บทที่ 1
บทนำ

1.1 ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

1.1.1 ยางธรรมชาติ คำว่ายาง (rubber) นั้นพริสเลย์ (Joseph Priestly) เป็นผู้ตั้งขึ้น ทั้งนี้เพราะเขาสังเกตเห็นสมบัติในการลบ (rub out) รอยดินสอได้ ในปัจจุบันยางหมายถึงสารที่มีความยืดหยุ่นซึ่งได้มาจากต้นยางพารา (Hevea brasiliensis) โดยเมื่อกรีดต้นยางจะได้น้ำยาง (latex) ซึ่งต้องรักษาสภาพการเป็นน้ำยางด้วยการเติมแอมโมเนียปริมาณน้อย (0.2%) กรองนำไปทำเป็นน้ำยางเข้มข้น (concentrated latex) แล้วเติมสารรักษาสภาพเพื่อกันไม่ให้น้ำยางเสียหรือมีเนื้อยางตกตะกอนขณะที่ส่งน้ำยางไปผลิตยางแผ่นหรือผลิตภัณฑ์ยางต่าง ๆ ต่อไป

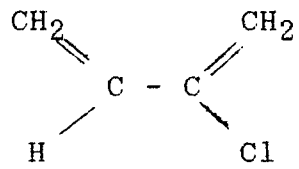
ยางธรรมชาติเป็นพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (50,000-3,000,000) ซึ่งโครงสร้างทั่วๆไปเป็นแบบซิส (cis-) คือหมู่เมทิลีน (CH_2) สองหมู่อยู่ในหน่วยของไอโซพรีนจัดเป็นซิส-ไอโซพรีน ดังนั้นยางจากต้นยาง Hevea ก็คือพอลิซิส-ไอโซพรีน (polycis-isoprene) โดยยางจากต้นยางบางชนิดเช่นต้น Gutta-Percha และต้น Balata นั้นจะเป็น พอลิทรานส์-ไอโซพรีน (polytrane-isoprene) โครงสร้างของไอโซเมอร์ทั้งสองแสดงไว้ในรูปที่ 1.1

ก. ซิส-ไอโซพรีน ข. ทรานส์-ไอโซพรีน

รูปที่ 1.1 ก. ซิส-ไอโซพรีน ข. ทรานส์-ไอโซพรีน

กระบวนการที่ต้นยางสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีรูปทรงเรขาคณิตดังกล่าวยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่จากการศึกษาค้นคว้าและวิจัยสามารถเชื่อได้ว่าสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น่าจะเป็นกรดอะซิติก (CH_3COOH) นักเคมีหลายท่านได้ทำการสังเคราะห์สารที่มีสูตรโครงสร้างและมีสมบัติเหมือนยางด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยพยายามเลียนแบบสภาวะที่เหมือนสภาพแวดล้อมในต้นยาง จนกระทั่งปี ค.ศ.1955 นักวิทยาศาสตร์ก็ประสบความสำเร็จ โดยสามารถสังเคราะห์ยางจากไอโซพรีน-โมโนเมอร์ โดยมีสารเร่งปฏิกิริยาเพื่อทำให้เกิดพอลิเมอร์ไรเซชัน

1.1.2 ยางสังเคราะห์ เนื่องจากยางธรรมชาติ คือ ซิสพอลิไอโซพรีนทนทานต่อสารเคมีบางอย่าง เช่น น้ำมัน และด่างได้ไม่ดี จึงได้มีการผลิตยางสังเคราะห์ เช่น พอลิซิส-คลอโรพรีน ซึ่งทนทานต่อสารเคมีได้ดีกว่าขึ้นใช้แทน โดยสังเคราะห์คลอโรพรีน โมโนเมอร์ได้จากการให้ไอโซพรีนทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก โครงสร้างของซิส-คลอโรพรีน แสดงไว้ในรูปที่ 1.2

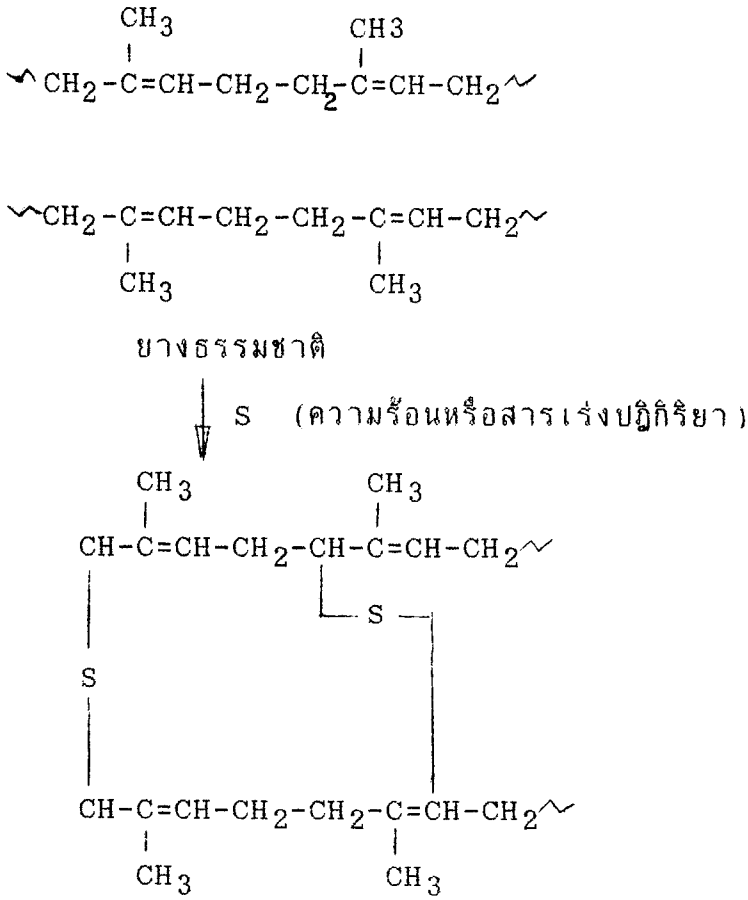


รูปที่ 1.2 ซิส-คลอโรพรีน

1.2 การทำวัลคาไนเซชัน (Vulcanization)

เนื่องจากโมเลกุลของยางธรรมชาติไม่มีการเชื่อมโยงกันเพื่อเกิดเป็นโครงสร้างของโมเลกุล จึงทำให้ยางมีสมบัติเป็นเทอร์โมพลาสติก กล่าวคือมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ง่าย เช่น เมื่อได้รับความร้อนก็จะมีสภาพอ่อนนุ่มและเหนียวเหนอะหนะ แต่พอถูกความเย็นจะเปลี่ยนเป็นแข็งเปราะและแตกง่าย ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้เท่าที่ควร ในปี ค.ศ. 1834 กูดเยียร์ (Charles Goodyear)

นักประดิษฐ์ชาวอเมริกันได้ค้นพบวิธีทำให้ยางมีสมบัติดีขึ้นกว่าเดิม วิธีการดังกล่าวมีชื่อว่า วัลคาไนเซชัน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลของยาง โดยสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การให้ความร้อน การใช้แสงหรือการเติมสารเคมีอันได้แก่กำมะถันหรือสารที่มีกำมะถัน ผลของการเกิดวัลคาไนเซชันจะทำให้ยางมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น มีความยืดหยุ่นเพิ่ม ทนความร้อนได้ที่อุณหภูมิสูงพอสมควรโดยไม่อ่อนตัว มีความยืดหยุ่นมากขึ้นที่อุณหภูมิต่ำ อันเป็นสาเหตุที่ทำให้ความเปราะลดลง ทั้งนี้เพราะมีพันธะซัลเฟอร์เกิดขึ้นดังสมการ



ยางที่ถูกวัลคาไนซ์

1.3 **น้ำยางสด** หมายถึงน้ำยางที่กรีดได้จากต้นยางพารา (Hevea brasiliensis) มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวคล้ายนม มีความหนาแน่นในช่วง 0.975-0.98 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในช่วง 6.5-8.0 โกศล (2528) รายงานส่วนประกอบน้ำยางธรรมชาติไว้ดังนี้

	ร้อยละ
ของแข็งทั้งหมด	22-48
เนื้อยางแห้ง	20-45
โปรตีน	1.5
เรซิน	2.0
คาร์โบไฮเดรต	1.0
สารอนินทรีย์	0.5

เนื่องจากน้ำยางมีน้ำตาลซึ่งเป็นอาหารของบักเตรีและยีสต์ ดังนั้นทันทีที่น้ำยางไหลออกจากต้นยาง บักเตรีทั้งที่อยู่ในอากาศ บนรอยกรีดยาง ที่เปลือกต้นยาง และในถ้วยรับน้ำยางจะปะปนกับน้ำยาง เมื่อบักเตรีใช้น้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสเป็นอาหารจะทำให้น้ำตาลสลายตัวให้กรดไขมันระเหยได้ อันได้แก่ กรดฟอร์มิก อะซิติก และโปรปิโอนิก นอกจากนี้ไลปิดในน้ำยางยังถูกไฮโดรไลซ์ให้กรดไขมันอีกด้วย น้ำยางสดที่ไหลออกจากรอยกรีดซึ่งมีสภาพะเดิมเป็นด่างจะถูกเปลี่ยนสภาพะเป็นกรด หากไม่มีการเติมสารรักษาสภาพ (preservatives) สภาวะเป็นกรดจะทำลายชั้นโปรตีนที่ห่อหุ้มอนุภาคยางอยู่ ทำให้น้ำยางเสียความคงสภาพะเป็นของเหลว โดยจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นแล้วจับตัวเป็นเม็ดเล็กๆที่ชาวบ้านเรียก "เม็ดพริก" และเกิดการบูดเน่าภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมงหลังจากไหลออกจากต้นยาง การจับตัวดังกล่าวเรียกการจับตัวที่เกิดตามธรรมชาติ (natural or spontaneous coagulation) ซึ่ง จะเกิดช้าหรือเร็วเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่นสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ สมบัติความคงตัวของน้ำยางแต่ละพันธุ์ เป็นต้น นอกจากนี้กรดไขมันที่เกิดขึ้นในน้ำยางอาจเข้าไปแทนที่โปรตีนที่หุ้มห่ออนุภาคยาง และอาจทำปฏิกิริยากับโลหะไอออน เช่น แคลเซียมไอออนและแมกนีเซียมไอออน เป็นเหตุให้น้ำยางเสียสภาพะการเป็นของเหลว

และจับตัวเป็นก้อน เมื่อน้ำยางเสียสภาพเป็นของเหลวแล้ว จะเกิดการแยกส่วนเป็นก้อนโคแอกกูลัมกับส่วนที่เป็นน้ำคือเซรุ่มและมีกลิ่นบูดเน่า ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้น้ำยางจับตัวเป็นก้อนโดยให้อยู่ในสภาพของเหลวตามเวลาที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องเติมสารเคมีรักษาสภาพ ทั้งในน้ำยางสดและน้ำยางเข้มข้นด้วยปริมาณที่เหมาะสม

สเทอร์น(Stern,1967)รายงานไว้ว่าน้ำยางสดมีเนื้อยางซึ่งเป็นไฮโดรคาร์บอน 35.62% มีเรซิน 1.65% มีโปรตีน 2.03% มีเถ้า 0.70% มีน้ำตาล 0.34% และมีน้ำ 59.62% ทั้งนี้ยังมีโลหะอยู่ทั้งหมดประมาณ 1,000 ppm โบล(Blow, 1982) ได้รายงานองค์ประกอบของยางว่ามีปริมาณเถ้า 0.5-0.6% โดยมี N_2 อยู่ 0.6% วิลท์ไชร์(Wiltshire, 1934) และรีซิง (Resing, 1955) ได้เคยรายงานไว้ว่าปริมาณโลหะในน้ำยางที่แตกต่างกันนั้น เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ อันได้แก่ พันธุ์ของยาง ฤดูการกรีดยาง สภาพดินที่ปลูกยางและปุ๋ยที่ใช้เป็นต้น ทั้งนี้ผลชิต(2531) ได้รายงานไว้ด้วยว่า อายุของต้นยางและวิธีการกรีดยางก็มีผลทำให้เกิดความแปรปรวนในส่วนประกอบต่าง ๆ ของน้ำยางได้ด้วยเช่นกัน เช่นปริมาณเนื้อยางอาจแปรปรวนตั้งแต่ 25 ไปจนถึง 45% เป็นต้น ชิว (Cheaw, 2531) ได้รายงานปริมาณโลหะในยางดิบของประเทศมาเลเซียไว้ว่ามี N_2 = 1.72%, P = 0.19%, K = 0.59% และ Ca = 37 ppm

อาจแบ่งส่วนประกอบของน้ำยางสดออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ดังนี้คือ

1.3.1 ส่วนที่เป็นเนื้อยาง ได้แก่ ไฮโดรคาร์บอนซึ่งประกอบด้วยหน่วยของไอโซพรีนที่เชื่อมต่อกันประมาณ 2,000-5,000 หน่วยต่อ 1 โมเลกุล

1.3.2 ส่วนที่ไม่ใช่ยาง ประกอบด้วยสารหลายชนิด ได้แก่ น้ำตาล โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ คาโรทีนอยด์ และเอนไซม์ โดยโปรตีนและไขมันส่วนใหญ่จะดูดซับอยู่บนผิวของอนุภาคยาง จึงทำหน้าที่ห่อหุ้มอนุภาคยางไว้ เป็นการช่วยรักษาสภาพความคงตัวของน้ำยางขณะที่อยู่ในท่อน้ำยาง

1.4 การรักษาสภาพน้ำยางสด น้ำยางมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบ โดยส่วนหนึ่งของโปรตีนถูกดูดซับอยู่บนผิวของอนุภาคยาง จึงทำหน้าที่เป็นชั้นห่อหุ้มอนุภาคยางไว้ เป็นการป้องกันไม่ให้แต่ละอนุภาคยางรวมตัวกัน และสถานะความคงเป็นของเหลวของน้ำยาง ยังเนื่องมาจากประจุไฟฟ้าลบรอบๆอนุภาคยาง ซึ่งก่อให้เกิดแรงผลักระหว่างอนุภาค เป็นการช่วยรักษาสถานะการกระจัดกระจายของอนุภาค ทำให้น้ำยางคงสถานะเป็นของเหลว ถ้าประจุไฟฟ้าลบลดลง อนุภาคยางจะรวมกัน ทำให้อนุภาคยางมีขนาดใหญ่ขึ้น เป็นเหตุให้การเคลื่อนไหวลดลง จนที่สุดจะจับกันเป็นก้อน โดยปกติเมื่อต้องการนำน้ำยางสดไปผลิตน้ำยางข้น มักเก็บน้ำยางสดไว้ 1 คืน เพื่อให้สิ่งสกปรกในน้ำยางตกตะกอนลงก้นถัง ปริมาณสารเคมีที่ใช้รักษาน้ำยางสดที่จะนำไปผลิตน้ำยางเข้มข้น จึงควรเติมในปริมาณที่พอจะรักษาสภาพน้ำยางสดได้นานกว่า 1 วัน

1.5 สารเคมีรักษาสภาพน้ำยาง สารเคมีที่ใช้เพื่อรักษาความคงสถานะเป็นของเหลวของน้ำยางควรมีสมบัติดังนี้

1.5.1 สามารถทำลายหรือกีดขวางปฏิกิริยาของบักเตรีได้

1.5.2 ส่งเสริมสถานะการเป็นสารคอลลอยด์ของน้ำยาง โดยการเพิ่มประจุลบและเพิ่มพลังงานที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคยางกับส่วนที่เป็นน้ำ(rubber-water interface) และเนื่องจากขณะที่น้ำยางไหลออกจากต้น ชั้นของโปรตีนที่ห่อหุ้มอนุภาคยางมีฤทธิ์เป็นด่าง ดังนั้นสารที่ใช้รักษาสภาพน้ำยางจึงควรเพิ่ม pH ให้กับน้ำยาง นั่นคือควรมีฤทธิ์เป็นด่าง

1.5.3 ทำให้ไอออนของโลหะหนักไม่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา โดยการขัดขวางการเกิดปฏิกิริยา หรือโดยการทำให้เกิดการตกตะกอนเป็นเกลือที่ไม่ละลายในน้ำ เหตุผลที่ต้องการให้โลหะไอออนไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยามีอยู่ 2 ประการด้วยกัน ประการแรกโลหะไอออนเป็นตัวการสำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นต้นเหตุให้อนุภาคยางจับกันเอง และประการที่สองไอออนดังกล่าวโดยเฉพาะแมกนีเซียมไอออนเป็นเหตุให้เกิดการเสียสภาพของน้ำยาง

1.5.4 ไม่เป็นพิษต่อทั้งมนุษย์และเนื้อยาง และไม่ทำให้สีของเนื้อยางหรือสีของยางที่แห้งแล้วเปลี่ยนแปลง กลิ่นไม่รุนแรง และไม่ก่อให้เกิดปัญหายุ่งยากต่อกระบวนการนำน้ำยางไปแปรรูปเพื่อใช้งาน

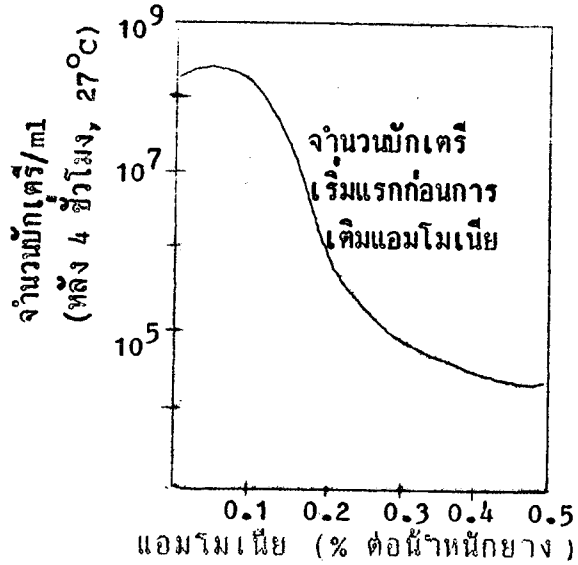
1.5.5 ราคาถูกและขนย้ายได้สะดวก

1.6 ประเภทของสารรักษาสภาพน้ำยาง

สารเคมีที่ใช้รักษาสภาพน้ำยางแบ่งออกเป็น 3 พวก คือ

1.6.1 แอมโมเนีย จัดเป็นสารรักษาสภาพปฐมภูมิ โดยเป็นสารมาตรฐานสำหรับรักษาสภาพน้ำยาง

ในการผลิตน้ำยางเข้มข้น แอมโมเนียถูกใช้ในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน ปริมาณ 0.2% แอมโมเนียต่อน้ำหนักยางพอเพียงที่จะรักษาสภาพน้ำยางไว้ได้ในระยะเวลาสั้น (1-3 วันหลังกรีด) ปริมาณ 0.7% แอมโมเนียต่อน้ำหนักยางพอเพียงที่จะรักษาสภาพน้ำยางไว้ได้นานหลายๆเดือน ในทางปฏิบัติมักเติมแอมโมเนียประมาณ 0.01% ต่อน้ำหนักยางทันทีที่กรีดยางได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้น้ำยางจับตัวตามธรรมชาติ แต่จากการวิจัยพบว่าการเติมแอมโมเนียปริมาณเพียงเล็กน้อยหลังจากกรีดยางได้ เป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง เพราะเป็นการเร่งการเพิ่มจำนวนของบักเตรี ผลชิต(2531) ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1.3 ผลของแอมโมเนียต่อจำนวนบักเตรีในน้ำยางสด

จากกราฟ เห็นได้ว่าแอมโมเนียปริมาณน้อย (ไม่เกิน 0.05%) ส่งเสริมการเพิ่มปริมาณบักเตรี (สันนิษฐานว่าเพราะ pH เพิ่มจากปกติ คือ 6.5 ไปจนถึง 8) และช่วงนี้เหมาะในการเพิ่มปริมาณบักเตรีธรรมดา ดังนั้นปริมาณแอมโมเนียในน้ำยางควรสูงกว่า 0.1% ก่อนจะมีการเพิ่มปริมาณบักเตรี เพื่อควบคุมปริมาณบักเตรีให้คงที่เท่าที่มีอยู่เดิม

แอมโมเนียที่มีอยู่ในน้ำยาง ทำหน้าที่ต่างๆ ดังนี้

1.6.1.1 ทำลายบักเตรี ถ้าเติมแอมโมเนียในปริมาณเกินกว่า 0.35% ต่อน้ำหนักยางทันทีที่น้ำยางไหลออกจากรอยกรีดจะมีประสิทธิภาพในการทำลายบักเตรีได้ดีมาก

1.6.1.2 ส่งเสริมสถานะเป็นของเหลวของน้ำยาง เนื่องจากแอมโมเนียมีฤทธิ์เป็นด่าง จึงเสริมความเป็นด่างของเซรุ่ม ซึ่งเป็นผลให้เกิดการส่งเสริมสถานะเป็นของเหลวของน้ำยาง

1.6.1.3 ตกตะกอนโลหะไอออน แอมโมเนียสามารถหยุดปฏิกิริยาของโลหะไอออนบางชนิดได้ โดยการเกิดอะมีน เกิดตะกอนไฮโดรเปอรอกไซด์ซึ่งไม่ละลายในน้ำกับแมกนีเซียมไอออนและเกิดตะกอนแมกนีเซียม แอมโมเนียฟอสเฟต เมื่อมีฟอสเฟตไอออนอยู่ในน้ำยางได้ดังสมการ

$$Mg^{2+} + NH_3 + HPO_4^{2-} \text{-----} > MgNH_4PO_{4(s)}$$

ตะกอนที่เกิดขึ้นจะตกอยู่ก้นถังน้ำยางในรูปของตม (sludge) และทำให้ดิน ทราย เปลือกไม้ ใบไม้ตกตะกอนลงไปพร้อมกันด้วย

1.6.1.4 รักษาความคงตัวของน้ำยาง แอมโมเนียจะรวมกับกรดไขมันซึ่งเกิดจากการไฮโดรไลซ์ไลปิดเกิดเป็นสบู่แอมโมเนีย และสบู่แอมโมเนียมีสมบัติช่วยรักษาความคงตัวของน้ำยาง

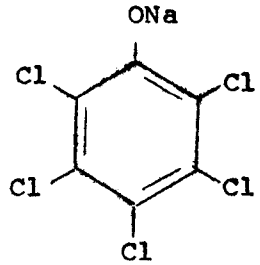
1.6.1.5 แอมโมเนียไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ เนื่องจากแอมโมเนียระเหยง่ายจึงกำจัดได้ง่าย และไม่เหลือผลตกค้างอยู่ในเนื้อยาง

ข้อเสียของแอมโมเนียมีอยู่บ้าง เช่น กลิ่นฉุน ต้องบรรจุถังในรูปของแก๊สหรือบรรจุขวดในรูปของของเหลว ทำให้ไม่สะดวกในการเก็บหรือขนย้ายเป็นเหตุให้ราคาแพง

1.6.2 แอมโมเนียร่วมกับสารอื่น สารอื่นๆ ที่ใช้ร่วมกับแอมโมเนียจัดเป็นสารรักษาสภาพทุติยภูมิ ในที่นี้จะขอกล่าวถึงสารรักษาสภาพทุติยภูมิบางชนิดดังนี้

ผลชิต(2531)

1.6.2.1 โซเดียม เพนตาคลอโรฟีเนต (Sodium penta chlorophenate, SPP) มีสูตรโครงสร้างดังนี้



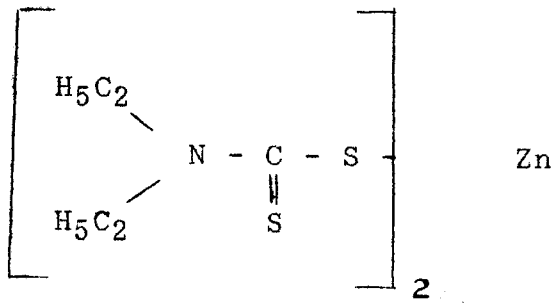
ปกติใช้ 0.2% SPP กับแอมโมเนีย 0.2% ต่อน้ำหนักน้ำยาง

ข้อดีของ SPP คือทำให้น้ำยางมีความคงตัวต่อเครื่องกลสูง โดยสีของยางแห้งที่ได้จะคล้ำกว่าสีของยางที่มีเกลือแอมโมเนีย ทั้งนี้เพราะมีเพนตาคลอโรฟีเนตไอออนติดอยู่ในเนื้อยางที่แห้งแล้ว เป็นที่ทราบกันดีว่าฟีเนตไอออนทำให้สีของยางเปลี่ยน โดยจะเปลี่ยนรวดเร็วมากเมื่อสัมผัสกับออกซิเจน

เพนตาคลอโรฟีเนตไอออนสามารถหยุดปฏิกิริยาของโลหะไอออนบางชนิดได้ มีผู้เสนอให้ใช้ความสามารถนี้ โดยการเพิ่มสารช่วยหยุดปฏิกิริยา (sequestering agents) ลงในระบบรักษาสภาพน้ำยางด้วยระบบแอมโมเนีย เช่นใช้ 0.1% แอมโมเนียกับ 0.1% โซเดียมเพนตาคลอโรฟีเนต และ 0.1% เอทิลีน ไดอะมีน เตตราอะซิติกแอซิด

ข้อเสียของ SPP คือ มีกลิ่นเหม็น เป็นพิษ เป็นอันตรายต่อผิวหนัง จึงถูกห้ามใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องสัมผัสกับอาหาร น้ำที่ใช้ล้างยางที่มีสารนี้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ประการสุดท้ายสมบัติด้านความเสื่อมสภาพของยางที่ได้จากน้ำยางที่มีเพนตาคลอโร-ฟีเนตหรืออนุพันธ์มักไม่ดี

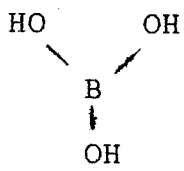
1.6.2.2 ซิงค์ไดเอทิล ไดไทโอคาร์บาเมต (Zinc diethyl dithiocarbamate, ZDC) มีสูตรโครงสร้างดังแสดงข้างล่าง



ปกติใช้ 0.1-0.2% ZDC กับ 0.2% กรดลอริกร่วมกับแอมโมเนีย 0.2% ต่อน้ำหนักยาง การเติมกรดลอริกเพื่อให้เกิดลอเรตไอออนซึ่งมีประจุลบจึงเสริมความเป็นด่างในเซรุ่มของน้ำยาง เป็นการช่วยเสริมสภาพน้ำยางในระดับเดียวกันกับการใช้แอมโมเนียปริมาณปกติ คือ 0.7% ต่อน้ำหนักยาง น้ำยางที่มี ZDC เมื่อนำไปผลิตเป็นยางแห้งแล้วมักเปลี่ยนสีเมื่อเสื่อมสภาพ ปกติใช้ 0.5-0.75% ZDC ร่วมกับ 0.25-1% S เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติต้านทานการเสื่อมสภาพเนื่องจากการเก็บไว้นานๆ ได้ดี โดยสีไม่เปลี่ยนและไม่ตกสี

ข้อเสียของ ZDC คือทำให้การคงรูปของยางที่เก็บไว้เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และทำให้ยางแห้งที่เสื่อมสภาพแล้วเปลี่ยนสี

1.6.2.3 กรดโบริก มีสูตรโครงสร้างดังนี้

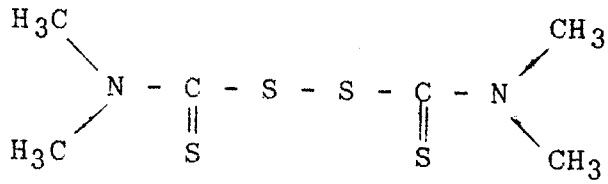


ปกติใช้ 0.2% กรดโบริกกับ 0.2% แอมโมเนียและ 0.5% กรดลอริก การใช้กรดลอริกเพื่อให้เกิดการลบล้างปฏิกิริยาที่กรดโบริกอาจทำให้น้ำยางเกิดการเสียสภาพไปบ้าง สำหรับผลของการรักษาสภาพน้ำยางโดยระบบนี้เนื่องมาจากการเกิด carboxylate-boric acid chelate ซึ่งบักเตรีไม่สามารถใช้เป็นอาหารได้อีก

ข้อดีของกรดโบริก คือเป็นของแข็ง ขนย้ายได้ง่าย จึงมีราคาถูก ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ จึงนิยมใช้เป็นสารรักษาสภาพทุติยภูมิ เนื่องจากไม่ทำให้สีของยางแห้งที่เสื่อมสภาพแล้วเปลี่ยนแปลง

ข้อเสียของกรดโบริก คือทำให้ยางอ่อนตัวค่อนข้างเร็วก่อนการคงรูป (สามารถป้องกันได้โดยเติมไทรอยูเรีย) และทำให้ปริมาณโบแตสเซียมไฮดรอกไซด์ของน้ำยางสูงกว่าที่เป็นจริง เนื่องจากโบเรตไอออน โดยพบว่าทุก ๆ 0.1 % ของกรดโบริกจะทำให้จำนวนโบแตสเซียมไฮดรอกไซด์ในน้ำยาง (ที่มีปริมาณเนื้อยางแห้ง 60%) เพิ่มขึ้นประมาณ 0.14 หน่วย เป็นเหตุให้ต้องมีการผ่อนผันขีดจำกัดของจำนวนโบแตสเซียมไฮดรอกไซด์ของน้ำยางที่รักษาสภาพด้วยกรดโบริก

1.6.2.4 เตตราเมทิลไทยูแรมไดซัลไฟด์ (Tetramethyl thiuram disulphide, TMTD) มีสูตรโครงสร้างดังนี้



ปกติใช้รักษาน้ำยางสด โดยใช้ 0.5-1.5% TMTD ร่วมกับ 0.5-2% S ซึ่งทำให้แผ่นยางที่ผลิตได้มีลักษณะใส อาจใช้ TMTD เป็นสารวัลคาร์ไนซิงโดยไม่ต้องใช้ S มักใช้ทำให้ยางคงรูปในกรณีที่อุณหภูมิสูงถึง 140°C ซึ่งให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติต้านทานการเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อน หรือในกรณีที่ต้องการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากทองแดง

ข้อดีของ TMTD ทำให้ยางที่ผลิตได้มีลักษณะใสใช้เป็นสารวัลคาร์ไนซิงโดยไม่ต้องใช้กำมะถัน ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสมบัติต้านทานการเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อน สามารถป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากทองแดงได้ และทำให้ยางคงรูปในกรณีที่ต้องใช้กระบวนการที่มีอุณหภูมิสูงถึง 140°C ได้

ข้อเสียของ TMTD สมบัติของยางในการต้านทานแรงดึงจนขาด (tensile strength) ไม่ดี

1.6.2.5 ซิงค์ออกไซด์ (ZnO) ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการผลิตบางอย่าง ต้องใช้แอมโมเนียเป็นสารรักษาสภาพ ZnO ทำให้น้ำยางเกิดลักษณะครีมแข็ง (thickening) ได้ ดังนี้เนื่องมาจากปฏิกิริยาที่ถูกกระตุ้นด้วยความร้อน (heat sensitising reaction) ของ ZnO

ปริมาณที่ใช้สารนี้คือ 0.2% NH_3 + 0.013% TMTD + 0.013% ZnO+0.05% Lauric acid

ข้อดีของ ZnO เร่งปฏิกิริยา **ทำให้ยางยืดได้เพิ่มขึ้น** เป็นสารเพิ่ม (filler) และทำให้เกิดสี

ข้อเสียของ ZnO ทำให้ยางหนืดมากขึ้น

1.6.3 **สารเคมีอื่น ๆ** ได้แก่สารต่างๆต่อไปเช่น

1.6.3.1 **ฟอร์มัลดีไฮด์** เป็นสารรักษาสภาพที่ใส่ในถังรวมน้ำยางทันทีที่กรีดยางได้แล้วเติมแอมโมเนียตาม ปกติเติม 0.15-0.20% ฟอร์มัลดีไฮด์ การเติมถ้ายิ่งรวดเร็วเพียงใดก็จะช่วยฆ่าบักเตรีได้เร็วเพียงนั้น แล้วจึงปล่อยให้น้ำยางอยู่นิ่งๆนาน 15-30 ชั่วโมง ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ฟอร์มัลดีไฮด์ทำปฏิกิริยากับโปรตีนเป็นผลให้pH ของน้ำยางลดลง เมื่อเติมแอมโมเนียลงไประดับ pH ของน้ำยางจะถูกยกขึ้นสูงกว่า6 เล็กน้อย แล้วจึงปรับให้มีแอมโมเนียในระดับ 2% ต่อน้ำหนัก (aqueous phase)

ถ้าจะใช้ฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารช่วยรักษาสภาพน้ำยางช่วงสั้นๆ ทำได้โดยหยด0.02-0.1%ฟอร์มัลดีไฮด์ต่อน้ำหนักน้ำยาง น้ำยางเข้มข้นที่ได้จากน้ำยางชนิดนี้นำไปใช้ผลิตฟองน้ำไม่ได้เพราะโปรตีนในน้ำยางเกิดปฏิกิริยากับฟอร์มัลดีไฮด์เป็นเหตุให้สมบัติของยางฟองน้ำเสียไป

1.6.3.2 **โซเดียมซัลไฟต์** ใช้เป็นสารรักษาสภาพน้ำยางในระยะเวลาสั้น ๆ โดยเติมในรูปของสารละลายเจือจาง 3% โดยหยดลงในถ้วยรองรับน้ำยาง 2-3หยด แล้วเติมลงในถังรวมน้ำยางให้เป็น 0.05% ของน้ำหนักยางทั้งหมด นิยมนำน้ำยางชนิดนี้ไปทำยางเครพสีจาง

1.6.3.3 **โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์** นิยมใช้รักษาสภาพน้ำยางข้น ที่ผลิตโดยวิธีระเหยน้ำ สารนี้เป็นด่างจึงทำลายจุลินทรีย์ได้ดี และช่วยเสริมความคงตัวของน้ำยาง กับทั้งป้องกันการเกิดครีมแข็งเมื่อเติมซิงค์ออกไซด์ลงในน้ำยาง

1.7 **กรรมวิธีผลิตน้ำยางข้น** เนื่องจากน้ำยางสดมีปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณ 33% มีส่วนไม่ใช่เนื้อยางประมาณ 5% นอกนั้นเป็นน้ำ จึงไม่สะดวกในการขนย้ายน้ำยางสดจากสวนยางไปยังโรงงานที่ใช้น้ำยางเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยาง จึงมีการผลิตน้ำยางข้น ซึ่งมีเนื้อยางแห้ง 60% หรือมากกว่า ทั้งนี้เพื่อประหยัดค่าขนย้าย และน้ำยางข้นยังให้ผลผลิตที่มีคุณภาพสม่ำเสมอดีกว่าเมื่อใช้น้ำยางสด เนื่องด้วยสารพวกที่ไม่ใช่ยางบางส่วน ได้ถูกแยกออกจากน้ำยางระหว่างกรรมวิธีการผลิตน้ำยางข้น

วิธีการสำคัญสำหรับการผลิตน้ำยางข้น คือวิธีระเหยน้ำ (evaporation) วิธีการทำให้เกิดครีม (creaming) วิธีการปั่น (centrifuging) และวิธีการแยกด้วยไฟฟ้า (electrodecantation) วิธีแรกเป็นการแยกเอาแต่น้ำออกจากน้ำยาง ดังนั้นปริมาณของสารที่ไม่ใช่ยางจึงยังคงอยู่ในน้ำยางข้นและอนุภาคขนาดต่างๆของยางที่กระจายอยู่ในน้ำยางก็ยังคงเหมือนเดิม ส่วน 3 วิธีหลังเป็นวิธีการที่มีการแยกเอาบางส่วนของสารอื่นๆที่ไม่ใช่ยางออกด้วย อนุภาคต่างๆที่กระจายอยู่ในน้ำยางข้นจะต่างไปจากที่อยู่ในสถานะน้ำยางก่อนทำให้ข้น เพราะอนุภาคยางขนาดเล็กๆได้ถูกแยกออกระหว่างกรรมวิธีการผลิตน้ำยางข้น การผลิตน้ำยางข้นทั้ง 4 วิธีดังกล่าวข้างต้นนั้น วิธีที่ผลิตในเชิงการค้าคือ 3 วิธีแรก ได้แก่ วิธีระเหยน้ำ วิธีการทำให้เกิดครีมและวิธีการปั่น โดยวิธีหลังเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด

1.8 **ถุงมือยาง** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากน้ำยางข้นที่ได้ใส่สารรักษาสภาพโดยกระบวนการจุ่ม (dipping process) กระบวนการผลิตถุงมือยางเริ่มต้นด้วย การเตรียมน้ำยางผสมกับสารเคมี ซึ่งได้ทำให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมแล้วในอัตราส่วนและลำดับการผสมที่ถูกต้อง (วราภรณ์, 2531) โดยการจุ่มแบบพิมพ์ (former) ลงในสารช่วยจับตัว (สารละลาย $CaCl_2$ ผสม $Ca(NO_3)_2$) นำพิมพ์ขึ้นทิ้งให้แห้งหรือหมาด

แล้วจุ่มลงในน้ำยางผสมด้วยความเร็วสม่ำเสมอ หมุนพิมพ์เพื่อให้เกิดการกระจายหรือการไหลของน้ำยางทั่วพิมพ์ ล้างสารที่ติดอยู่ด้วยน้ำให้สะอาด อบที่ 70-80°C เพื่อให้ยางแห้ง ม้วนขอบเพื่อให้มีความแข็งแรง แล้วอบให้คงรูปที่อุณหภูมิ 100°C ถอดออกจากพิมพ์และใช้แป้งโรยเพื่อกันไม่ให้ยางติดกัน ก็จะได้ถุงมือซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้งานต่อไป

เนื่องด้วยปริมาณโปรตีนและปริมาณของธาตุหลายชนิด มีผลต่อสมบัติของน้ำยางข้นกับทั้งสารรักษาสภาพน้ำยางเป็นองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งทำให้น้ำยางข้นมีสมบัติสม่ำเสมอและเหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ถุงมือยางหรือผลิตภัณฑ์ยางชนิดอื่น ๆ ดังได้กล่าวแล้ว คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาองค์ประกอบของถุงมือตรวจโรคที่ใช้แล้ว โดยได้ใช้ตัวอย่างถุงมือจากโรงพยาบาลศรีนครินทร์ จากคณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และจากบ้านพักของบุคลากรในมหาวิทยาลัยขอนแก่น