามลำดับ เมื่อทิ้งไว้ประมาณ 10 วัน ยิ่งไปกว่านั้น ความเข้มข้นของกรดเริ่มลดลงเล็กน้อยและเริ่มคงที่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.33 เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 30 วัน โดยน้ำทิ้งที่ได้จากตะกอนเป็นสารจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยที่ดีที่สุด ที่ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ในน้ำยางสด 50 มิลลิลิตร แต่ยังใช้เวลาในการจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยนานกว่าการใช้กรดฟอร์มิค นอกจากนี้ เมื่อศึกษาอัตราส่วนของกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้งที่สามารถจับตัวยางก้อนถ้วยได้เร็วและสมบูรณ์ที่สุด คือ 50:50 โดย

ปริมาณการใช้กรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง ที่ปริมาณ 15–30 มิลลิลิตร น้ำยางสดสามารถจับตัวที่ 35 นาที แต่ยังใช้เวลาในการจับตัวนานกว่ากรดฟอร์มิค และซัลฟิวริก แต่อย่างไรก็ตาม สีของยางก้อนที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อนใกล้เคียงกับสีของยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิค เมื่อนำยางก้อนถ้วยที่ผ่านการจับตัวด้วยสารจับตัวน้ำยางสดชนิดต่าง ๆ มาศึกษาสมบัติยางเคระพตามมาตรฐานยางแท่ง STR พบว่า ยางก้อนถ้วยที่จับตัวน้ำยางสดด้วยกรดฟอร์มิค/น้ำทิ้ง มีสมบัติตามมาตรฐานยางแท่ง STR และใกล้เคียงกับการใช้กรดฟอร์มิค ซึ่ง

แสดงว่ากรดฟอสฟอริก/น้ำที่สามารทำให้แทนกรดฟอสฟอริกได้เพราะไม่ทำให้สมบัติเปลี่ยนแปลง ส่วนการใช้กรดซัลฟิวริกจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วยจะทำให้ค่าความอ่อนตัวเริ่มต้นของยางมีค่าลดลง จึงควรหลีกเลี่ยงการใช้กรดซัลฟิวริกจับตัวน้ำยางสดเป็นยางก้อนถ้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด ในโครงการวิจัยเรื่องศึกษาการใช้พื้นที่จากการจับตัวแผ่นยางดิบสำหรับการผลิตยางก้อนถ้วย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานตลาดกลางยางพาราหนองคาย. ยางก้อนถ้วย. [เข้าถึงเมื่อ 25 มิถุนายน 2559] เข้าถึงได้จาก <https://goo.gl/NGFoNP>.
- [2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา. การผลิตยางก้อนถ้วย. [เข้าถึงเมื่อ 25 มิถุนายน 2559] เข้าถึงได้จาก <https://goo.gl/9ZVseK>.
- [3] ปรีดีเปรม ทศนกุล. หยุดการใช้กรดซัลฟิวริกในการจับตัวยาง. *วารสารยางพารา*. 2558. 36(3) : 14-18.
- [4] ปรีดีเปรม ทศนกุล. ผลเสียของการใช้น้ำหมักชีวภาพและน้ำส้มควันไม้ในการจับตัวยาง, *วารสารยางพารา*. 2555. 33(2) : 2-18
- [5] Nhu Hien N. and Thanh Tha L. Situation of wastewater treatment of natural rubber latex processing in the Southeastern region. *Journal of Vietnamese Environment*. 2012. 2(2) : 58-64.
- [6] Tekasakul P. and Tekasakul S. Environmental problems related to natural rubber production in Thailand. *Journal of Aerosol Research*. 2006. 21(2) : 122-129.
- [7] Edirisinghe J.C. Community pressure and environmental compliance: case of rubber processing in Sri Lanka. *Journal of Environmental Professionals Sri Lanka*. 2012. 1(1) : 14-23.
- [8] Momodu O., Ekundayo A.O., Ogiehor I.S., Iyayi A.F., Ohaga S. and Momoh D. Pollution monitoring and control in rubber industry in Nigeria. *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*. 2017. 5(7) : 278-283.
- [9] กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษ อุตสาหกรรมยางแผ่นรมควัน. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.; 2548.
- [10] ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2539 เรื่องกำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม; 2539
- [11] ก๊าซชีวภาพ (Biogas). [เข้าถึงเมื่อ 3 เมษายน 2560] เข้าถึงได้จาก <http://www.siamchemi.com>.
- [12] Sakdapipanich J. and Insom K. High-resolution gas chromatography-mass spectrometry-Characterization and mechanism to generate the obnoxious odor in natural rubber. *KGK rubberpoint*. 2006. 59(7-8). 382-387.
- [13] ปรีดีเปรม ทศนกุล. ปัจจัยที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพยางแท่งจากยางแห้ง. *วารสารยางพารา*. 2557. 35(2) : 15-25.