

ผลกระทบของยางแท่งที่ใช้สารปลอมปนในการจับตัวยางก้อนถ้วย

The impact of block rubber using adulterants to coagulate cup lumps

ปรีดีเปรม ทศนกุล^{1,2}, พิศิษฐ์ พิมพ์รัตน์² และ บัญชา สมบูรณ์สุข^{3*}

Preprame Tassanakul^{1,2}, Pisit Pimrat² and Buncha Somboonsuke^{3*}

¹ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรเกษตรเขตร้อน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112

¹ PhD Student, Tropical Agricultural Resource Management Program, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkla, 90112

² ฝ่ายอุตสาหกรรมยาง การยางแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ 10900

² Rubber Industry Division, Rubber Authority of Thailand, Bangkok, 10900

³ ศาสตราจารย์ สาขานวัตกรรมเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112

³ Professor, Department of Innovation Agricultural and Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkla, 90250

บทคัดย่อ: ยางก้อนถ้วยเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตยางแท่งและมักประสบปัญหาการใช้สารปลอมปนในการจับตัวยาง การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบองค์ประกอบและความเข้มข้นของสารจับตัวยางที่ใช้ในการผลิตยางก้อนถ้วยที่จำหน่ายทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ และศึกษาผลกระทบต่อการนำยางก้อนถ้วยไปผลิตเป็นยางแท่ง จากการตรวจสอบปริมาณความเข้มข้นของสารจับตัวด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี พบว่าประกอบด้วยไอออนฟอร์มेट 25% ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ และองค์ประกอบของไอออนซัลเฟต 50% ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ โดยมีความเข้มข้นในช่วง 17.89–93.46% โดยน้ำหนัก และ 36.17–99.74% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนสารจับตัวที่มีองค์ประกอบของไอออนฟอร์มेटผสมกับไอออนคลอไรด์ ไอออนซัลเฟตผสมกับไอออนคลอไรด์พบ 18.75% และ 6.25% ตามลำดับ ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ และจากการนำยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยกรดชนิดต่าง ๆ ผลิตยางแท่ง พบว่าสมบัติทางกายภาพของยางแท่งที่ใช้กรดฟอร์มิกในการจับตัวยางก้อนถ้วยมีสมบัติทางกายภาพเทียบเท่ากับยางแท่ง STR 5 ส่วนยางแท่งที่มีสารปลอมปน พบว่าสมบัติด้านความอ่อนตัวเริ่มแรก ดัชนีความอ่อนตัว และความหนืดต่ำกว่ามาตรฐานยางแท่ง STR 20

คำสำคัญ: ยางก้อนถ้วย; สารปลอมปน; ยางแท่ง

ABSTRACT: Cup lumps are raw materials used in the block rubber production and commonly encounters used adulterants in rubber coagulation. This study aimed to identify the composition and concentration of coagulants for producing cup lumps which are distributed in the Northeastern and Northern regions and to study the impact of using cup lumps to produce block rubber. A detection of coagulant's concentration by ion chromatography found that 25% of the samples were composed of formate ions and 50% of the samples were composed of sulfate ions ranging from 17.89 to 93.46% and 36.17 to 99.74% by weight respectively. As coagulants, formate ions mixed with chloride ions and sulfate ions mixed with chloride ions were found to be 18.75% and 6.25% of the samples detected respectively. In addition, the cup lumps by coagulating with various acids to produce block rubber showed that the physical properties of formic acid-coagulated were comparable to STR 5. The blocked rubber by containing adulterants found that the properties of initial plasticity, plasticity retention index and Mooney viscosity were lower grade than that of STR 20 standard.

Keywords: cup lump; adulterants; block rubber

* Corresponding author: buncha.s@psu.ac.th

บทนำ

ยางก้อนถ้วย (cup lump) เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการผลิตยางแท่งและยางเครป โดยมีปริมาณการผลิต 1.49 ล้านตัน หรือคิดเป็น 32% ของปริมาณการผลิตวัตถุดิบยางทั้งประเทศ (การยางแห่งประเทศไทย, 2564) ส่วนมากผลิตทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือคิดเป็น 80% เมื่อเทียบกับทุกภาคของประเทศ ยางก้อนถ้วยได้จากการจับตัวของน้ำยางในถ้วย รูปร่างของยางจึงเป็นไปตามลักษณะบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กและใหญ่ปริมาตรและน้ำหนักไม่แน่นอนตั้งแต่ 40 กรัม จนถึง 800 กรัม (ปริดีเปรม, 2556) ในการผลิตยางก้อนถ้วยมีทั้งใช้กรดในการจับตัวหรือไม่ใช้กรดจับตัว ยางก้อนถ้วยที่ไม่ใช้กรดจะจับตัวไม่สมบูรณ์และใช้ระยะเวลาในยางจึงเกิดการบูดเน่าเกิดฟองอากาศ และรูพรุนในก้อนยาง ส่งผลให้ความอ่อนตัวเริ่มแรก และความหนืดต่ำ นอกจากนี้สมบัติทางกายภาพต่ำกว่าการใช้กรดจับตัวยางและเกิดกลิ่นเหม็น เนื่องจากการจับตัวเองเนื่อยางและน้ำเซรุ่มยังคงอยู่ปะปนกัน ทำให้โปรตีนที่อยู่ในชั้นของอนุภาคยางและชั้นของน้ำเซรุ่มซึ่งมีองค์ประกอบของกำมะถันทำปฏิกิริยากับจุลินทรีย์เกิดการสลายตัวเป็นแก๊สไข่เน่าหรือไฮโดรเจนซัลไฟด์และเมอร์แคปแทนที่มีกลิ่นเหม็น ขณะที่ยางจับตัวด้วยกรดมีการแยกน้ำเซรุ่มออกจากเนื่อยางโดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนที่อยู่ในน้ำเซรุ่มมีปริมาณมากกว่าโปรตีนที่อยู่ในอนุภาคยาง กลิ่นที่เกิดขึ้นจึงเหม็นน้อยกว่า ยางก้อนถ้วยคุณภาพดีจะสามารถผลิตได้ยางแท่งคุณภาพดีด้วย (ปริดีเปรม, 2557)

ตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง แนะนำให้ใช้กรดฟอร์มิคเป็นสารจับตัว เกรดทางการค้ามีความเข้มข้น 94% มี pH 1 เป็นกรดอินทรีย์ที่สลายตัวง่าย ไม่ตกค้างในผลิตภัณฑ์ ทำให้ยางมีความยืดหยุ่นดี (ปริดีเปรม, 2556) แต่มีผู้ประกอบการผลิตสารจับตัวยางที่ผสมสารปลอมปนชนิดต่าง ๆ ลงในน้ำยาง ในปี พ.ศ. 2564 การยางแห่งประเทศไทยได้รับหนังสือร้องเรียนจากสมาคมยางพาราไทยจากที่ผู้ไม่หวังดีใช้สารปลอมปนและใส่สิ่งปนเปื้อนเติมลงในน้ำยาง ยางก้อนถ้วยหรือวัตถุดิบยางธรรมชาติ ในหลายพื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาสารปลอมปนในยางก้อนถ้วยมีลักษณะเป็นยางก้อนผสมแอมโมเนียผ่านการหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ปะปนอยู่ด้านในของยางก้อนหรือยางก้อนถ้วยซึ่งยากต่อการตรวจสอบ และระบาดเป็นวงกว้างในกลุ่มประมุขยางทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ได้แก่ จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย และจังหวัดอุดรธานี นอกจากนี้ยังพบการใช้ฟอร์มาลินที่เป็นสารปลอมปนรักษาสภาพน้ำยางสดก่อนส่งมอบยังโรงงานน้ำยางข้นหรือยางแผ่น พบยางตายหรือยางผสมสารเคมีที่หลีกเลี่ยงการทำโม่ยางผลิตหมอนยางพารา พบสิ่งปนเปื้อนทั้งดิน ทราย ปูนซีเมนต์ กากน้ำตาล และยังพบสารจับตัวยางที่ไม่เหมาะสมชนิดกรดอินทรีย์ เช่น กรดซัลฟิวริก และเกลือคลอไรด์ ในการจับตัวยางก้อนถ้วยอีกด้วย (สมาคมยางพาราไทย, 2564) ที่ผ่านมามีปี พ.ศ. 2556 สถาบันวิจัยยาง (เดิม) เคยได้รับข้อร้องเรียนจากสมาคมยางพาราไทยเช่นกัน เรื่องยางก้อนถ้วยที่ผลิตทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่ได้คุณภาพ ทำให้ผู้ผลิตยางล้อไม่รับซื้อเนื่องจากพบการใช้กรดซัลฟิวริกเป็นสารจับตัวตกค้างในผลิตภัณฑ์ จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้ยางเหนียวคล้ำจากปริมาณซัลเฟต และส่งผลต่อการเหนียวติดระหว่างการเคลือบเส้นลวดกับยาง และปัญหาการไม่เชื่อมต่อของข้อต่อระหว่างจุกลมยางในการประกอบเป็นยางล้อกับยางธรรมชาติ ปัญหาดังกล่าวปริดีเปรม (2556) จึงได้จัดทำคู่มือการผลิตยางก้อนถ้วยคุณภาพดีเพื่อให้เกษตรกรนำไปปฏิบัติ และได้จัดทำหลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตยางเครปจากยางก้อนถ้วยคุณภาพดีผลักดันเป็นมาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ. 5907-2556) การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับผลิตน้ำยางสด (มกษ. 5908-2562) และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับผลิตยางก้อนถ้วย (มกษ. 5910-2563) เป็นมาตรฐานด้านยางพาราไม่บังคับ ประกาศเพื่อส่งเสริมสินค้าเกษตรให้ได้มาตรฐาน

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบองค์ประกอบของสารปลอมปนแต่ละชนิดที่วางจำหน่ายในท้องตลาดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ศึกษาสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์ของยางแท่งที่มีการใช้สารปลอมปนในยางก้อนถ้วย พร้อมกับเสนอแนวทางในการกำหนดมาตรการการป้องกันการใส่สารปลอมปนในการผลิตยางก้อนถ้วยที่ส่งผลกระทบต่อโรงงานยางแท่ง ที่สร้างความเสียหายร้ายแรงต่อวงการอุตสาหกรรมยางไทยและของโลก

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ ด้วยการสุ่มตัวอย่างสารจับตัวอย่างที่ทำนายทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ จำนวน 60 ตัวอย่าง โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอน รายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1) สุ่มตัวอย่างสารจับตัวแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 50 ชนิด จากจำนวน 60 ตัวอย่าง ทดสอบแบบเร่งด่วน (Test Kit) โดยตรวจสอบกรดอินทรีย์ด้วยเงินเขียนไวโอเลต ตรวจสอบการปลอมปนของซัลเฟตด้วยสารละลายแบเรียมคลอไรด์ เข้มข้น 1% (ดัดแปลงจาก ISO 2480:1972) ตรวจสอบการปลอมปนของเกลือคลอไรด์ ด้วยสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต เข้มข้น 1% (ดัดแปลงจาก ISO 2479:1972) และตรวจสอบค่า pH ด้วยกระดาษลิตมัส โดยเทียบสีที่ได้กับตัวอย่างแถบสีบนกล่อง

ขั้นตอนที่ 2) สุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงของสารจับตัวจำนวน 16 ชนิด ด้วยการคัดเลือกสารจับตัวที่มีองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ กรดอนินทรีย์ และเกลือคลอไรด์ จาก 60 ชนิด วิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของไอออนฟอร์มเมต (HCOO^-) ไอออนซัลเฟต (SO_4^{2-}) และไอออนคลอไรด์ (Cl^-) ด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี

ขั้นตอนที่ 3) นำน้ำยางสดพันธุ์ RRIM 600 ชุดเดียวกันจากแปลงเกษตรกร อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2563 จับตัวเป็นยางก้อนถ้วยที่มีองค์ประกอบของสารจับตัวต่าง ๆ จำนวน 5 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ประกอบด้วย 1) กรดฟอร์มิก 2) กรดซัลฟิวริก 3) เกลือแคลเซียมคลอไรด์ 4) กรดฟอร์มิกผสมเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 5) กรดซัลฟิวริกผสมเกลือคลอไรด์ เกรดจำหน่ายทางการค้า ใช้อัตราสารจับตัวยางก้อนถ้วยตามฉลากที่ระบุ ผลิตเป็นยางเครปแล้วนำเข้าเครื่องตัดฝอย (Shredder) เข้าเครื่องอบในโรงงานยางแท่ง กองจัดการโรงงาน 4 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ได้แก่ ปริมาณสิ่งสกปรก (Dirt) ปริมาณเถ้า (Ash) ปริมาณความชื้น (Volatile Matter, VM) ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณความอ่อนตัวเริ่มแรก (Initial Plasticity, Po) ดัชนีความอ่อนตัว (Plasticity Retention Index, PRI) และความหนืดมูนี (Mooney Viscosity, Vr) ทำการเปรียบเทียบสมบัติยางเครปที่ผลิตได้ตามมาตรฐานยางแท่ง STR5 STR10 และ STR20 (สถาบันวิจัยยาง, 2554)

ขั้นตอนที่ 4) เสนอมาตรการในการควบคุมสารจับตัวที่ไม่ใช่กรดฟอร์มิกในการทำยางก้อนถ้วย

ดำเนินการศึกษาระหว่างปี 2563 – 2564 ณ กองจัดการโรงงาน 4 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ นอกจากนี้ได้ประชุมกลุ่มย่อยเพื่อกำหนดมาตรการการป้องกันการใส่สารปลอมปนในการผลิตยางก้อนถ้วยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของยาง

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการตรวจสอบซัลเฟต เกลือคลอไรด์ และ pH ในสารจับตัวแบบ Test Kit

จากการสุ่มตัวอย่างสารจับตัว จำนวน 50 ตัวอย่าง ในรูปสารละลายบรรจุทั้งในขวดพลาสติก ขวดแก้ว และแกลลอน มีปริมาตรตั้งแต่ 750 มล. จนถึง 5 ลิตร พบว่าสารจับตัวบางยี่ห้อใช้สัญลักษณ์เดียวกัน แต่สีของสารละลายแตกต่างกัน มีตั้งแต่ใสไม่มีสี สีเหลืองอ่อน สีเหลืองเข้ม สีดำ เป็นต้น สำหรับข้อความที่ระบุบนฉลากพบว่า ได้ระบุในการทำยางก้อนถ้วยบ้าง ยางแผ่นบ้าง มีทั้งระบุและไม่ระบุวิธีการใช้งาน มีทั้งใช้โดยตรงด้วยการจับตัวโดยไม่ต้องผสมน้ำและต้องเจือจาง สารจับตัวทั้งหมดจะไม่ระบุชนิดและความเข้มข้นของสาร ไม่ระบุวันเดือนปีที่ผลิต และวันหมดอายุ ยกเว้นกรดฟอร์มิก ที่ระบุชื่อว่า “ฟอร์มิก” และจากการศึกษาพบว่ามีเพียง 1 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 2% เท่านั้นที่มีรายละเอียดต่าง ๆ ระบุบนฉลากอย่างชัดเจน เช่น สูตรทางเคมี ความเข้มข้นของสาร ผู้ผลิต วันเดือนปีที่ผลิต

ผลจากการใช้สารละลายเงินเขียนไวโอเลตเพื่อตรวจสอบว่าสารจับตัวใดเป็นกรดอินทรีย์ การศึกษาพบว่าเป็นกรดอินทรีย์ที่เป็นชนิดกรดฟอร์มิกบริสุทธิ์เพียง 11 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 22% ของตัวอย่างที่ตรวจพบ และเมื่อตรวจสอบองค์ประกอบของซัลเฟตด้วยสารละลายแบเรียมคลอไรด์ พบการตกตะกอนของแบเรียมซัลเฟตสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของสารละลายจากใสเป็นสีขาวขุ่น จำนวน 17 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 34% ของตัวอย่างที่ตรวจพบ และตรวจสอบการปลอมปนของเกลือคลอไรด์ด้วยสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต พบการตกตะกอนของซิลเวอร์คลอไรด์สังเกตจากการเปลี่ยนสีของสารละลายจากใสเป็นสีขาวขุ่น ตรวจสอบการปลอมปนของกรดอินทรีย์ผสมกับเกลือคลอไรด์พบจำนวน 5 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 10% ของตัวอย่างที่ตรวจพบ และสารปลอมปนของกรดซัลฟิวริกผสม

กับเกลือคลอไรด์พบจำนวน 17 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 34% ของตัวอย่างที่ตรวจพบ และจากการตรวจสอบค่า pH ของสารจับตัวพบว่า ส่วนใหญ่มี pH เท่ากับ 1 ซึ่งเป็นกรดแก่ คิดเป็น 88% ของตัวอย่างที่ตรวจพบ (Table 1) แสดงให้เห็นว่าสารจับตัวส่วนใหญ่เป็นสาร ปอลอมปนทั้งในส่วนของการดอไนทรีที่มีทั้งเกลือซัลเฟตและเกลือคลอไรด์ คิดเป็น 78% ของตัวอย่างที่ตรวจพบ สอดคล้องกับการศึกษา ของปรีดีเปรม (2555) พบว่าสารจับตัวที่จำหน่ายในท้องตลาดมักเป็นสารปอลอมปนที่เป็นกรดอนินทรีย์มากกว่าเป็นกรดอินทรีย์ โดย การศึกษาในครั้งนี้เนื่องจากมีผู้ประกอบการผลิตสารจับตัวเป็นจำนวนมากหลายยี่ห้อ โดยไม่คำนึงถึงผลเสียของผู้ปฏิบัติงานและ สิ่งแวดล้อม จากการตรวจสอบผู้ใช้งานพบว่า หากใช้สารจับตัวที่เป็นกรดซัลฟิวริกจะปวดแสบร้อนบริเวณผิวหนังและหน้ายางเกิดความ เสียหายเป็นรอยคล้ำจากไอกรดที่เปลี่ยนจากซัลเฟตเป็นซัลไฟด์ สอดคล้องกับการศึกษาของนิคม และสมเกียรติ (2558) พบว่า pH ของ น้ำเซรั่มที่ได้จากการจับตัวเมื่อเกษตรกรสัมผัสจะเกิดอันตรายต่อผิวหนังและต่อเนื้อเยื่อบริเวณหน้ายางหากใช้ในระยะเวลา และด้วยสาร ปอลอมปนชนิดกรดซัลฟิวริกและเกลือแคลเซียมคลอไรด์มีราคาถูกกว่ากรดฟอสฟอริกหลายเท่าตัว ระยะเวลาการจับตัวได้เร็วกว่า แต่เนื้อ ของยางก้อนถ้วยจะแข็งกระด้าง ผิวหน้าก้อนยางเหนียวคล้ำ โดยเฉพาะยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยเกลือแคลเซียมคลอไรด์ เนื้อยาง จะขาดง่าย

Table 1 The results of sulfates, chloride salts, and pH in various coagulants

No.	Trade name	Sulphate		Chloride salt		pH	Detection Results
		ND	D	ND	D		
1	VF	✓			✓	1	Inorganic acid
2	K-pruek		✓		✓	1	Inorganic acid
3	79		✓		✓	1	Inorganic acid
4	Suea-N		✓		✓	1	Inorganic acid
5	Sing-S		✓		✓	1	Inorganic acid
6	S-sufon		✓	✓		1	Inorganic acid
7	DF	✓		✓		3	organic acid
8	M-Formic	✓			✓	1	Inorganic acid
9	S-Suea A		✓	✓		1	Inorganic acid
10	S-toh		✓		✓	1	Inorganic acid
11	K-thong		✓		✓	3	Inorganic acid
12	Kolt-C		✓		✓	6	Inorganic acid
13	Phae		✓	✓		1	Inorganic acid
14	Hua-C		✓		✓	1	Inorganic acid
15	Ton-yang-KLL		✓	✓		1	Inorganic acid
16	Chang-K		✓		✓	1	Inorganic acid
17	RK	✓			✓	2	Inorganic acid
18	Suea-K		✓	✓		1	Inorganic acid
19	MT-singtoh		✓	✓		1	Inorganic acid
20	Hua-S		✓	✓		1	Inorganic acid
21	ST		✓	✓		1	Inorganic acid
22	RAT		✓	✓		1	Inorganic acid

Table 1 The results of sulfates, chloride salts, and pH in various coagulants (continue)

No.	Trade name	Sulphate		Chloride salt		pH	Detection Results
		ND	D	ND	D		
23	SKCL-k		✓	✓		1	Inorganic acid
24	S-Suea B		✓	✓		1	Inorganic acid
25	SKCL-o		✓	✓		1	Inorganic acid
26	PD		✓	✓		1	Inorganic acid
27	MD-Formic	✓		✓		1	organic acid
28	DD	✓		✓		1	organic acid
29	PMK	✓			✓	4	Inorganic acid
30	BASF	✓		✓		1	organic acid
31	Sumaree	✓		✓		1	organic acid
32	SUEA-sai		✓	✓		1	Inorganic acid
33	Pnak		✓		✓	4	Inorganic acid
34	Dkaew		✓		✓	1	Inorganic acid
35	Mmai		✓		✓	1	Inorganic acid
36	SF Sing-Khu		✓	✓		1	Inorganic acid
37	SUEA	✓			✓	1	Inorganic acid
38	MD	✓		✓		1	organic acid
39	PAT		✓		✓	1	Inorganic acid
40	SKu		✓		✓	1	Inorganic acid
41	NID	✓		✓		1	organic acid
42	KH	✓		✓		1	organic acid
43	SMT		✓	✓		1	Inorganic acid
44	SMK		✓	✓		1	Inorganic acid
45	DCCS		✓		✓	1	Inorganic acid
46	SFmic	✓		✓		1	organic acid
47	SMan	✓		✓		1	organic acid
48	BD	✓		✓		1	organic acid
49	DJD		✓		✓	1	Inorganic acid
50	CKu		✓		✓	1	Inorganic acid

Remark: ND = not detected, D = detected

ผลการตรวจสอบปริมาณความเข้มข้นของไอออนฟอร์มเมต ไอออนซัลเฟต ไอออนคลอไรด์ ด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี

จากการสุ่มตัวอย่างสารจับตัวอย่างแบบเจาะจงจำนวน 16 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์เชิงปริมาณหาความเข้มข้นของฟอร์มเมต (HCOO⁻) ซัลเฟต (SO₄²⁻) และคลอไรด์ (Cl⁻) ด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีพบว่ามี 4 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 25% ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ ประกอบด้วยกรดฟอร์มิกเพียงชนิดเดียว ในจำนวนนี้มีเพียง 1 ตัวอย่าง มีความเข้มข้นของไอออนฟอร์มเมต 93.46%

ตรงตามฉลากที่ระบุ (ฉลากระบุ 94%) คือยี่ห้อ BASF ส่วน DD, DF และ RB มีความเข้มข้นของไอออนฟอर्मेट 17.89, 31.99 และ 54.35% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับยี่ห้อ BASF พบว่าระดับความเข้มข้นน้อยกว่าความเป็นจริง 37.23 – 80.97% ส่วนสารจับตัวที่เป็นกรดซัลฟิวริกพบ 8 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 50% ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ พบปริมาณไอออนซัลเฟตระหว่าง 36.17 – 99.74% โดยน้ำหนัก นอกจากนี้พบ 3 ตัวอย่างหรือคิดเป็น 18.75% ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบเป็นสารจับตัวที่ประกอบด้วยไอออนฟอर्मेटผสมไอออนคลอไรด์ และจำนวนที่เหลือ 1 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 6.25% ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบเป็นสารปลอมปนทั้งไอออนซัลเฟตผสมไอออนคลอไรด์ คือยี่ห้อ CH และจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดพบว่า 2 ตัวอย่างที่มีองค์ประกอบของเกลือคลอไรด์ ในปริมาณความเข้มข้นระหว่าง 30.78 – 36.78% โดยน้ำหนัก โดยยี่ห้อ RK จะมีกรดฟอรั่มิกผสมกับเกลือคลอไรด์ด้วย ส่วนยี่ห้อ HS จะมีเฉพาะเกลือคลอไรด์เพียงอย่างเดียว (Table 2) จากการศึกษาพบว่า ในการจับตัวควรให้ผู้จำหน่ายแสดงรายละเอียดปริมาณความเข้มข้นของกรดติดบนฉลาก เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาให้เกษตรกรใช้เป็นสารจับตัว เนื่องจากตรวจสอบพบว่า สารจับตัวมักใช้ชื่อยี่ห้อที่ใกล้เคียงกัน ตัวอย่างของ SF-A และ SF-B แต่เปลี่ยนสีของสารละลายให้มีสีที่แตกต่างกัน ซึ่งการผลิตสารจับตัวดังกล่าวควรคำนึงถึงผลกระทบต่อคุณภาพยาง ต่อผู้ปฏิบัติงานและต่อสิ่งแวดล้อม

Table 2 The concentration of formate ion (HCOO⁻) sulfate ion (SO₄²⁻) and chloride ion (Cl⁻) in coagulants were detected by ion chromatography technique

No.	Trade name	concentration (% by weight)		
		HCOO ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
1	RK	11.54	ND	30.78
2	RB	54.35	ND	ND
3	BASF	93.46	ND	ND
4	SF-A	ND	43.13	ND
5	SF-B	ND	47.88	ND
6	TYKL	ND	36.17	ND
7	CH	ND	40.96	0.95
8	NKL	0.68	ND	2.50
9	HKS	0.63	ND	2.38
10	SMT	ND	92.43	ND
11	PD	ND	99.74	ND
12	DHC	ND	37.64	ND
13	SUEA	ND	53.53	ND
14	DD	17.89	ND	ND
15	DF	31.99	ND	ND
16	HS	ND	ND	36.78

ผลการทดสอบสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์ของยางแท่งจากยางก้อนถ้วยที่ใช้สารจับตัวชนิดต่าง ๆ

การศึกษสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์ของยางแท่งจากยางก้อนถ้วยที่ใช้สารจับตัวชนิดต่าง ๆ จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย 1) กรดฟอรั่มิก 2) กรดซัลฟิวริก 3) เกลือแคลเซียมคลอไรด์ 4) กรดฟอรั่มิกผสมเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 5) กรดซัลฟิวริกผสมเกลือคลอไรด์ ระดับความเข้มข้นของสารจับตัวข้อ 1) เท่ากับ 0.6% ต่อน้ำหนักยางแท่ง ส่วนสารจับตัวข้อ 2) – 5) ใช้ตามคำแนะนำบนฉลาก

ผลการศึกษาพบว่า การใช้กรดฟอร์มิกอย่างเดี่ยวและควบคุมการผลิตตามมาตรฐาน GAP ได้สมบัติยางแห้งที่มีค่า Po และ PRI สูงกว่า ยางแห้งที่ได้จากยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยกรดซัลฟิวริกและเกลือคลอไรด์ ซึ่งยางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยสารทั้งสองชนิดนี้จะมีปริมาณ ความชื้นสูงกว่ายางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยฟอร์มิกจากการที่ซัลเฟตและเกลือดูดความชื้นจากอากาศ ยางก้อนถ้วยที่ใช้เกลือแคลเซียมคลอไรด์ในการจับตัวพบว่า ค่า Po ต่ำกว่า 30 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน STR 20 ซึ่งเป็นเกณฑ์ของยางแห้งที่มีคุณภาพต่ำสุด และค่า PRI ต่ำ กว่ายางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิก สอดคล้องกับพิศิษฐ์ และคณะ (2564) พบว่าการใช้กรดซัลฟิวริกเกินกว่าอัตราที่กำหนดส่งผล ต่อ PRI ที่ลดลง ความหนืดต่ำ นอกจากนี้การใช้เกลือคลอไรด์ จะทำให้ค่าความเสื่อมสภาพต่ำกว่าการใช้กรดฟอร์มิก 50% (Table 3) และสอดคล้องกับการศึกษาของปรีดีเปรม (2558) พบว่าเกลือแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียวมีผลกระทบต่อคุณภาพยาง ก้อนถ้วย ทำให้ยางแข็ง ค่าความหนืดสูง ยางเสื่อมสภาพเร็ว ผิวหน้าก้อนยางคล้ำเหนียวเยิ้ม ผู้ผลิตยางแห้งหลายแห่งประสบปัญหา คุณภาพยางไม่ได้มาตรฐานและสมบัติไม่สม่ำเสมอ ส่งผลต่อการนำยางแห้งไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะล้อยางพาหนะ อีกทั้งกลิ่น เหม็นจากน้ำเซรั่มตามจุดรวบรวมยางที่ส่งผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม (สมศักดิ์ และ อุทัยวรรณ, 2558) และจากกระบวนการ ผลิตยางแห้งที่ไม่ได้ควบคุมคุณภาพส่งผลให้ยางมีความแปรปรวนโดยเฉพาะค่าความหนืดมูนี่มักจะมีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาการจัดเก็บ ทำให้ยางแข็ง เนื่องจากโครงสร้างร่างแหในยางธรรมชาติที่เกิดจากโปรตีนและไขมัน ปลายสายโซ่ของโมเลกุลยางเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา การเก็บ (Storage Hardening) (Yunyouwattanakorn et al., 2003) ทำให้ยางมีความหนืดเพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบต่อการใช้งานยางแห้ง ไปทดผสมกับสารเคมีซึ่งต้องใช้ระยะเวลาการบดผสมนานขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น

Table 3 The chemical and physical properties of block rubber under various coagulants

Type of coagulants	Dirt ¹ , max ⁸ (%)	Ash ² , max (%)	Nitrogen ³ , max (%)	VM ⁴ , max (%)	Po ⁵ , min ⁹	PRI ⁶ , min	Vr ⁷ ML (1+4 100°C)
Standard STR 20	0.16	0.80	0.60	0.80	30.0	40.0	NS
Standard STR 10	0.08	0.60	0.60	0.80	30.0	50.0	NS
Standard STR 5	0.04	0.60	0.60	0.80	30.0	60.0	NS
Formic	0.011	0.32	0.34	0.40	44.7	82.0	80.7
Sulfuric	0.023	0.34	0.39	0.50	39.0	72.6	77.9
Calcium chloride	0.013	0.87	0.36	1.03	23.5	41.1	55.6
Formic + Calcium chloride	0.025	0.89	0.35	0.66	20.5	24.4	49.2
Sulfuric + Calcium chloride	0.028	0.37	0.45	0.49	29.5	69.5	61.5

Note: ¹Dirt means contamination in rubber. ²Ash means inorganic substances or fillers in rubber. ³Nitrogen means an estimate of the protein content. ⁴VM means the volatile-matter content. ⁵Po means initial plasticity using estimate the size of rubber molecules. ⁶PRI means plasticity retention index that indicates the ability to resist deterioration of rubber at high temperatures. ⁷Vr means Mooney viscosity which represents the molecular weight of rubber. ⁸Max and ⁹min mean maximum and minimum respectively.

สรุป

ประเทศไทยผลิตยางแห้งมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่งของโลก ทำให้การส่งเสริมการผลิตยางทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและ ภาคเหนือสอดคล้องกับความต้องการของตลาดโลก ยางก้อนถ้วยจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรที่นิยมผลิตจึงทำให้มีผู้จำหน่ายสารจับ ตัวถ้วยโอกาสหาช่องทางการจำหน่ายที่มักปลอมปนกรดซัลฟิวริกและเกลือคลอไรด์ ซึ่งยากที่จะควบคุมส่งผลกระทบเป็นวงกว้างต่อ อุตสาหกรรมยาง จากการศึกษาพบว่าสารจับตัวที่จำหน่ายเป็นกรดอินทรีย์มากกว่ากรดอินทรีย์ ดังนั้นในกระบวนการผลิตยางแห้งที่ใช้ ยางก้อนถ้วยเป็นวัตถุดิบมักทำให้เครื่องจักรได้รับความเสียหายจากการสึกกร่อนเนื่องจากกรดทำลายโครงสร้างของเครื่องจักร และเกิด กลิ่นเหม็นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไฮโดรเจนซัลไฟด์จากกระบวนการบ่มยางและจากการอบยางในขั้นตอนทำให้ยางแห้ง

นอกจากนี้เกิดน้ำเน่าเสียได้เร็วขึ้นและมักเกิดปัญหาร่องเรียนบ่อยครั้งทำให้ต้องถูกสั่งปิดโรงงานสาเหตุจากการใช้สารปลอมปนดังกล่าว จากผลการตรวจสอบปริมาณฟอร์เมต ซัลเฟต และคลอไรด์ด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีพบว่าจำนวนตัวอย่างของสารจับตัว ประกอบด้วยกรดซัลฟิวริกมากกว่าสารจับตัวที่เป็นกรดฟอร์มิก ทั้งนี้สารจับตัวยังมีการปลอมปนของกรดฟอร์มิกผสมกับเกลือคลอไรด์ และกรดซัลฟิวริกผสมกับเกลือคลอไรด์ ผลจากการนำยาก้อนถั่วที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิกตามมาตรฐาน GAP ผลิตยางแห้งพบว่า สมบัติทางเคมีและสมบัติทางฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานยางแห้ง STR 5 ส่วนยางแห้งที่มีการปลอมปนของเกลือซัลเฟตและเกลือคลอไรด์ จะมีสมบัติด้านความยืดหยุ่น ค่าเสื่อมสภาพ และความหนืดมูนี้ต่ำกว่ามาตรฐานยางแห้ง STR 20 ที่ถือว่าเป็นเกรดต่ำสุดของยางแห้ง

ข้อเสนอแนะหรือมาตรการในการควบคุมสารจับตัวยางที่ไม่ใช่กรดฟอร์มิกในการทำยางก้อนถั่ว

ฝ่ายอุตสาหกรรมยาง การยางแห่งประเทศไทย ได้แนะนำให้ใช้กรดฟอร์มิกเป็นสารจับตัวยางในการผลิตยางก้อนถั่วเนื่องจาก เป็นกรดอินทรีย์ สลายตัวง่าย ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ยางมีสมบัติทางกายภาพดี ปลอดภัยจากผู้ใช้ หน้ำยางไม่เกิดอาการเปลือกแห้ง และจากการที่มีผู้ประกอบการผลิตและจำหน่ายสารจับตัวยางมักผสมกรดซัลฟิวริกและเกลือคลอไรด์ในการผลิตยางก้อนถั่ว นั้น ได้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพยางแห้งที่จะนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ยางทุกชนิด โดยเฉพาะยางยานพาหนะที่มีปริมาณการผลิตจากยางแห้งมากที่สุด แนวทางหนึ่งในการควบคุมเพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตยางก้อนถั่วที่มีคุณภาพดี จึงขอเสนอมาตรการการควบคุมสารจับตัวยางที่ไม่ใช่กรดฟอร์มิก จำนวน 7 ข้อ รายละเอียดดังนี้

1. ปรับเงื่อนไขการใช้กรดในการจับตัวยางที่ไม่ใช่กรดฟอร์มิกหรือกรดอินทรีย์เป็น Major criteria ที่ไม่สามารถยอมรับได้ เพื่อเป็นนโยบายเร่งด่วนของการยางแห่งประเทศไทย โดยต้องกำหนดแผนระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว

2. เสนอให้การยางแห่งประเทศไทยหรือข้อกำหนดกับฝ่ายกฎหมาย เพื่อทำหน้าที่สื่อถึงคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภคด้านโฆษณา ด้านฉลาก และด้านสัญญา กำหนดให้สารจับตัวยางเป็นสินค้าควบคุมฉลากตามพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522 มาตรา 30 และหากคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภคด้านโฆษณา ด้านฉลาก และด้านสัญญา ได้พิจารณาแล้วว่าควรใช้กฎหมายทำการควบคุมจะออกตามมาตรา 31 กำหนดให้ผู้ใดผลิตสารจับตัวยางทุกชนิด จะต้องมีการรับรองคุณภาพสินค้า ระบุชื่อ สถานที่ผลิต องค์ประกอบทางเคมี ระดับความเข้มข้นของสารจับตัวชนิดนั้น ระบุปริมาณ วิธีใช้ วัน เดือน ปี ที่ผลิตและวันหมดอายุ ติดบนภาชนะอย่างชัดเจน

3. เสนอให้การยางแห่งประเทศไทยทำหน้าที่สื่อหรือกับกรมวิชาการเกษตร ในการดำเนินงานคู่ขนานเพื่อแก้ไขปัญหาในกรณีนี้ที่ผู้จำหน่ายสารจับตัวยางกระทำความผิดตามพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522 หรือข้อกำหนดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอำนาจหน้าที่ความรับผิดชอบของกรมวิชาการเกษตร

4. เสนอให้การยางแห่งประเทศไทยทำหน้าที่สื่อถึงสมาคมยางพาราไทย ขอความร่วมมือจากผู้ประกอบการยางแห้งเอสทีอาร์ 10 และ 20 ให้รับซื้อวัตถุดิบยางที่มีคุณภาพ และจะต้องมีมาตรการการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบอย่างชัดเจน โดยเฉพาะแนะนำให้เกษตรกรชาวสวนยางใช้กรดฟอร์มิกหรือกรดอินทรีย์ที่มีสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่าเป็นสารจับตัวและจะต้องไม่ใส่สิ่งปลอมปนใด ๆ ไม่ว่าจะเป็นเปลือกไม้ (ซีเปลือก) ยางตาย เกลือแคลเซียม น้ำหมักชีวภาพ น้ำส้มควันไม้ กรดซัลฟิวริก หรือกรดที่อ้างว่าชื่อทางการค้าว่า “กรดอินทรีย์ กรดชีวภาพ กรดออร์แกนิก” เป็นต้น

5. ให้การยางแห่งประเทศไทยเร่งประชาสัมพันธ์ ออกสื่อต่าง ๆ อาทิ สื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ วิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ รวมทั้งทำหน้าที่แจ้งเวียนหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐฯ และเอกชน ทำความเข้าใจกับทุกภาคส่วน เช่น สถาบันเกษตรกรหรือกลุ่มเกษตรกรชาวสวนยาง ให้ทราบถึงผลกระทบของสารจับตัวยางที่ไม่ใช่กรดฟอร์มิกอย่างเร่งด่วนและต่อเนื่อง เพื่อป้องกันผลเสียหายต่อคุณภาพยางของไทย

6. เสนอให้การยางแห่งประเทศไทยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ส่งเสริม สนับสนุน และกระตุ้นให้เกษตรกร กลุ่มเกษตรกร สถาบันเกษตรกร ผลิตยางก้อนถั่วคุณภาพดีตามมาตรฐาน GAP เพื่อผลิตยางที่มีคุณภาพ เพิ่มผลผลิต มีความปลอดภัย และคุ้มค่าต่อการลงทุน สามารถผลิตเป็นยางเครปเกรดพรีเมียม หรือยางแห้งคุณภาพสูง ที่สามารถยกระดับการผลิตตลอดห่วงการผลิสู่ความยั่งยืน และสากลสืบต่อไป

7. เสนอให้การยางแห่งประเทศไทย ปรับเปลี่ยนนโยบายการบริหารจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บเกี่ยวในการผลิตยางตามมาตรฐาน GAP เป็นนโยบายเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการเพื่อให้การขับเคลื่อนการผลิตยางที่มีคุณภาพ เกิดประสิทธิผลสูงสุดอย่างเป็นรูปธรรม

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลกระทบจากการใช้สารจับตัวในการผลิตยางก้อนถ้วย จึงควรศึกษายางก้อนถ้วยมาตรฐาน GAP ผลิตเป็นยางแท่งเกรดพรีเมียมในระดับเชิงอุตสาหกรรม โดยศึกษาเพิ่มเติมด้านสมบัติทางฟิสิกส์ เชิงกล และเชิงกลพลวัตของยางแท่งตามระยะการจัดเก็บ รวมทั้งต้นทุนการผลิตเพื่อเป็นการพัฒนาต่อยอดจากการศึกษาในครั้งนี้ สำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาให้กับผู้ประกอบการในการนำยางแท่งที่ไม่มีสารปลอมปนไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้โดยตรง เนื่องจากยางทั่วไปที่ไม่ได้ควบคุมคุณภาพ ค่าความหนืดมูนิจะไม่สามารถสม่ำเสมอและสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บนานขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณการยางแห่งประเทศไทยที่สนับสนุนการศึกษาวิจัยด้วยงบประมาณเงินกองทุนพัฒนายางพารา มาตรา 49(3)

เอกสารอ้างอิง

- การยางแห่งประเทศไทย. 2564. รายงานข้อมูลสถิติยางพาราของไทยและการพยากรณ์ประจำเดือนเมษายน 2564. ฝ่ายเศรษฐกิจยาง. กรุงเทพฯ; การยางแห่งประเทศไทย.
- นิคม ศรีหะมวงคล และสมเกียรติ กสิกรนันท์. 2558. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสารที่ใช้ผลิตยางก้อนถ้วยที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของยางก้อนถ้วย. วารสารแก่นเกษตร. 43 (ฉบับพิเศษ 1): 629-634.
- ปรีดีเปรม ทศนกุล. 2547. รายงานการตรวจคุณภาพยางแผ่นรมควันในโกดังเก็บยาง. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- ปรีดีเปรม ทศนกุล. 2555. มหันตภัยร้ายของเกลือแคลเซียมในการผลิตยางก้อนถ้วย. วารสารยางพารา. 33(2): 23-27.
- ปรีดีเปรม ทศนกุล. 2556. เอกสารคำแนะนำสำหรับชาวสวนยาง คู่มือการผลิตยางก้อนถ้วยคุณภาพดี. ฝ่ายวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยาง การยางแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- ปรีดีเปรม ทศนกุล. 2557. ปัจจัยที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพยางแท่งจากยางแห้ง. วารสารยางพารา. 35(2): 15-25.
- พิศิษฐ์ พิมพ์รัตน์, วรพงษ์ พูนสวัสดิ์ และกรรณิการ์ สหกะโร. 2564. ผลของการใช้กรดฟอร์มิกและกรดซัลฟิวริกเป็นสารจับตัวยางที่มีความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ ต่อสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ 20 สมบัติการคงรูปของยางคอมพาวนด์ และสมบัติเชิงกลของยางหลังคงรูป. วารสารยางพารา. 42(2): 11-23.
- สถาบันวิจัยยาง. 2554. การทดสอบตามมาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ ศิริวนารังสรรค์ และอุทัยวรรณ บุตรแพง. 2558. รูปแบบการจัดการปัญหาเหตุรำคาญเรื่องกลิ่นจากการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพประเภทการสะสมยางก้อนถ้วย. วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม. 18(1): 60-80.
- สมาคมยางพาราไทย. 2564. ปัญหาสิ่งปลอมปนและสารปลอมปนที่เติมในน้ำยาง ยางก้อนถ้วยหรือวัตถุดิบยางธรรมชาติ. ในบันทึกข้อความ. สงขลา.
- มกษ 5907-2561. การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตยางเครป.
- มกษ 5908-2562. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับยางพารา เล่ม 1 การผลิตน้ำยางสด.
- มกษ 5910-2563. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับยางพารา เล่ม 2 การผลิตยางก้อนถ้วย.
- ISO 2479:1972. Sodium chloride for industrial use — Determination of matter insoluble in water or in acid and preparation of principal solutions for other determinations.

ISO 2480:1972. Sodium chloride for industrial use — Determination of sulphate content — Barium sulphate gravimetric method.

Yunyongwattanakorn, J., Y. Tanaka, S. Kawahara, and W. Klinklai. 2003. Study the effect of proteins and fatty acids on storage hardening and gel formation under various conditions during accelerated storage of various kinds of natural rubber. *Rubber Chemistry Technology*. 76: 1228-1240.