ผลของสารเคมีต่อการจับก้อนของน้ำยางธรรมชาติ

นายประสพชัย รัตนเหล็กไหล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางชีวภาพ หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543
ISBN 974-130-512-5
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF CHEMICAL REAGENTS ON COAGULATION OF NATURAL RUBBER LATEX

Mr. Prasopchai Rattanaleklai

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Biotechnology

Program in Biotechnology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-130-512-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของสารเคมีต่อการจับก้อนของน้ำยางธรรมชาติ
โดย	นายประสพชัย รัตนเหล็กไหล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางชีวภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.เพียรพรรค ทัศคร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม (ถ้ามี)	-

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……..คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……..ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์)

……..อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.เพียรพรรค ทัศคร)

……..กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นภา ศิวรังสรรค์)

……..กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุชญา นิติวัฒนานนท์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประสพชัย รัตนเหล็กไหล : ผลของสารเคมีต่อการจับก้อนของน้ำยางธรรมชาติ (EFFECT OF CHEMICAL REAGENTS ON COAGULATION OF NATURAL RUBBER LATEX) อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.เพียรพรรค ทัศคร, 69 หน้า. ISBN 974-130-512-5

สารเคมีที่ใช้ในการรักษาเสถียรภาพของน้ำยางธรรมชาติ เพื่อป้องกันการจับก้อนของอนุภาคยางนั้น โดยทั่วไปจะใช้แอมโมเนียในปริมาณต่าง ๆ เป็นหลัก และในการเก็บน้ำยางโดยวิธีการเจาะยาง เพื่อเก็บน้ำยางไว้ในถุงพลาสติกนั้น ถ้าหากสามารถเก็บน้ำยางไว้ในช่วงระยะเวลานานก็จะประหยัดค่าแรงงานในการเก็บน้ำยางได้ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อหาชนิดของสารเคมีที่สามารถใช้ทดแทนหรือใช้ร่วมกับแอมโมเนียในปริมาณต่ำ เพื่อรักษาเสถียรภาพของน้ำยางธรรมชาติ สารเคมีที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ แอมโมเนีย ไตรคลอซาน PONPE-9 โพลิไวนิลแอลกอฮอล์ โพรพิลีนไกลคอล ทำการศึกษาโดยการเติมสารเคมีชนิดต่าง ๆ ลงในน้ำยางธรรมชาติที่ไม่มีการเติมสารเคมีใด ๆ จากผลการทดลองพบว่า สารเคมีที่ใช้คือ ไตรคลอซาน โพลิไวนิลแอลกอฮอล์ โพรพิลีนไกลคอล มีผลในการเพิ่มระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติระยะเวลาหนึ่ง และการใช้ร่วมกับแอมโมเนียปริมาณต่ำ(< 1.33 phr.) สารเคมีเหล่านี้มีผลในการเพิ่มระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติได้นาน 50-80 ชั่วโมง ขึ้นกับชนิดของสารเคมีและความเข้มข้นที่เหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แอมโมเนียในปริมาณเดียวกันเพียงชนิดเดียวที่สามารถคงสภาพน้ำยางธรรมชาติได้เพียง 30-40 ชั่วโมง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เทคโนโลยีทางชีวภาพ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางชีวภาพ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2543

##4072301923 : MAJOR BIOTECHNOLOGY
KEY WORD : CHEMICAL REAGENTS/COAGULATION/LATEX
PRASOPCHAI RATTANALEKLAI : EFFECT OF CHEMICAL REAGENTS ON COAGULATION OF NATURAL RUBBER LATEX. THESIS
ADVISOR : PIANPUK TUDSAKORN, Ph.D. 69 pp. ISBN 974-130-512-5

In general, the popular chemical reagent for natural rubber latex stabilization to prevent coagulation is ammonia. However, tapping latex is punctured and collected in a plastic bag. If the collection process can be prolonged ,the labour cost will be reduced. The objective of this study is to identify chemical reagents for ammonia replacement using in conjunction with ammonia in low quantity. Chemical reagent used in this experimental work are ammonia, triclosan, polyvinyl alcohol, PONPE-9 (poly-oxy nonylphenol ethoxylated) and propylene glycol. These chemical reagents are added to fresh field latex. From the experimental results, it was found that triclosan, polyvinyl alcohol and propylene glycol combined with ammonia ($\leqslant$ 1.33 phr.) could preserve the latex for 50-80 hour with a kind of chemical reagent and proper concentration. When the low ammonia concentration was used alone then the preservation was effective for only 30-40 hour.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Program of	Biotechnology	Student's signature.....
Field of study	Biotechnology	Advisor's signature.....…….....
Academic year	2000	Co-advisor's signature…….....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณา ความช่วยเหลือและสนับสนุนจากบุคคลหลาย ๆ ฝ่าย ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.เพียรพรรค ทัศคร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด

ขอขอบคุณ ท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของ ภาควิชาเคมีเทคนิค และสาขาวิชาเทคโนโลยีทางชีวภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การอนุเคราะห์ด้านข้อมูลความรู้ สถานที่ และอุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้คำแนะนำและข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัย

ขอขอบคุณทุก ๆ ท่านที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ และมอบกำลังกายและกำลังใจ ช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วน ได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของภาควิชาเคมีเทคนิค ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ 1
2. วารสารปริทัศน์
   - 2.1 น้ำยาง 3
   - 2.2 องค์ประกอบของน้ำยางธรรมชาติ 4
   - 2.3 เสถียรภาพของน้ำยาง 5
   - 2.4 ลักษณะเชิงโครงสร้างของน้ำยางสด 7
   - 2.5 การรักษาสภาพและการเสียสภาพของน้ำยาง 8
   - 2.6 น้ำยางข้น 13
   - 2.7 สารเคมีรักษาสภาพน้ำยาง 15
   - 2.8 สารลดแรงตึงผิว 25
   - 2.9 เทคนิคการเจาะยาง 29
   - 2.10 สมมติฐานของงานวิจัย 34
   - 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 34
3. การดำเนินงานวิจัย
   - 3.1 น้ำยางที่ใช้ในการทดลอง 36
   - 3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 36
   - 3.3 อุปกรณ์ 36
   - 3.4 แผนการทดลอง 39
   - 3.5 วิธีการทดลอง 40

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของสารเคมีต่อการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติ..... 42

4.2 ผลของการใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกับการใช้แอมโมเนีย ในการรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติ..... 45

4.3 การวิเคราะห์ค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติเมื่อเติมสารเคมี ชนิดต่าง ๆ ร่วมกับแอมโมเนีย..... 55

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 59

5.2 ข้อเสนอแนะ.....60

รายการอ้างอิง..... 61

ภาคผนวก..... 63

ภาคผนวก ก..... 63

ภาคผนวก ข..... 67

ประวัติผู้วิจัย..... 69

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 อิทธิพลของเวลาที่นำน้ำยางมาถนอม..... 12
ตารางที่ 2.2 การเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียในน้ำยาง..... 12
ตารางที่ 2.3 อัตราการทำลายแบคทีเรียของแอมโมเนีย..... 13
ตารางที่ 3.1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารลดแรงตึงผิว..... 36
ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติและระยะเวลาการแยกน้ำ
จากอนุภาคที่จับก้อนเมื่อใช้สารเคมีผสมกัน..... 44
ตารางที่ 4.2 ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเมื่อใช้
สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกับแอมโมเนียปริมาณ 0.33 phr..... 48
ตารางที่ 4.3 ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเมื่อใช้แอมโนเนียร่วมกับ
Triclosan และค่าความหนืดที่วัดโดย Stormer Viscometer.....49
ตารางที่ 4.4 ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเมื่อใช้แอมโนเนียร่วมกับ
PVA และค่าความหนืดที่วัดโดย Stormer Viscometer..... 50
ตารางที่ 4.5 ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเมื่อใช้แอมโนเนียร่วมกับ
Triclosan และค่าความหนืดที่วัดโดย Stormer Viscometer.....51
ตารางที่ 4.6 ค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่มีแอมโนเนียและ Triclosan..... 56
ตารางที่ 4.7 ค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่มีแอมโมเนียและ PVA..... 57
ตารางที่ 4.8 ค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่มีแอมโมเนียและ PG.....58

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	การแยกส่วนประกอบของน้ำยางโดยอาศัยแรงเหวี่ยง	4
รูปที่ 2.2	cis-1, 4-polyisoprene	6
รูปที่ 2.3	การเกิดแรงผลักดันซึ่งกันและกันของอนุภาคยาง	8
รูปที่ 2.4	การป้องกันประจุไฟฟ้าบนอนุภาคยางของชั้นน้ำ	8
รูปที่ 2.5	โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิว	25
รูปที่ 2.6	โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวในการเกิดไมเซลล์	26
รูปที่ 2.7	การดูดซับและความเข้มข้นของสารลดแรงดึงผิว	27
รูปที่ 2.8	แรงระหว่างโมเลกุลในสารละลาย	28
รูปที่ 2.9	แรงผลักของประจุตรงข้าม ทำให้อิมัลชันเสถียร	28
รูปที่ 2.10	สารที่มีขนาดใหญ่ทำให้เกิดการเกะกะอิมัลชันจึงเสถียร	29
รูปที่ 2.11	วัสดุอุปกรณ์สำหรับการเจาะยางและเทคนิคการเจาะยาง	32
รูปที่ 2.12	เปรียบเทียบผลผลิตยางบางพันธุ์เก็บโดยวิธีการกรีด และวิธีการเจาะร่วมกับการใช้แก๊ส	33
รูปที่ 3.1	Ostwale viscomerter	37
รูปที่ 3.2	เครื่องวัดความหนืด Stormer viscometer	38
รูปที่ 4.1	แผนภาพระยะเวลาคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเมื่อผสมสารเคมีต่าง ๆ	45
รูปที่ 4.2	การคงสภาพของน้ำยางที่เติม triclosan ร่วมกับแอมโมเนีย	52
รูปที่ 4.3	การคงสภาพของน้ำยางที่เติม PVA ร่วมกับแอมโมเนีย	53
รูปที่ 4.4	การคงสภาพของน้ำยางที่เติม PG ร่วมกับแอมโมเนีย	54

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

วัตถุดิบสำคัญสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมยางเพื่อผลิตวัสดุสำเร็จรูปประเภทต่าง ๆ คือ น้ำยางธรรมชาติที่ได้จากต้นยางพารา ในสมัยเริ่มแรกที่มีการนำผลผลิตจากต้นยางมาใช้นั้น การใช้ประโยชน์โดยตรงในลักษณะของน้ำยางมีน้อยมาก ส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนรูปเป็นยางแห้งก่อนแล้วจึงนำไปแปรรูปเป็นวัตถุสำเร็จรูปต่าง ๆ เนื่องจากปัญหาเกี่ยวกับน้ำยางหลายประการ คือ เกิดการเน่าเสียและจับตัวกันเป็นก้อน สาเหตุมาจากการจับตัวตามธรรมชาติ และปัญหาความยุ่งยากในการขนส่งน้ำยางจากสวนไปสู่โรงงานอุตสาหกรรม ตลอดจนความสิ้นเปลืองในการขนย้ายน้ำยางจากแหล่งผลิตไปยังโรงงานผลิตวัตถุสำเร็จรูป เพราะน้ำยางโดยทั่ว ๆ ไป มีส่วนของเนื้อยางประมาณ 30% เท่านั้น นอกเหนือจากนี้เป็นส่วนของน้ำและสารอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ยาง ต่อมาจึงได้มีการค้นคว้าวิจัยปรับปรุงสภาพน้ำยางให้เหมาะสมและสะดวกที่จะนำไปสู่โรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ห่างไกลจากสวนยาง โดยพบว่าแอมโมเนียสามารถเก็บรักษาน้ำยางให้คงสภาพอยู่ได้ ซึ่งแอมโมเนียจัดเป็นสารเคมีที่นิยมใช้กันมานานจนได้ชื่อว่า เป็นสารมาตรฐานสำหรับรักษาสภาพน้ำยาง ในการผลิตน้ำยางข้นมีการใช้แอมโมเนียทุกขั้นตอนปริมาณประมาณ 0.2% แอมโมเนียต่อน้ำหนักน้ำยางเพียงพอที่จะรักษาสภาพน้ำยางไว้ได้ในระยะเวลาช่วงสั้น และปริมาณประมาณ 0.7% แอมโมเนียต่อน้ำหนักน้ำยางเพียงพอที่จะรักษาสภาพน้ำยางไว้ได้เป็นระยะเวลานาน แต่เนื่องจากการใช้แอมโมเนียนั้นยังมีข้อเสียเกี่ยวกับกลิ่นฉุนที่รุนแรง แอมโมเนียที่ใช้รักษาน้ำยางจึงบรรจุถังในรูปของแก๊สหรือบรรจุขวดในรูปของเหลว และเนื่องด้วยการเก็บแอมโมเนียไม่สะดวกจึงทำให้แอมโมเนียมีราคาแพง นอกจากนี้แอมโมเนียยังก่อให้เกิดปัญหากับกระบวนการผลิตบางชนิด จึงมีแนวคิดในการลดปริมาณแอมโมเนียลงและใช้สารเคมีอื่น ๆ ร่วมกับแอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพน้ำยาง สารเคมีที่นำมาใช้นั้นต้องมีคุณสมบัติหลัก 3 ประการคือ สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ เพิ่มเสถียรภาพความเป็นคอลลอยด์ของน้ำยาง และสามารถแยกเอาไอออนโลหะออกไปจากน้ำยางได้ด้วย

จากการพัฒนาระบบการเก็บเกี่ยวน้ำยางโดยการเจาะร่วมกับการอัดแก๊ส น้ำยางที่ได้อยู่ภายในถุงที่เป็นระบบปิด ซึ่งไม่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ทำให้ลดการจับตัวกันของอนุภาคยางได้ในระดับหนึ่ง ในสภาพปกติน้ำยางที่เก็บได้จะมีการแยกชั้นในลักษณะการเกิดครีม เนื่องจากน้ำยางจะมีสารและอนุภาคต่าง ๆ แขวนลอยอยู่มาก โดยอนุภาคจะอยู่ด้านบน ส่วนที่เป็นน้ำอยู่ด้านล่าง การเติมสารเคมีบางชนิดเพื่อช่วยป้องกันการรวมตัวของอนุภาคยางจะช่วยรักษาสภาพคอลลอยด์ไว้ได้ จึงจะใช้วิธีนี้เพื่อรักษาเสถียรภาพของน้ำยาง และควบคุมการแตกของอนุภาคลูทอยด์ภายในถุงรองรับน้ำยาง

สารเคมีที่ใช้เพื่อรักษาเสถียรภาพของน้ำยางในถุงรองรับน้ำยาง คือ แอมโมเนีย ซึ่งเป็นสารมาตรฐานที่ใช้รักษาเสถียรภาพของน้ำยาง สารลดแรงตึงผิว คือ polyvinyl alcohol propylene glycol ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล มีความเป็นขั้วสูง และเป็นสารโมเลกุลใหญ่ สามารถเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ได้ที่บริเวณผิวของอนุภาคยาง และสามารถเกิดปฏิกิริยารวมตัวกับองค์ประกอบส่วนที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอนในยางธรรมชาติ นอกจากนี้จะใช้ triclosan ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ โดยการทดลองทำการเติมสารเคมีเหล่านี้ในลักษณะแยกแต่ละชนิดของสารเคมี เพื่อศึกษาผลในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติของสารเคมีแต่ละชนิด และการใช้สารเคมีแต่ละชนิดผสมกัน รวมทั้งการใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกับการใช้แอมโมเนียในปริมาณ 1, 1.33, 1.67 phr เพื่อศึกษาผลในการคงสภาพของสารเคมีที่ใช้ร่วมกับแอมโมเนีย นอกจากนี้ทำการศึกษาความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่เติมสารเคมีแต่ละชนิดร่วมกับแอมโมเนีย รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของค่าความหนืดเมื่อน้ำยางธรรมชาติอยู่ในช่วงระยะเวลาคงสภาพ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการรักษาเสถียรภาพของน้ำยางธรรมชาติ เพื่อนำน้ำยางที่มีคุณภาพไปใช้งานต่อไปให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น สามารถลดแรงงานในการกรีดและเก็บน้ำยาง และเป็นแนวทางในการพัฒนายางแผ่นจากน้ำยางในระดับอุตสาหกรรม เพื่อเป็นวัตถุดิบที่สามารถควบคุมคุณภาพได้แน่นอน จึงทำให้โรงงานผลิตยางแผ่นจากวัตถุดิบที่ผลิตจากสวนด้วยวิธีนี้ สามารถพัฒนามาตรฐานการผลิตได้สูงขึ้น ซึ่งมาตรฐาน ISO 9002 จะเป็นเรื่องสำคัญต่อการค้าระหว่างประเทศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

ยางธรรมชาติที่นำมาใช้ในทางการค้า เป็นยางซึ่งได้จากต้นไม้ใหญ่ชื่อว่า "ยางพารา" มี ชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า Hevea Brasiliensis ซึ่งเดิมมีอยู่เฉพาะในทวีปอเมริกาใต้เท่านั้น ต่อมาได้นำมาปลูกในทวีปเอเชียและแอฟริกา ยางสามารถงอกงามได้ดีในภาคใต้ และภาคตะวันออกของประเทศไทย ปกติจะปลูกด้วยพันธุ์พื้นเมืองแล้วต่อตาด้วยพันธุ์ที่ให้น้ำยางดี ทั้งนี้เพื่อให้ได้รากและโคนต้นที่แข็งแรง ส่วนลำต้นและยอดจะเป็นพันธุ์ที่ให้น้ำยางดี เมื่อต้นยางโตได้อายุประมาณ 7 ปี ชาวสวนจะเก็บน้ำยางด้วยการกรีดเปลือกของลำต้นให้น้ำยางซึมออกมา ต้นยางจะให้น้ำยางไปจนอายุประมาณ 30 ปี ชาวสวนก็จะตัดต้นยางเพื่อปลูกใหม่ ไม้ยางนำไปทำเฟอร์นิเจอร์ กิ่งและเศษนำไปทำฟืนและถ่าน

2.1 ความหมายของน้ำยาง

น้ำยางนั้นอาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ หรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น แต่จะต้องมีลักษณะเป็นสารแขวนลอย คือ มีของเหลวเป็นตัวกลาง และมีอนุภาคแขวนลอยกระจายอยู่ในตัวกลางนั้น อนุภาคเหล่านี้จะเป็นสารโพลีเมอร์ เช่น ยาง หรือพลาสติก และโพลีเมอร์ก็อาจเป็นได้ทั้งโพลีเมอร์เชิงเดี่ยวเล็ก ๆ เช่น สารประกอบอินทรีย์ไม่อิ่มตัว อย่างเช่น เอทิลีน (ethylene) หรืออาจเป็นโพลีเมอร์เชิงซ้อนที่มีโมโนเมอร์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาต่อตัวกัน ปกติแล้วอนุภาคเหล่านี้จะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ

น้ำยางที่ซื้อขายหรือที่ใช้กันอยู่ในอุตสาหกรรมยางมี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำยางธรรมชาติและน้ำยางสังเคราะห์

1. น้ำยางสังเคราะห์มี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ
   - ประเภทที่ผลิตโดยวิธีที่เรียกว่า emulsion polymerisation น้ำยางสังเคราะห์ส่วนใหญ่ผลิตโดยวิธีนี้มีอยู่หลายชนิด เช่น styrene – butadiene copolymer latex, acrylonitrile butadiene (nitrile) rubber latex, chloroprene rubber latex เป็นต้น
   - ประเภทที่ผลิตโดยวิธีที่เรียกว่า solution polymerisation น้ำยางสังเคราะห์ที่ผลิต โดยวิธีนี้ได้แก่ synthetic cis – polyisoprene latex และ butyl rubber latex

2. น้ำยางธรรมชาติขณะสดจะมีสีขาวหรือขาวออกเหลือง มีความหนืดประมาณ 12 – 15 centipoise (น้ำบริสุทธิ์มีความหนืด 1 centipoise) มีความหนาแน่นประมาณ 0.975 – 0.980 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความเป็นกรด – เบส (pH) ที่ 6.5 - 7.0 นอกจากนี้มีส่วนประกอบของสารต่าง ๆ ในปริมาณที่ไม่คงที่อย่างกว้างขวาง โดยขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น พันธุ์ยาง อายุยาง ฤดูกาลกรีดยาง และวิธีการกรีดยาง เป็นต้น

2.2 องค์ประกอบของน้ำยางธรรมชาติ

น้ำยางธรรมชาติเป็นสารแขวนลอยชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยสารที่มีน้ำเป็นตัวกลาง นอกจากนี้ในส่วนที่เป็นของเหลวยังมีส่วนที่ไม่ใช่ยางอยู่ในรูปของสารแขวนลอยและสารละลายอีกด้วย

ส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ

ปริมาณของแข็งทั้งหมด	22-48	%
ปริมาณเนื้อยาง	20-45	%
สารจำพวกโปรตีน	1.5	%
สารจำพวกเรซิน	2.0	%
คาร์โบไฮเดรต	1.0	%
สารอนินทรีย์	0.5	%
น้ำ	45-60	%

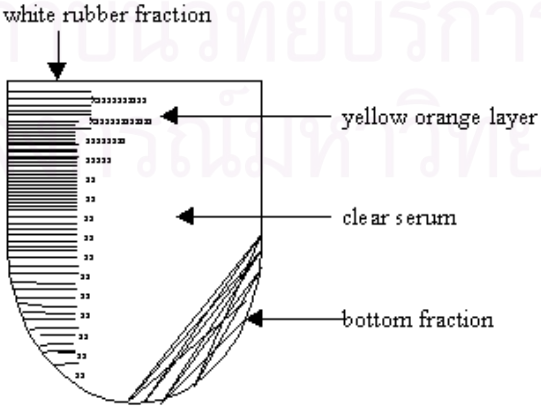
องค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถแยกส่วนออกได้เป็น 4 พวกใหญ่ ๆ ด้วยกัน (รูปที่ 2.1) โดยอาศัยแรงเหวี่ยง (centrifuging force) ที่ความเร็ว 200,000 รอบต่อวินาที (59,000 g) ดังนี้ คือ

(1) ส่วนที่เป็นยางล้วน ๆ (white rubber fraction) เป็นส่วนที่เบาที่สุด อยู่ส่วนบนสุดของส่วนอื่น ๆ เป็นครีมของอนุภาคยาง มีสีขาว

(2) ส่วนที่ติดอยู่กับส่วนล่างสุดของส่วนที่เป็นยางล้วน ๆ (yellow orange layer) มีลักษณะเป็นอนุภาคเช่นเดียวกับยาง แต่มีสีเหลือง ส่วนใหญ่เป็นอนุภาคของ Frey – Wyssling ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลม

(3) ส่วนที่เป็นของเหลวใส (clear serum) เป็นส่วนที่อยู่ถัดมาจาก 2 ส่วนแรก มีสีใสออกน้ำตาลเล็กน้อย บางทีจึงเรียก C – serum มีลักษณะค่อนข้างเหนียว เป็นฟองง่าย ส่วนใหญ่ประกอบด้วยโปรตีน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม ทองแดง เถ้า และแมกนีเซียม

(4) ส่วนล่างสุด (bottom fraction) เป็นส่วนที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าส่วนอื่น ๆ ทั้งหมด มีสีขาวออกเหลือง มีลักษณะเป็นของแข็ง



รูปที่ 2.1 การแยกส่วนประกอบของน้ำยางโดยใช้แรงเหวี่ยงที่ 200,000 รอบต่อวินาที (Cook, 1953)

2.3 เสถียรภาพของน้ำยาง

ความเสถียรภาพของสารละลายที่มีลักษณะคอลลอยด์ขึ้นกับแรง 2 ชนิดที่เกิดขึ้นระหว่างอนุภาคเหล่านั้น (Shukri Hi Abd Wahab, 1992) คือ

1. แรงดึง (attractive forces) หรือเรียกว่า แรงแวนเดอวาลส์ (vander waals forces) เป็นแรงที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเสถียรภาพของคอลลอยด์ โดยแรงประเภทนี้ขึ้นกับขนาดของอนุภาคและระยะห่างระหว่างอนุภาค

2. แรงผลัก (repulsive forces) มีหลายชนิดที่เกิดขึ้นในคอลลอยด์ ดังนี้

Electrostatic stabilisation เกิดจากประจุบนผิวของอนุภาคผลักกันทำให้เกิดการกระจายตัวของอนุภาคในสารละลาย โดยประสิทธิภาพในการกระจายตัวของอนุภาคนั้นขึ้นกับระยะห่างจากผิวของอนุภาค

Steric stabilisation เป็นผลจากการดูดซับสารประเภท non-ionic surfactants และสารโมเลกุลใหญ่บนผิวของอนุภาคคอลลอยด์ ทำให้ความเสถียรเกิดขึ้น จากการเกิดแรงดันออสโมติกในบริเวณที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างอนุภาคทั้งสอง และ/หรือ จากความสามารถในการยืดหยุ่นแรงอัดของพื้นผิวที่ดูดซับ

กระบวนการแรกเกิดเมื่อความเข้มข้นของผิวดูดซับมีปริมาณน้อย ดังนั้นเมื่ออนุภาคของคอลลอยด์อยู่ใกล้กับชั้นพื้นผิวที่ดูดซับจะเกิดการแทนที่ในบางส่วนโดยสารละลาย ซึ่งเป็นการเพิ่มพลังงานอิสระในสารละลายจึงเกิดแรงผลัก (steric effect) ระหว่างอนุภาคที่มีพลังงานมากกว่า Van der waals ทำให้เกิดความเสถียรของคอลลอยด์ขึ้น

กระบวนการที่สองเกิดเมื่อความเข้มข้นของพื้นผิวดูดซับมีปริมาณมากในการดูดซับของพื้นผิวอนุภาค เมื่อมีการดูดซับที่ผิวหนาแน่นแล้วอนุภาคที่ยังอยู่ในสารละลายจะถูกกันจากชั้นของการดูดซับที่ผิวเอง ทำให้ไม่สามารถเกิดการดูดซับที่ผิวอนุภาคได้อีก หากมีอนุภาคอื่น ๆ เข้าใกล้บริเวณพื้นผิวดูดซับจะเกิดการผลักจากชั้นดูดซับที่ผิวเอง ทำให้ไม่สามารถเกิดการดูดซับที่ผิวอนุภาคได้อีก เกิดความเสถียรของคอลลอยด์ขึ้น

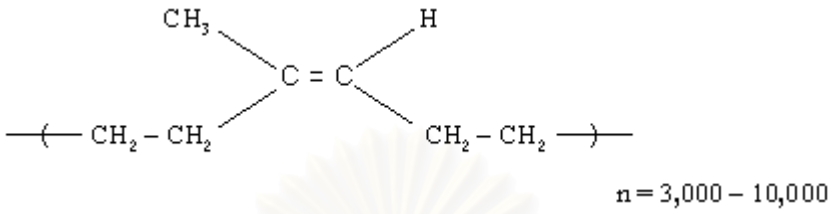
น้ำยางสดที่กรีดได้มาใหม่ ๆ จะเป็นของเหลวสีขาวอยู่ในสภาพที่เรียกว่า สารแขวนลอย องค์ประกอบต่าง ๆ แขวนลอยอยู่ในส่วนที่เป็นของเหลวซึ่งเป็นตัวกลาง โดยมีองค์ประกอบดังนี้

2.3.1 อนุภาคยาง

มีรูปร่างและขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่รูปยาวเป็นแท่ง กลมรีเหมือนลูกแพร์ (Pear – shaped rubber hydrocarbon) หรือเรียกว่า globules ขนาดกว้าง 0.5 – 3 ไมครอน ยาว 4 – 6 ไมครอน โดยเฉลี่ยประมาณ 1.04 ไมครอน เคลื่อนที่ไปมาแบบไม่มีทิศทางที่แน่นอนอยู่เสมอ กระจายตัวแบบที่เรียกว่า polydispersed system

โดยอนุภาคยางประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนในสุด เป็นส่วนที่เป็นเนื้อยางล้วน ๆ หรือเรียกว่า Rubber hydrocarbon มีประมาณ 96% โดยน้ำหนักของอนุภาค ประกอบขึ้นจากการ Polymerization ของ isoprene เป็น cis – 1, 4 (รูปที่ 2.2) จำนวน 3,000 – 10,000 โมเลกุล มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 200,000 – 600,000



รูปที่ 2.2 cis – 1, 4 – polyisoprene

2. ส่วนนอกออกมาเป็นชั้นของ lipids มีประมาณ 3% โดยน้ำหนักของอนุภาค โดยปริมาณ lipid ที่อยู่ในอนุภาคยางขึ้นกับพันธุ์ยาง

3. ส่วนนอกสุดเป็นส่วนของโปรตีน มีประมาณ 1% โดยน้ำหนักของอนุภาคยาง ทำหน้าที่เป็นชั้นหุ้มอนุภาคยาง ส่วนใหญ่ได้แก่ ∝ - globulin ชั้นของโปรตีนมีความสำคัญมาก เพราะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของอนุภาคยาง คือ กำหนดชนิดของประจุ ซึ่งได้แก่ ประจุไฟฟ้าลบ กำหนดคุณสมบัติ Electrophoretic และกำหนดเสถียรภาพของน้ำยาง

2.3.2 ของเหลวที่เป็นตัวกลาง (Serum)

ส่วนนี้เป็นสารละลาย เป็นส่วนที่อนุภาคยางและส่วนที่ไม่ใช่ยางแขวนลอยอยู่ สารที่ละลายอยู่ภายในเป็นสารประกอบมีหลายชนิดดังนี้

(1) สารประกอบโพลีไฮดริค (polyhydric) ส่วนใหญ่ได้แก่ คิวบราชิทอล (Quebrachitol) มีอยู่ประมาณ 1% ส่วนคาร์โบไฮเดรตมีอยู่น้อยมาก ได้แก่ กาแลคโตส กลูโคส ฟรัคโตส

(2) โปรตีนและกรดอะมิโน

มีโปรตีนหลายชนิดที่มีค่า iso – electric points หลายค่าที่ละลายอยู่ในเซรุ่ม แต่ที่สำคัญนั้นมีอยู่ 2 ชนิด คือ แอลฟาโกลบูลิน (∝ - globulin) และ เฮวีน (hevein)

สำหรับกรดอะมิโนขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ที่พบในน้ำยางมีอยู่ประมาณ 0.1% ของน้ำหนักน้ำยาง ส่วนใหญ่ที่พบได้แก่ ลิวซีน (leucine), ไอโซลิวซีน (isoleucine), อลานีน (alanine), ฟีนิลอลานีน (phenylalanine)

นอกจากโปรตีนและกรดอะมิโนในเซรุ่มยังมีสารประกอบจำพวกเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบด้วย ยกตัวอย่างเช่น โคลีน (choline), เมทิลเอมีน (methyl amine), กรดอินทรีย์ ไซยาไนด์ (cyanide), อนุมูลลบอนินทรีย์ เช่น ฟอสเฟต (phosphate), คาร์บอเนต (carbonate), ไอออนโลหะหนัก ได้แก่ โปแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก โซเดียม และทองแดง

(3) ส่วนที่อยู่ล่างสุดหลังการปั่น (bottom fraction)

ส่วนนี้เป็นส่วนที่มีน้ำหนักหรือความถ่วงจำเพาะมากที่สุด ดังนั้น เมื่อนำไปปั่นด้วยแรงเหวี่ยงขนาด 200,000 รอบต่อนาที ส่วนนี้จะรวมตัวกันอยู่ก้นสุด แต่ในสภาพน้ำยางสด องค์ประกอบเหล่านี้จะแขวนลอยอยู่ในตัวกลางปนกันอยู่กับอนุภาคยาง องค์ประกอบเหล่านี้ประกอบด้วย ลูทอยด์ (lutoids) เป็นสำคัญ

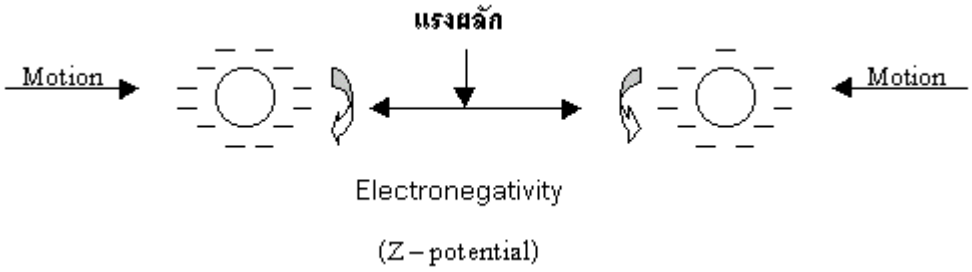
ลูทอยด์ มีลักษณะคล้ายกับอนุภาคยาง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเชิงเดี่ยวหุ้มอยู่ด้านนอก ด้านในมีทั้งสารละลายและสารที่แขวนลอยอยู่ ลูทอยด์เป็นอนุภาคที่แตกง่าย เพราะหุ้มด้วยเนื้อเยื่อชั้นเดียว จึงเกิดการออสโมซิส (osmosis) ได้ง่าย สังเกตได้จากการเติมน้ำลงในน้ำยางสดใหม่ ๆ น้ำยางจะหนืดขึ้น เพราะลูทอยด์เกิดออสโมซิสดูดน้ำเข้าไปจึงพองตัวออก ทำให้น้ำยางมีความหนืดสูงขึ้น แต่ภายหลังความหนืดของน้ำยางจะลดลง เพราะว่าเมื่อลูทอยด์พองตัวเต็มที่แล้วจะแตก ความหนืดจึงลดลง ดังนั้น น้ำยางที่เติมด้วยแอมโมเนียจึงไม่พบลูทอยด์เหลืออยู่ นอกจากนี้ ความร้อนก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลูทอยด์แตกได้ ดังนั้น ในสภาพภูมิอากาศเขตร้อน หลังการกรีดน้ำยางออกมาจึงไม่พบลูทอยด์

เมื่อลูทอยด์แตก ของเหลวภายในซึ่งมีสารแขวนลอยที่มีประจุบวก เช่น กรดและไอออนโลหะ ได้แก่ Ca^{++} และ Mg^{++} (pH 5.4) จะไหลปนกับของเหลวในเซรุ่มซึ่งมีอนุภาคที่มีประจุลบแขวนลอยอยู่ เช่น อนุภาคยาง เป็นต้น จึงเป็นสาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้น้ำยางธรรมชาติเกิดการจับก้อน

2.4 ลักษณะเชิงโครงสร้างของน้ำยางสด

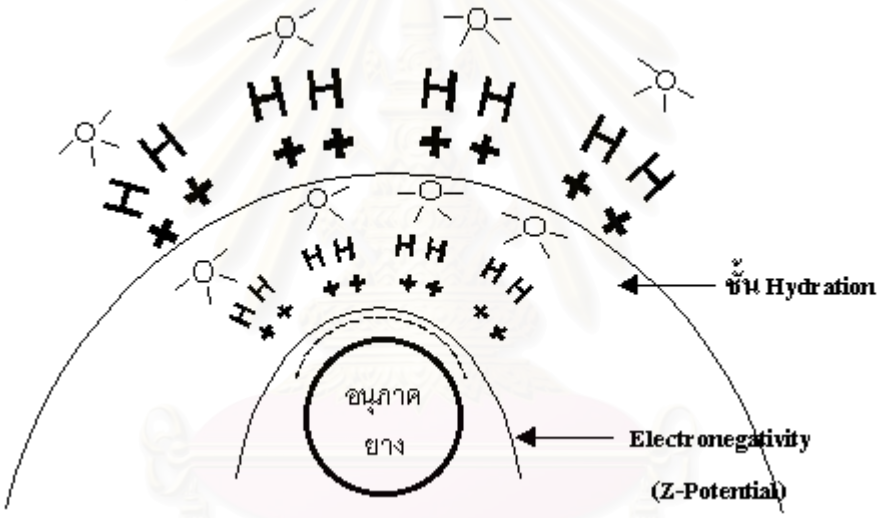
อนุภาคยางยังมีการเคลื่อนไหวอยู่ โดยอนุภาคยางกระจายตัวและเคลื่อนที่ภายในตัวกลางได้โดยไม่ลอยเป็นครีมที่ผิวด้านบนของของเหลวตัวกลางนั้น เพราะแรงที่เกิดจากการเคลื่อนไหวมีมากกว่าแรงลอยตัวของแรงโน้มถ่วง

แรงผลักดันของประจุไฟฟ้า อนุภาคยางมีประจุไฟฟ้าลบ ดังนั้น เมื่อลอยเข้าใกล้กันจะเกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน ทำให้อนุภาคยางแยกออกจากกัน (electronegativity or Z – potential) (รูปที่ 2.3)



รูปที่ 2.3 การเกิดแรงผลักดันซึ่งกันและกันของอนุภาคยาง

กันชนเชิงกล (physical buffering) เกิดจากการที่โปรตีนบนผิวของอนุภาคเกาะกับน้ำเป็นจำนวนมาก เนื่องจากน้ำเป็นสารที่มีขั้ว (polar material) จึงเป็นการป้องกันประจุลบของผิวอนุภาคยางได้ (รูปที่ 2.4)



รูปที่ 2.4 การป้องกันประจุไฟฟ้าบนอนุภาคยางของชั้นน้ำ

2.5 การรักษาสภาพและการเสียสภาพของน้ำยาง

น้ำยางจัดเป็นสารแขวนลอยที่มีส่วนของอนุภาคยาง (rubber particle) แขวนลอยกระจัดกระจายอยู่ในตัวกลางที่เรียกว่า เซรุ่ม (serum) และมีส่วนประกอบของโปรตีนดูดซับอยู่บริเวณรอบผิวของอนุภาคยางโดยห่อหุ้มอนุภาคยางไว้ ชั้นห่อหุ้มนี้มีความสำคัญต่อสถานะความคงตัวเป็นของเหลวของน้ำยาง เพราะชั้นโปรตีนนี้จะป้องกันไม่ให้แต่ละอนุภาคยางมารวมกัน หากมีการสูญเสียน้ำ (dehydrated) ในชั้นของโปรตีนที่ห่อหุ้มอนุภาคยางอยู่ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยการเติมแอลกอฮอล์หรือสารบางอย่างลงในน้ำยาง น้ำยางจะสูญเสียความคงตัวและเกิดการรวมของอนุภาคยางจับกันเป็นก้อนยาง เรียกว่า โคแอกกูลัม (coagulum) แยกออกจากส่วนของเซรุ่ม

นอกจากนี้ชั้นของโปรตีนจะทำหน้าที่รักษาความคงสถานะเป็นของเหลวให้น้ำยางแล้ว ความคงสถานะของเหลวของน้ำยางยังเนื่องมาจากประจุไฟฟ้าลบรอบ ๆ อนุภาคยางซึ่งทำให้เกิดแรงผลักระหว่างอนุภาคยาง และเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยรักษาสถานะการกระจัดกระจาย (dispersion) ของอนุภาคยางทำให้น้ำยางเป็นของเหลวอยู่ได้ ถ้าหากเกิดผลกระทบกระเทือนที่ทำให้ประจุไฟฟ้าลบลดลง อนุภาคยางก็จะรวมกันได้ ขนาดอนุภาคจะใหญ่ขึ้น การเคลื่อนย้ายกระจัดกระจายของอนุภาคก็ค่อย ๆ ลดลงทำให้เกิดโคแอกกูลัม ในทางตรงกันข้ามหากประจุไฟฟ้าลบที่อยู่รอบอนุภาคยางเพิ่มขึ้นความคงสถานะเป็นน้ำยางก็จะเพิ่มขึ้น

น้ำยางสดเมื่อตั้งทิ้งเอาไว้ในสภาพธรรมชาติ จะจับตัวแข็งโดยธรรมชาติภายในเวลา 4-24 ชั่วโมง สาเหตุเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในน้ำยางดังนี้

2.5.1 การแตกของอนุภาคลูทอยด์

เมื่ออนุภาคลูทอยด์แตกจะปล่อยประจุไฟฟ้าบวกจากส่วนที่เป็น B-เซรุ่ม และจากโลหะธาตุเข้าไปในส่วนที่เป็นเซรุ่มของน้ำยาง ซึ่งจะทำให้ประจุบวกเหล่านี้ไปจับตัวกับประจุลบบนอนุภาคยาง ทำให้อนุภาคยางเปลี่ยนสถานะทางไฟฟ้าไปเป็นสภาพที่เป็นกลาง

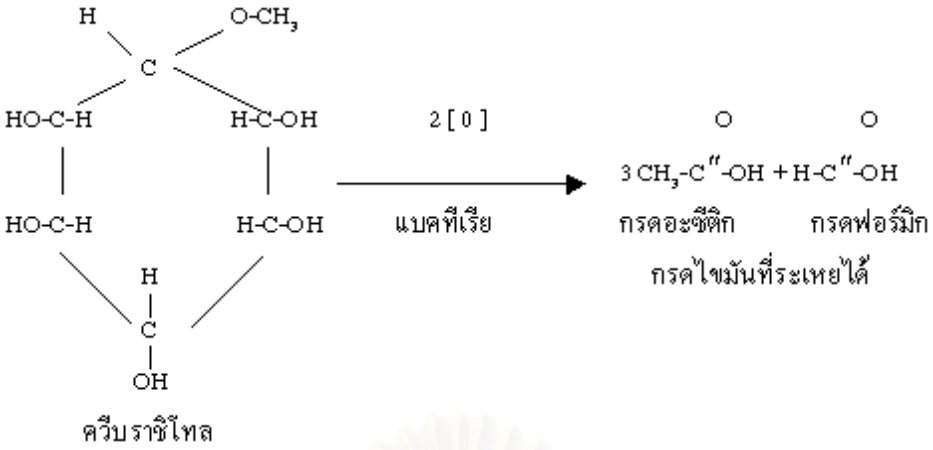
2.5.2 การเกิดกรดในน้ำยาง

กรดในน้ำยางเกิดขึ้นจากการที่แบคทีเรีย หรือจุลินทรีย์ (ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรีย) ในน้ำยางเข้าไปย่อยองค์ประกอบส่วนที่ไม่ใช่ยางให้เกิดกรด องค์ประกอบดังกล่าวได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไลปิด (Lipids) แต่ส่วนใหญ่แล้วเป็นพวกคาร์โบไฮเดรต

แบคทีเรียจะติดอยู่ตามรอยกรีดบนหน้ายาง ตามถ้วยรับน้ำยาง ตลอดจนตามภาชนะเก็บน้ำยางและอุปกรณ์การกรีดอื่น ๆ ดังนั้น เวลากรีดยางจึงเข้าไปในน้ำยางได้โดยง่าย และโดยที่น้ำยางมีสารอาหารที่เหมาะแก่การเจริญเติบโต มีสภาพความเป็นกรดที่ pH 6.8-7.0 ภายใต้อุณหภูมิของภูมิอากาศเขตร้อนประมาณ 30-35 $^{\circ}$C ซึ่งนับว่าใกล้เคียงกับสภาพความต้องการสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียมาก ที่ต้องการความเป็นกรดที่ pH 7-8 อุณหภูมิที่ 42 $^{\circ}$C

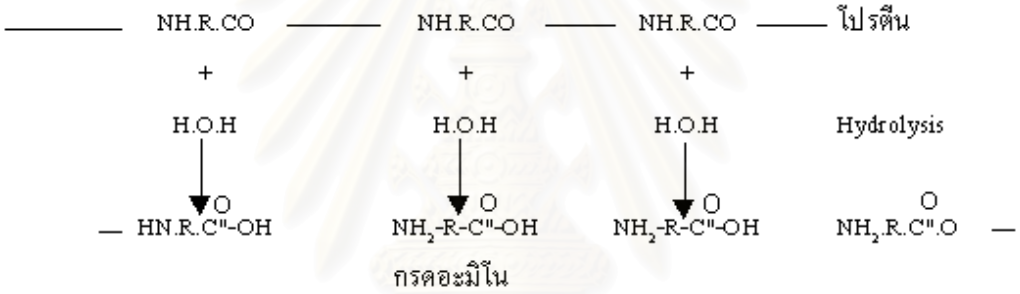
2.5.3 การย่อยสารคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรีย

คาร์โบไฮเดรต ส่วนใหญ่ที่อยู่ในเซรุ่มได้แก่ ควีบราชิ-โทล ซึ่งแบคทีเรียย่อยให้เป็นกรดได้ดังสมการ กรดไขมันที่เกิดขึ้นจะทำให้น้ำยางเสียเสถียรภาพ



2.5.4 การสลายตัวของโปรตีน

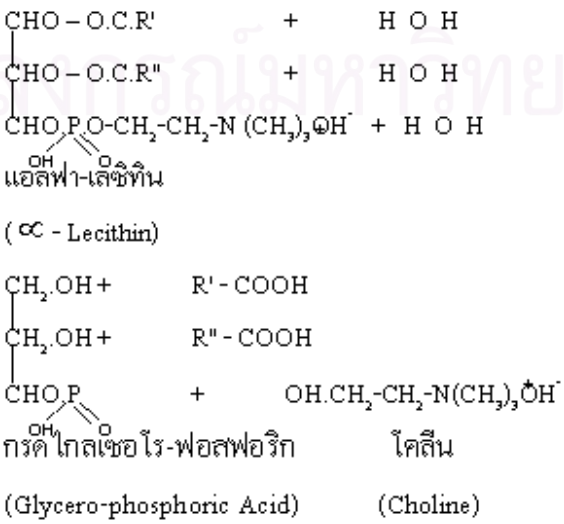
ในน้ำยางมีน้ำย่อยที่เรียกว่า ไฮโดรเลส (Hydrolase) น้ำย่อยตัวนี้จะช่วยให้โปรตีนละลายตัวในน้ำได้ดีขึ้น



กรดอะมิโนเหล่านี้จะค่อย ๆ เกิดขึ้น และจะมีปริมาณไม่มาก ไม่ได้ทำให้กรดไขมันที่ระเหยได้สูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำยางข้น

2.5.5 การสลายตัวของไลปิด

ไลปิดก็เช่นเดียวกันกับโปรตีน คือ สลายตัวด้วยน้ำ โดยมีเอมไซม์เป็นตัวช่วย ดังนี้



การสลายตัวเกิดขึ้นช้ามากหลายชั่วโมงภายหลังจากกรีด จะทำให้ค่า KOH No. ในน้ำยางข้นสูง คือ โมเลกุลของน้ำที่หุ้มห่ออยู่รอบ ๆ อนุภาคยางเป็นตัวกลางช่วยกีดกั้นไม่ให้อนุภาคยางมารวมตัวกัน

น้ำยางเมื่อเสียความคงสภาพการเป็นน้ำยางจะด้วยวิธีการใด ๆ ก็ตาม ส่วนของอนุภาคยางจะรวมตัวหรือจับตัวเกาะกันเป็นก้อน และแยกตัวออกจากส่วนที่เป็นเซรุ่มในที่สุดอาจแบ่งความแตกต่างของลักษณะการจับตัวของอนุภาคยางได้เป็น 3 แบบ คือ แบบแรกเรียกว่า เจล (gel) และกระบวนการที่ก่อให้เกิดเจล (gelation) โดยกระบวนการนี้น้ำยางจะค่อย ๆ เปลี่ยนสภาพของของเหลวไปเป็นสภาพกึ่งแข็งของเจลที่มีขนาดและรูปร่างเท่ากับเมื่อแรกก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อเกิดกระบวนการเกิดเจลแล้วมักจะมีกระบวนการตามมาคือ กระบวนการหดตัวของเจลซึ่งส่วนของเซรุ่มจะถูกบีบออกในปริมาตรที่เท่ากับปริมาตรของการหดตัวของเจล กระบวนการบีบเซรุ่มออกมานี้เรียกว่า ซีเนอรีซีส (syneresis) แบบที่สองของการจับตัวของอนุภาคยางเรียกว่ากระบวนการโคแอกกูเลชัน (coagulation) การจับตัวแบบนี้ ก้อนยางจะแยกออกจากส่วนของน้ำและลอยอยู่ในตัวกลาง ก้อนยาง (coagulum) นี้ประกอบด้วยส่วนของอนุภาคโพลีเมอร์ที่รวมตัวกันและมีส่วนของเซรุ่มซึ่งติดอยู่ภายในก้อนยาง แบบสุดท้ายของการจับตัวแบบนี้จะก่อให้เกิดเม็ดเล็ก ๆ ของก้อนยางที่จับตัวเป็นจำนวนมากมาย ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ากระบวนการฟลอกคิวเลชั่นก็คือ micro coagulation นั่นเอง ความต้องการให้น้ำยางจับตัวแบบต่าง ๆ ดังกล่าวนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการผลิตวัสดุต่าง ๆ อนึ่งความไม่คงตัวของน้ำยางเกิดขึ้นได้โดยสารเคมีที่ทำให้น้ำยางจับตัว (chemical coacervants) หรือโดยตัวการที่ก่อให้เกิดความไม่คงตัวทางกายภาพ (physical destabilising agencies)

การรับซื้อน้ำยางสดป้อนโรงงาน

เนื่องจากสภาพสวนยางของเมืองไทย เป็นสวนยางขนาดเล็กพื้นที่ 10-15 ไร่ กระจัดกระจายกันอยู่ทั่วไปเป็นส่วนใหญ่ ลักษณะเช่นนี้เป็นข้อจำกัดทำให้การลำเลียงน้ำยางจากสวนสู่โรงงานน้ำยางข้น ผลจากการที่ต้องเสียเวลาและกำหนดเวลาที่แน่นอนไม่ได้ ทำให้กำหนดปริมาณสารเคมีถนอมน้ำยางให้ถูกต้องได้ยาก ผลที่ตามมาก็คือ ควบคุมปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ในน้ำยางสดได้ยาก

ปัจจัยที่จะต้องพิจารณาในการซื้อน้ำยางป้อนโรงงาน

ความสามารถในการถนอมน้ำยางได้เร็วหรือช้า น้ำยางสดยิ่งสามารถถนอมได้เร็วเท่าไรยิ่งสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดีเท่านั้น (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 อิทธิพลของเวลาที่มีต่อการเก็บรักษาน้ำยาง

แอมโมเนียที่เติม (% ต่อชั่วโมงหลังจากการกรีด)	จำนวนกรดไขมันที่ระเหยได้ ที่เวลา (วัน)	
	10	50
1.0 (1 ชม.)	0.02	0.03
0.05 (1 ชม.) + 0.95 (9 ชม.)	0.03	0.07
0.05 (5 ชม.) + 0.95 (9 ชม.)	0.06	0.09
1.0 (9 ชม.)	0.06	0.13

ระยะเวลาในการถนอมน้ำยางด้วยแอมโมเนีย การที่จะใช้ปริมาณแอมโมเนียเท่าไรในการถนอมน้ำยางนั้น จะต้องคิดจนถึงเวลาที่น้ำยางหยดสุดท้ายของชุดนั้นจะต้องปล่อยเข้าเครื่องปั่น โดยทั่วไปแล้วน้ำยางที่ถนอมด้วยแอมโมเนีย 1.6% ของน้ำหนักของน้ำยาง หรือประมาณ 1.04% ของน้ำหนักของน้ำยาง จะสามารถเก็บรักษาน้ำยางได้นานถึง 72 ชั่วโมง

การเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียในน้ำยาง กรดไขมันที่ระเหยได้ เป็นผลที่เกิดจากการย่อยสารพวกแป้งของแบคทีเรีย ดังนั้น กรดไขมันจึงเป็นผลโดยตรงของจำนวนแบคทีเรียในน้ำยาง

โดยทั่วไป ภายหลังจากกรีดเสร็จใหม่ ๆ น้ำยางสด 1 มิลลิลิตร จะมีจำนวนแบคทีเรียอยู่ประมาณ 10,000 ตัว และจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าทุก ๆ 20 นาที เช่นกัน (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 การเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียในน้ำยาง (Morris, 2530)

เวลา	จำนวนแบคทีเรียต่อมิลลิลิตร
3.00	10,000
3.20	20,000
3.40	40,000
4.00	80,000
4.20	160,000
4.40	320,000
5.00	640,000
5.20	1,280,000
5.40	2,560,000
6.00	5,120,000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การชะงักการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเมื่อถูกสารถนอมน้ำยาง เมื่อถูกสารถนอมน้ำยางแบคทีเรียส่วนหนึ่งจะตายทันที ส่วนที่เหลือจะค่อยขยายตัวเพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่แบคทีเรียขยายตัวเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ภายหลังจากที่ได้รับสารต้านเชื้อ เรียกว่า เวลาขยายตัว ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามปริมาณของสารที่ใช้

ตารางที่ 2.3 อัตราการทำลายแบคทีเรียของแอมโมเนีย (Morris, 2530)

ประสิทธิภาพ	แอมโมเนียที่เติมเพิ่ม	แอมโมเนียที่เติม		
	0.1 %	0.30%	0.40%	0.50%
การทำลาย (%)	20	90	94	96
เวลาขยายตัว (นาที)	70	40	60	90

การทดสอบคุณสมบัติน้ำยางสด

น้ำยางสดเมื่อรับเข้าในโรงงานแล้ว จะต้องทดสอบคุณสมบัติที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1. หาปริมาณเนื้อยางแห้ง เพื่อใช้คิดเงินให้กับลูกค้า และใช้พิจารณาปรับเครื่องปั่น
2. หากรดไขมันที่ระเหยได้ในกรณีที่ไม่แน่ใจ เช่น จากลูกค้ารายใหม่ หรือพ่อค้าเร่ เพื่อประเมินปริมาณไดแอมโมเนียม ไฮโดรเจนฟอสเฟต ที่จะต้องเติม

2.6 น้ำยางข้น

น้ำยางสดจากต้นยางโดยปกติมีปริมาณเนื้อยางแห้งเพียงประมาณ 25-45 % หรือเฉลี่ยเพียง 35% นอกนั้นเป็นน้ำเสียส่วนใหญ่ ซึ่งไม่เป็นการประหยัดเลยหากว่าจะต้องทำการขนย้ายน้ำยางสดจากสวนไปสู่โรงงานที่อยู่ใกล้ ๆ วิธีการปฏิบัติกันในกรณีต้องการใช้ยางในสถานะของน้ำยางไปผลิตเป็นวัตถุสำเร็จรูป คือ ทำให้น้ำยางมีความเข้มข้นเป็น 60% เนื้อยางแห้ง ซึ่งการขนย้ายน้ำยางในสถานะที่ข้นขึ้นย่อมประหยัดและได้เปรียบกว่า และกรรมวิธีการผลิตวัตถุสำเร็จรูปยางประเภทที่ต้องใช้น้ำยางเป็นวัตถุดิบเป็นต้นว่า กรรมวิธีจุ่มแบบพิมพ์ (dipping process) เช่น การผลิตลูกโป่ง ผลิตถุงมือยาง กรรมวิธีผลิตยางฟองน้ำ (latex foam process) กรรมวิธีผลิตผ้าใบฉาบด้วยยาง (coating) กรรมวิธีเหล่านี้ต้องใช้น้ำยางที่มีเนื้อยางอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 60% และอีกประการหนึ่งน้ำยางจะข้นจะให้ผลผลิตที่มีคุณภาพสม่ำเสมอดีกว่าน้ำยางสด ทั้งนี้เนื่องด้วยสารพวกที่ไม่ใช่ยางข้นจะให้ผลผลิตที่มีคุณภาพสม่ำเสมอดีกว่าน้ำยางสดข้นขึ้น การกล่าวถึงยางธรรมชาติในความหมายของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตวัตถุสำเร็จรูปมักจะหมายถึงน้ำยางในลักษณะที่ทำให้ข้นแล้ว

การผลิตน้ำยางข้น

วิธีการสำคัญสำหรับการผลิตน้ำยางข้น คือ วิธีระเหยน้ำ (evaporation) วิธีการทำให้เกิดครีม (creaming) วิธีการปั่น (centrifuging) และวิธีการแยกด้วยไฟฟ้า (electrodecantation) วิธีแรกเป็นการะเหยหรือแยกเอาแต่ส่วนของน้ำเพียงอย่างเดียวออกจากน้ำยาง ดังนั้นปริมาณของสารที่ไม่ใช่ยาง (ที่นอกเหนือจากน้ำ) จึงยังคงอยู่ในน้ำยางข้นและอนุภาคขนาดต่าง ๆ ของยางที่กระจายอยู่ในน้ำยางก็ยังคงเหมือนเดิม ส่วนวิธีการ 3 วิธีหลังนั้นเป็นวิธีการที่มีการแยกเอาบางส่วนของสารอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ยางออกด้วย อนุภาคต่าง ๆ ของยางที่กระจายอยู่ในน้ำยางที่ข้นแล้วนี้จะต่างไปจากที่อยู่ในสถานะน้ำยางก่อนทำให้ข้น เพราะอนุภาคยางขนาดเล็ก ๆ ได้ถูกแยกออกระหว่างกรรมวิธีการผลิตน้ำยางข้น วิธีการผลิตน้ำยางข้นทั้ง 4 วิธีดังกล่าว วิธีการปั่นน้ำยางเป็นวิธีที่นิยมและทำกันเป็นการค้ามากที่สุด ส่วนวิธีอื่น ๆ นั้นจำกัดการใช้ เพราะเป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยาก สิ้นเปลืองเวลาจึงไม่ค่อยนิยมทำเป็นการค้า

1. วิธีการระเหยน้ำ น้ำยางสดจากสวนก่อนการทำให้ข้นโดยวิธีการระเหยน้ำจะต้องเติมสารที่ทำให้น้ำยางคงตัว (Stabilizers) เช่น potassium soap เสียก่อนการระเหยน้ำออกจากน้ำยางจะเกิดขึ้นภายในถัง หรือภาชนะที่หมุนได้รอบ ๆ แกนตามแนวนอนและถังนี้ถูกให้ความร้อนรอบ ๆ ถัง โดยวิธีการระเหยน้ำจากน้ำยางจะทำให้ได้น้ำยางข้นซึ่งมีส่วนประกอบโดยประมาณ คือ ส่วนของแข็งทั้งหมด 75% ปริมาณเนื้อยาง 60% caustic potash 1.5% และสารพวกช่วยทำให้น้ำยางคงตัวกับสารโปรตีนและสารอื่น ๆ อีก 13.5% น้ำยางข้นที่ได้จากวิธีนี้มีความคงสภาพเป็นน้ำยางดีมาก จึงเหมาะสำหรับการที่จะต้องขนย้ายน้ำยางไปไกล ๆ และเหมาะกับการนำไปผลิตวัตถุสำเร็จรูปประเภทที่ต้องใส่พวกสารเพิ่ม (filler) จำนวนมาก ตัวอย่างเช่น การผลิตกาว (latex-cement) น้ำยางนี้เหมาะหรือใช้ได้ผลดีกรณีที่ต้องการนำไปทำกาวประเภทที่สารอื่น ๆ ที่อยู่ในน้ำยางและคุณสมบัติความคงตัวของน้ำยางเป็นข้อได้เปรียบกับการทำกาวนั้น ๆ

2. วิธีการทำให้เกิดครีม น้ำยางธรรมชาติไม่ว่าอยู่ในสถานะสด (fresh latex) หรือสถานะที่มีการใส่สารเคมีรักษาสภาพน้ำยางแล้ว (preserved latex) ประกอบด้วยระบบของสารละลายคอลลอยด์แบบอีมัลชันของอนุภาคยางที่แขวนลอยอยู่ในตัวกลางที่เรียกว่าเซรุ่ม อนุภาคเล็ก ๆ ของยางที่แขวนลอยอยู่ในเซรุ่มแสดงการเคลื่อนไหวแบบ Brownian (เคลื่อนไหวในทุกทิศทางอย่างไม่เป็นระเบียบ) และการเคลื่อนไหวของอนุภาคยางในน้ำยางสดจะรวดเร็วกว่าของน้ำยางที่ใส่สารเคมีรักษาสภาพและเนื่องจากอนุภาคของยางเบากว่าเซรุ่ม ดังนั้นอนุภาคยางเหล่านี้จึงมีแนวโน้มลอยตัวขึ้นสู่ผิวของน้ำยางได้ ดังนั้นการแยกตัวของอนุภาคยางเกิดเป็นลักษณะครีมอยู่ผิวหน้าน้ำยางจะรวดเร็วขึ้นถ้าอนุภาคยางมีลักษณะใหญ่ขึ้น และอนุภาคยางจะใหญ่ขึ้นได้เมื่อเติมสารพวกคอลลอยด์ที่จะไปทำหน้าที่พอกหรือเคลือบอนุภาคยาง สารนี้จึงเรียกว่าเป็นตัวการทำให้เกิดครีม-creaming agent ตัวอย่างสารพวกนี้ได้แก่ sodium alginate, locust bean gum, gum Karaya, gum tragacanth เป็นต้น อนึ่งการผลิตน้ำยางข้นโดยวิธีทำให้เกิดครีมในปัจจุบันไม่นิยมผลิตกัน เพราะยุ่งยากและสิ้นเปลืองเวลา แต่เป็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับวิธีการนี้ คือสามารถทำให้น้ำยางข้นที่ผลิตโดยวิธีนี้บริสุทธิ์ และมีโปรตีนน้อยลงเมื่อผ่านกรรมวิธีการทำให้เกิดครีมซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

3. วิธีการปั่น เครื่องปั่นน้ำยางข้นมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ แต่แบบที่นิยมใช้กันคือ de Laval หลักการสำคัญของเครื่องประกอบด้วยการปั่นแยกน้ำยางโดยอาศัยเครื่องปั่นความเร็วสูงประมาณ 6,000 รอบ/นาที และภายในของเครื่องประกอบด้วยชุดของจานแยก (seperator discs) วางซ้อน ๆ กัน จำนวนหลายชั้น น้ำยางจะถูกป้อนเข้าเครื่องผ่านที่จ่ายน้ำยาง (distributor) ลงสู่ก้นถังปั่น และจากนี้น้ำยางจะไหลผ่านชุดของจานแยกซึ่งมีรูให้น้ำยางไหลเข้าสู่ภายในของถังปั่น ด้วยการปั่นความเร็วสูงน้ำยางจะถูกแยกออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งเป็นส่วนของเนื้อยางจะไหลเข้าหาศูนย์กลางของเครื่องปั่นและลอยตัวไหลออกตามทางออกด้านบนสู่ถังเก็บน้ำยางข้น ส่วนอีกส่วนหนึ่งของน้ำยางที่ถูกแยกจะเป็นส่วนของหางน้ำยาง (skim latex) ไหลออกจากศูนย์กลางของเครื่องปั่นสู่ทางออกของหางน้ำยางและลงสู่ถังเก็บหางน้ำยาง

ปกติน้ำยางข้นที่ได้จากเครื่องปั่นจะมีความเข้มข้นประมาณ 60% เนื้อยางแห้งเครื่องปั่นน้ำยางขนาดเล็ก ๆ สามารถผลิตน้ำยางข้นได้วันละ 200-250 แกลลอน และเครื่องขนาดใหญ่อาจผลิตน้ำยางข้นได้ถึงวันละ 450 แกลลอน และปกติการเดินเครื่องปั่นจะทำติดต่อกันได้อย่างมากครั้งละเพียง 6 ชั่วโมง เพราะจำต้องหยุดเครื่องเพื่อทำความสะอาดเครื่องปั่น ล้างพวกตม (sludge) ที่ติดเครื่องปั่น

4. วิธีการแยกด้วยไฟฟ้า จากการที่ในสถานะของน้ำยางสด อนุภาคยางที่แขวนลอยในเซรุ่มต่างถูกห่อหุ้มด้วยอนุมูลคาร์บอกซิเลต (carboxylate ion) ที่มีประจุเป็นลบ ดังนั้นจึงสามารถที่จะอาศัยไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการแยกส่วนของเนื้อยางจากส่วนของเซรุ่มได้ โดยวิธีการจุ่มขั้วไฟฟ้าที่เป็นขั้วบวก (anode) ลงในน้ำยางที่ได้เติมสารเคมีช่วยทำให้น้ำยางคงตัวไว้แล้ว อนุภาคยางซึ่งมีประจุเป็นลบจะค่อย ๆ เคลื่อนไปรวมอยู่ทางขั้วบวกและลอยตัวสูงขึ้นสู่ผิวหน้าของน้ำยางในที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่นของอนุภาคยางต่ำกว่าความหนาแน่นของเซรุ่ม อย่างไรก็ตามวิธีการทำน้ำยางให้ข้นโดยใช้ไฟฟ้านี้เป็นวิธีที่ยุ่งยากและไม่ประหยัดจึงไม่เป็นที่นิยมกัน

2.7 สารเคมีรักษาสภาพน้ำยาง

น้ำยางเมื่อไหลออกจากต้นจะมีแบคทีเรียในอากาศและในสภาพแวดล้อมลงปะปนใช้สารที่ไม่ใช่อนุภาคยางเป็นอาหาร สารที่เป็นอาหารของแบคทีเรียส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส แม้ว่าโดยปกติจะมีน้ำตาลเหล่านี้อยู่ในน้ำยางในปริมาณน้อย แต่เนื่องจากในน้ำยางมีน้ำตาลซูโครสประมาณ 0.1 ถึง 1.0% ที่สามารถเปลี่ยนเป็นกลูโคสและฟรุคโตสได้โดย enzyme invertase ที่มีอยู่ในน้ำยาง ปฏิกิริยาที่แบคทีเรียย่อยสลายน้ำตาลนั้นจะเกิดกรด ซึ่งเป็นกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acid ; VFA) พวก formic, acetic, propionic เป็นส่วนใหญ่และมีกรดอื่น ๆ บ้างเล็กน้อย นอกจากนี้สารพวก lipid ที่มีอยู่ในน้ำยางเกิดการ hydrolyse กลายเป็นกรดไขมัน กรดไขมันนี้จะเข้าไปแทนที่สารโปรตีนที่หุ้มอนุภาคยางอยู่และกรดไขมันเหล่านี้ยังทำปฏิกิริยากับโลหะไอออนพวก แคลเซียม แมกนีเซียม ที่มีอยู่ในน้ำยางทำให้เกิดการเสียสถานะการเป็นของเหลวของน้ำยาง ดังนั้นน้ำยางสดที่เดิมตอนไหลออกจากต้นมีสถานะเป็นเบสจะถูกเปลี่ยนสถานะเป็นกรดได้หากไม่มีการเติมสารเคมีรักษา

น้ำยาง (preservatives) สภาวะเป็นกรดจะทำลายชั้นโปรตีนที่ห่อหุ้มอนุภาคยางอยู่ ทำให้น้ำยางเสียความคงสถานะเป็นของเหลวโดยความหนืดเพิ่มขึ้น และจับตัวเป็นเม็ดเล็ก ๆ ที่ชาวบ้านเรียกว่า “เม็ดพริก” มีกลิ่นเหม็นของสารบูดเน่าภายในเวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมงนับจากไหลออกจากต้นยาง การจับตัวดังกล่าวเรียกว่า “การจับตัวที่เกิดตามธรรมชาติ” (natural or spontaneous coagulation) ซึ่งการเกิดช้าหรือเร็วนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ และคุณสมบัติการคงตัวของน้ำยางแต่ละพันธุ์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อน้ำยางเกิดเสียสถานะความเป็นของเหลวไปแล้วจะเกิดการแยกส่วนเป็นก้อนโคแอกกูลัมกับส่วนที่เป็นน้ำ คือ เซรุ่ม และมีกลิ่นบูดเหม็น ดังนั้นเพื่อป้องกันมิให้น้ำยางจับเป็นก้อนก่อนเวลาที่ต้องการหรือเพื่อให้น้ำยางอยู่ในสภาพของเหลวตามที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องเติมสารเคมีรักษาสภาพน้ำยาง

สารเคมีที่จะใช้รักษาสถานะของเหลวของน้ำยางควรมีคุณสมบัติดังนี้ (วราภรณ์, 2532)

1. สามารถทำลายแบคทีเรียหรือลดการทำงานและการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้
2. ควรส่งเสริมสถานะการเป็นสารแขวนลอยของน้ำยาง โดยการเพิ่มประจุและเพิ่มพลังงานระหว่างอนุภาคยางกับส่วนที่เป็นน้ำ (rubber-water interface) และเนื่องจากสภาพโดยธรรมชาติของน้ำยางเป็นเบส ดังนั้นสารเคมีรักษาสภาพน้ำยางควรเป็นเบสด้วย
3. ควรเป็นสารที่ทำให้พวกอนุมูลของโลหะหนักไม่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา โดยการกีดขวางการเกิดปฏิกิริยา หรือโดยการทำให้เกิดการตกตะกอนเป็นเกลือที่ไม่ละลายน้ำก็ได้ เนื่องจากอนุมูลของโลหะเป็นตัวการสำคัญในการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และไอออนโลหะเองโดยเฉพาะแมกนีเซียมทำให้น้ำยางเกิดการเสียสภาพ
4. สามารถระงับการทำงานของเอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำยาง
5. นอกจากสมบัติข้างต้นแล้ว สารรักษาสภาพของน้ำยางควรมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษต่อทั้งคนและทั้งเนื้อยาง ไม่ควรทำให้สีของน้ำยางหรือสีของยางที่แห้งแล้วเปลี่ยนแปลง ไม่ควรมีกลิ่นรุนแรงและไม่ควรก่อให้เกิดปัญหายุ่งยากต่อกระบวนการนำน้ำยางไปแปรรูปเพื่อใช้งาน มีราคาถูกและขนย้ายได้สะดวก

ปัจจุบันได้มีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับสารเคมีรักษาน้ำยางกันอย่างกว้างขวาง สารแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพการใช้งานแตกต่างกันออกไป การเลือกชนิดสารเคมีขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ว่า ต้องการรักษาน้ำยางสดเพื่อจะนำไปแปรรูปเป็นยางดิบชนิดใดหรือต้องการรักษาน้ำยางข้น ซึ่งจัดพวกตามลักษณะการใช้งานเป็นสารเคมีรักษาน้ำยางสด (กรมวิชาการเกษตร, 2532) คือ

1. เพื่อทำเป็นยางแห้ง
2. เพื่อทำเป็นน้ำยางข้น
3. สารเคมีรักษาน้ำยางข้น

2.7.1 สารเคมีรักษาน้ำยางสดเพื่อทำยางแห้ง

2.7.1.1 สารเคมีรักษาน้ำยางสดเพื่อทำยางแผ่นหรือยางเครพ

โดยปกติในการทำยางแผ่นถ้าเป็นสวนขนาดเล็กไม่จำเป็นที่ต้องเก็บรักษาน้ำยางก่อนทำแผ่น เพราะจะนำน้ำยางสดไปเข้ากระบวนการทำแผ่นยางทันทีหลังการกรีด แต่มีความจำเป็นในสวนขนาดใหญ่เพราะใช้เวลาในการรวบรวมน้ำยางเพื่อเข้ากระบวนการพร้อม ๆ กัน สารเคมีที่ใช้รักษาน้ำยางสดก่อนที่จะทำแผ่น ได้แก่ แอมโมเนีย (ammonia) โซเดียมซัลไฟต์ (sodium sulphite) ฟอมาลดีไฮด์ (formaldehyde) และสารอื่นบางชนิด ซึ่งรายละเอียดและวิธีการเตรียมสารเหล่านี้แสดงในภาคผนวก ก.

แอมโมเนีย

แอมโมเนียเป็นสารเคมีที่ทำลายแบคทีเรียมีฤทธิ์เป็นเบส ทำให้ประจุรอบอนุภาคยางเป็นลบยิ่งขึ้น และช่วยกำจัดไอออนแมกนีเซียมที่มีอยู่ในน้ำยาง

การชะงักการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย แอมโมเนียชะงักการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดังนี้

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4OH \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

$[OH^-]$ ที่เกิดขึ้นจะไปเพิ่มความเป็นเบสของน้ำยางขึ้นเป็น pH ประมาณ 9-10 ซึ่งเป็นสภาพที่แบคทีเรียไม่เจริญเติบโต

ส่วนกรด [R-COOH] ซึ่งอาจมีอยู่ก่อนบ้างแล้วในน้ำยางก็จะแตกตัว ดังนี้

$$R\text{-}COOH + OH^- \longrightarrow R\text{-}COO^- + H_2O$$

NH_4OH และ NH_3 ในสารละลายจะทำหน้าที่เป็นตัวฆ่าแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพ

แอมโมเนียจะทำให้การแตกของลูทอยด์สูงขึ้น แต่กรดที่ปล่อยออกมาจาก บี-เซรุ่ม จะอยู่ในสภาพเป็นกลาง การแยกเอาไอออนโลหะออก ไอออนโลหะที่สำคัญในน้ำยางสด ได้แก่ แมกนีเซียม (Mg^{++}) นอกจากนี้มีแคลเซียม (Ca^{++}) ซึ่งปนเข้าสู่น้ำยางจากน้ำประปา อย่างไรก็ตาม ฟอสเฟตไอออน (PO_4) ซึ่งมีอยู่ในน้ำยางโดยธรรมชาติ เมื่อน้ำยางมีการเติมแอมโมเนียก็เกิดการตกตะกอนในรูปของแมกนีเซียม แอมโมเนียฟอสเฟตแยกตัวออกไปในรูปขี้โล้ (sludge) ได้โดยง่าย ดังนี้

$$Mg^{++} + NH_4^+ + PO_4 \longrightarrow MgNH_4PO_4$$

สัดส่วนระหว่าง Mg^{++} และ PO_4 ในน้ำยางมีความสำคัญมาก เพราะหากมี Mg^{++} น้อยไปทำให้มี PO_4 เหลืออยู่ในน้ำยางภายหลังการตกตะกอน PO_4 ที่เหลือจะทำให้ KOH No. ในน้ำยางสูงขึ้นและทำให้ค่า MST ลดลง

การจำหน่ายแอมโมเนียอยู่ในรูปของแก๊สบรรจุท่อ การใช้งานจะต้องทำให้แก๊สแอมโมเนียอยู่ในรูปของสารละลายประมาณ 10% เสียก่อน เนื่องจากแอมโมเนียระเหยได้ง่าย จึงควรปิดภาชนะที่บรรจุสารละลายที่เตรียมไว้อย่างดีและเก็บในที่เย็น ขณะเปิดใช้ฝาภาชนะสารละลายแอมโมเนียควรค่อย ๆ เปิดฝาออกเพื่อให้โอกาสแก๊สค่อย ๆ กระจายออกก่อนจึงเปิดฝาออกเต็มที่

ในการทำยางแผ่นให้ใช้แอมโมเนีย 0.01% - 0.05% ต่อน้ำหนักน้ำยาง เพื่อรักษาความสดไว้ 3 – 10 ชั่วโมง การใช้แอมโมเนียสูงถึง 0.15% ต่อน้ำหนักยาง สามารถเก็บน้ำยางสดไว้ได้ประมาณ 1 – 2 วัน

การทำยางแผ่นจากน้ำยางสดที่รักษาไว้ด้วยแอมโมเนียจะทำให้ต้องเพิ่มปริมาณกรดที่จะทำให้น้ำยางจับตัว (coagulation) เช่น การใช้แอมโมเนีย 0.06% ต่อน้ำหนักยาง ต้องใช้กรดประมาณ 2 เท่าของปริมาณที่ใช้กับน้ำยางซึ่งไม่ได้รักษาด้วยแอมโมเนีย นอกจากนี้สีของแผ่นยางแห้งที่ได้จากน้ำยางซึ่งมีการรักษาด้วยแอมโมเนียจะมีสีคล้ำกว่าปกติ

ฟอมาลดีไฮด์

ฟอมาลดีไฮด์มีความสามารถทำลายแบคทีเรียได้ และอาจเป็นตัวกีดขวางการทำงานของเอนไซม์ด้วย ฟอมาลดีไฮด์จำหน่ายทั่วไปในรูปของสารละลาย 38% - 40% เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ฟอร์มาลีน การเก็บสารละลายนี้ต้องปิดภาชนะให้แน่นและเก็บในที่มืด เพราะสารนี้สามารถถูกออกซิไดซ์เป็นกรดฟอร์มิกได้ ดังนั้นการใช้ฟอมาลดีไฮด์จึงใช้ร่วมกับสารละลายที่มีความเป็นเบส เช่น โซเดียมซัลไฟต์ หรือหากใช้เพียงชนิดเดียวจะต้องทำให้ฟอมาลดีไฮด์เป็นกลางด้วยโซเดียมคาร์บอเนตเสียก่อน

การใช้ฟอมาลดีไฮด์รักษาน้ำยางใช้ในสถานะของสารละลายเจือจาง 1% (ปริมาตร/ปริมาตร) ปริมาณการใช้ขึ้นกับสภาพของต้นยางขณะกรีดยาง ถ้าต้นยางอยู่ในสภาพแห้งการใช้ฟอมาลดีไฮด์ปริมาณ 0.05% ต่อน้ำหนักน้ำยาง รักษาน้ำยางสดไว้ได้นาน 2 – 4 วัน แต่ถ้าต้นยางอยู่ในสภาพเปียกต้องใช้ปริมาณฟอมาลดีไฮด์ 0.05% - 0.2% ต่อน้ำหนักน้ำยาง เก็บรักษาน้ำยางสดไว้ได้นาน 2 – 3 วัน

แนะนำให้ใช้ฟอมาลดีไฮด์รักษาน้ำยางสดที่นำมาทำยางแผ่นในปริมาณ 0.06% - 0.09% ต่อน้ำหนักน้ำยาง (ขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศและพันธุ์ยาง) การใช้กรดทำให้น้ำยางที่รักษาด้วยฟอมาลดีไฮด์ใช้ในปริมาณปกติเช่นเดียวกับการใช้กับน้ำยางที่ไม่ได้เติมสารนี้ ยางแผ่นที่ได้จากน้ำยางซึ่งรักษาด้วยฟอมาลดีไฮด์จะมีสีคล้ำกว่าปกติ

โซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3)

โซเดียมซัลไฟต์ที่จำหน่ายมีลักษณะเป็นผงสีขาว มีส่วนผสม SO_2 ประมาณ 48% - 50% ไม่มีเสถียรภาพในสภาพอากาศร้อนควรเก็บในที่เย็นและในภาชนะปิด การใช้เติมในน้ำยางต้องทำให้โซเดียมซัลไฟต์เป็นสารละลาย ซึ่งจะมีฤทธิ์เป็นเบส โดยเตรียมเป็นสารละลาย 3% (น้ำหนัก/ปริมาตร) ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ต้องการใช้ เพราะสารละลายนี้เสียสภาพได้รวดเร็วเมื่อตั้งทิ้งไว้

ปริมาณโซเดียมซัลไฟต์ที่แนะนำให้ใช้คือ 0.05% - 0.08% ต่อน้ำหนักน้ำยาง รักษาน้ำยางสดได้นานประมาณ 12 – 14 ชั่วโมง และปริมาณ 0.1% ต่อน้ำหนักน้ำยาง รักษาน้ำยางสดได้ 24 ชั่วโมง แต่การใช้โซเดียมซัลไฟต์มากเกินไปจะต้องใช้กรดในการทำให้น้ำยางจับตัวมากกว่าปกติ เพื่อทำลายความเป็นเบสของโซเดียมซัลไฟต์ และแผ่นยางที่ได้จะแห้งช้ากว่าปกติ แผ่นยางจะมีลักษณะเหนียวเหนอะ เนื่องจากโซเดียมซัลไฟต์มีความสามารถดูดความชื้นได้ดี แต่ยางแผ่นที่ทำจากน้ำยางที่รักษาด้วยโซเดียมซัลไฟต์จะมีสีจางกว่ายางแผ่นที่ทำจากน้ำยางที่รักษาด้วยแอมโมเนียและฟอมาลดีไฮด์ และสีของยางจางกว่ายางแผ่นที่ทำจากน้ำยางซึ่งไม่ได้รักษาด้วยสารเคมีใด ๆ เลย ดังนั้นจึงมีการใช้โซเดียมซัลไฟต์ในการทำยางที่ต้องการสีขาว เช่น ยางแผ่นตากแห้งและยางเครพขาว

การใช้โซเดียมซัลไฟต์รักษาน้ำยางมักเกิดปัญหาแผ่นยางที่ได้มีฟองอากาศอยู่ด้วย เป็นผลให้คุณภาพยางที่ได้ต่ำลงไป จากการศึกษาพบว่าฟองอากาศเหล่านี้เป็นฟองของแก๊ส H_2S ที่อาจเกิดจากผลของปฏิกิริยาของแบคทีเรียกับโปรตีนในน้ำยาง

โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)

โซเดียมคาร์บอเนตเติมลงในน้ำยางเพื่อลดกรดที่เกิดจากปฏิกิริยาของแบคทีเรียกับน้ำตาลในน้ำยางสด จำหน่ายในลักษณะของแข็งสีขาว มีฤทธิ์เป็นเบสอ่อน ๆ การใช้ปริมาณ 0.1% ต่อน้ำหนักน้ำยางจะทำให้ความเป็นกรด - เบสของน้ำยางเพิ่มขึ้นประมาณ 7 และการใช้ในปริมาณนี้ไม่สามารถรักษาน้ำยางได้ แต่ถ้าใช้ในปริมาณ 0.2% ต่อน้ำหนักน้ำยาง สามารถเก็บรักษาน้ำยางได้นานกว่าปกติ 1 – 2 ชั่วโมง ปริมาณ 0.5% - 1.0% ต่อน้ำหนักน้ำยาง เก็บได้นานประมาณ 14 – 24 ชั่วโมง

โซเดียมเมตะไบซัลไฟต์ ($Na_2S_2O_5$)

โซเดียมเมตะไบซัลไฟต์มีฤทธิ์เป็นกรด มีจำหน่ายในลักษณะผงสีขาว มีส่วนประกอบของ SO_2 ประมาณ 60% - 67% มีความสามารถทำลายแบคทีเรียได้บ้าง เป็น reducing agent ช่วยทำลายเอนไซม์ที่ทำให้ยางมีสีคล้ำ การเติมสารละลายโซเดียมเมตะไบซัลไฟต์ 1% ต่อน้ำหนักน้ำยางสามารถลดความเป็นกรด - เบสของน้ำยางจาก 6.6 เป็น 5.9 ปกติจะใช้โซเดียมเมตะไบซัลไฟต์ในการทำยางเค

รพขาวและยางแผ่นตากแห้ง จากการทดลองพบว่า โซเดียมเมตะไบซัลไฟต์ 0.1% - 0.5% ต่อน้ำหนักน้ำยางสามารถรักษาน้ำยางได้ 24 ชั่วโมง แต่ในสภาพฝนตกอายุการรักษาน้ำยางจะสั้นลง

บอแรก ($Na_2B_2O_7$ $10H_2O$)

บอแรกมีฤทธิ์เป็นเบสอ่อน ๆ สามารถทำลายแบคทีเรียได้บ้าง ถ้าใช้ในปริมาณ 0.1% ต่อน้ำหนักน้ำยาง รักษาน้ำยางได้ 1 – 2 ชั่วโมง และถ้าใช้ 0.5% - 1.0% ต่อน้ำหนักน้ำยาง รักษาน้ำยางได้นาน 14 – 24 ชั่วโมง

2.7.1.2 สารเคมีรักษาน้ำยางสดเพื่อทำยางแท่ง

ยางแท่งชั้น 5 แอล เป็นยางแท่งที่มีสีจางผลิตจากน้ำยางสด สารเคมีที่ใช้รักษาน้ำยางสดที่จะนำไปผลิตเป็นยางแท่งชั้น 5 แอล จะต้องพิจารณาผลกระทบที่มีต่อสีของยาง การใช้แอมโมเนียหรือโซเดียมซัลไฟต์ 0.05% ต่อน้ำหนักน้ำยางรักษาน้ำยางได้นาน 4 ชั่วโมง จะได้ยางแท่งที่มีสีอยู่ในมาตรฐานของชั้น 5 แอล และการใช้ฟอมาลดีไฮด์ 0.05% ต่อน้ำหนักน้ำยางก็ให้ยาง 5 แอลได้ แต่สีที่ได้มีสีเข้มกว่ากรณีการใช้สารเคมี 2 ชนิดข้างต้น

นอกจากแอมโมเนีย โซเดียมซัลไฟต์ และฟอมาลดีไฮด์แล้ว ยังมีการใช้กรดบอริกรักษาน้ำยางในช่วงเวลาสั้น ๆ ถ้าต้องการรักษาน้ำยางให้นานจะต้องใช้ปริมาณกรดบอริกมาก ซึ่งไม่เป็นการประหยัด แต่กรดบอริกมีข้อดีตรงที่ไม่ทำให้สีของยางเข้มเช่นกรณีการเพิ่มปริมาณการใช้แอมโมเนีย ดังนั้นจึงมีการใช้แอมโมเนียร่วมกับกรดบอริกรักษาน้ำยาง โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะใช้คุณสมบัติในการรักษาน้ำยางสดที่มีประสิทธิภาพของแอมโมเนีย และประสิทธิภาพในการรักษาสีของยางแท่งของกรดบอริก ปริมาณการผสมระหว่างแอมโมเนียกับกรดบอริกที่แนะนำเพื่อใช้รักษาน้ำยางที่จะนำไปทำยางแท่งชั้น 5 แอล ให้ได้สีตามกำหนดในมาตรฐานเป็นดังนี้คือ

% ต่อน้ำหนักน้ำยาง			ช่วงเวลาที่รักษาน้ำยาง
แอมโมเนีย	+	กรดบอริก	ชั่วโมง
0.03	+	0.05	33 – 44
0.05	+	0.05	39 – 43
0.05	+	0.03	52 - 60

2.7.2 สารเคมีรักษาน้ำยางสดเพื่อทำน้ำยางข้น

ในการผลิตน้ำยางข้นมีความจำเป็นต้องใช้เวลาในการรวบรวมน้ำยางก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเติมสารเคมีรักษาน้ำยางสด สารเคมีที่ใช้โดยทั่วไปได้แก่ แอมโมเนียหรือแอมโมเนียร่วมกับสารช่วยบางชนิด การผลิตน้ำยางข้นมีปัจจัย 2 ชนิดที่เป็นตัวกำหนดการรักษาสภาพว่ายาวนานเพียงใด คือ

ปริมาณแมกนีเซียม (Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางสดจะแปรปรวนขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น พันธุ์ยาง การใส่ปุ๋ย ฤดูกาล (ค่อนข้างสูงในฤดูหนาว) เมื่อน้ำยางมีปริมาณแมกนีเซียมสูงเกินไป (ปกติน้ำยางที่จะนำไปปั่นควรมีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำกว่า 50 ppm และเมื่อปั่นแล้วควรมีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำกว่า 20 ppm) ปรับได้ด้วยการเติมสารเคมี diammonium hydrogen phosphate (DAHP) ซึ่งน้ำยางที่มีแอมโมเนียผสมอยู่นั้น DAHP จะทำปฏิกิริยากับแมกนีเซียมเกิดเป็น magnesium ammonium phosphate ที่จะแยกออกมาในลักษณะของตมหรือสลัดจ์ (sludge) ก่อนการปั่นและขณะการปั่นน้ำยาง การที่ไม่แนะนำให้ใช้น้ำยางสดที่มีปริมาณแมกนีเซียมสูงไปปั่น เพราะแมกนีเซียมจะทำให้น้ำยางสูญเสียความคงตัวต่อเครื่องกล (ลด Mechanical Stability Time ; MST) อันเนื่องจากเกิดการฟอร์ม magnesium higher fatty acid soaps ที่ไม่ละลายน้ำ

จำนวนกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid no. ; VFA)

น้ำยางสดที่มีการรักษาสภาพไม่ดีพอจะเกิดกรดไขมันระเหยได้ (VFA) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดแอซีติคและกรดฟอร์มิก มีกรดอื่น ๆ บ้างเล็กน้อย กรดเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากแบคทีเรียใช้สารพวกคาร์โบไฮเดรตและกรดอะมิโนเป็นอาหาร โดยปกติน้ำยางสดและไม่มีแบคทีเรียปะปนจะไม่พบกรดดังกล่าว แต่ในขณะเก็บรักษาน้ำยางสดก่อนนำไปปั่น และขณะเก็บรักษาน้ำยางข้น กรดไขมันระเหยได้จะเกิดขึ้น ปริมาณกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมดที่เกิดขึ้นนั้นจะทดสอบและระบุค่าเป็น VFA No. ซึ่งค่า VFA No. นี้เป็นค่าที่แสดงถึงสถานะของการรักษาสภาพน้ำยาง นั่นคือ VFA No. ต่ำ (ควรต่ำกว่า 0.05) มีความหมายว่า น้ำยางนั้นถูกเก็บรักษาสภาพไว้เป็นอย่างดี และมีความเหมาะสมที่จะนำไปผลิตน้ำยางข้นต่อไป กรดไขมันระเหยได้มีผลต่อคุณสมบัติของน้ำยางข้น คือ เมื่อจำนวนกรดไขมันระเหยได้เพิ่มขึ้นจะเป็นสาเหตุทำให้ MST ของน้ำยางต่ำ

แอมโมเนีย

แอมโมเนียเป็นตัวการสำคัญที่กีดกันหรือขัดขวางการเจริญของแบคทีเรียที่ปะปนในน้ำยาง จำนวนกรดไขมันที่ระเหยได้ (VFA No.) จะเป็นค่าบ่งชี้สภาวะการเจริญของแบคทีเรียในน้ำยาง คือ จำนวนกรดไขมันระเหยได้จะเพิ่มขึ้นเมื่อการเจริญของแบคทีเรียเพิ่มขึ้น

การเพิ่มขึ้นของจำนวนกรดไขมันระเหยได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญคือ ปริมาณแอมโมเนียที่ใช้ ช่วงระยะเวลาและการสุขาภิบาลน้ำยางสดตั้งแต่เริ่มไหลออกจากต้น ปริมาณแอมโมเนียที่ใช้อย่างน้อยต้องรักษาน้ำยางไว้ได้ 1 วันขึ้นไป ในทางปฏิบัติมักใช้แอมโมเนีย 0.3% - 0.7% ต่อน้ำหนักน้ำยาง เพราะปริมาณแอมโมเนียเกินกว่า 0.3% อัตราการเพิ่มของแบคทีเรียจะลดลงอย่างมาก ถ้าใช้ปริมาณแอมโมเนียเพียงเล็กน้อย (ต่ำกว่า 0.05%) จะส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิด สันนิษฐานว่าเป็นเพราะ pH ของน้ำยางสูงขึ้นจากปกติเป็น 6.5 – 8.0 ซึ่งระดับ pH ดังกล่าวนี้เหมาะสมในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิด ดังนั้นจึงควรเติมแอมโมเนียในปริมาณที่สูงกว่า 0.1% เพื่อระงับการเพิ่มปริมาณของแบคทีเรีย

เมื่อมีการเก็บน้ำยางสดก่อนการนำไปปั่นมากกว่า 1 วัน จำนวนกรดไขมันระเหยได้จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนวัน แม้ว่าจะใช้แอมโมเนียมากขึ้นก็ตาม จากการศึกษาพบว่า การใช้แอมโมเนียสูงถึง 1.0% ต่อน้ำหนักยางไม่สามารถหยุดการเพิ่มจำนวนของกรดไขมันระเหยได้ เพราะแบคทีเรียที่ทำให้จำนวนกรดไขมันระเหยได้เพิ่มขึ้นสามารถใช้แอมโมเนียเป็น substrate ได้ อย่างไรก็ตามการใช้แอมโมเนียในปริมาณมากทำให้อัตราการเพิ่มของจำนวนกรดไขมันระเหยได้ลดลง

การสุขาภิบาลน้ำยางสดที่เริ่มไหลออกจากต้นเป็นเรื่องจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะกับน้ำยางที่จะนำไปผลิตเป็นน้ำยางข้น

แอมโมเนียร่วมกับสารช่วย

การใช้แอมโมเนียเพียงอย่างเดียวรักษาน้ำยางสดไม่สามารถป้องกันการเพิ่มจำนวนกรดไขมันระเหยได้ในระยะยาวได้ การใช้สารช่วยซึ่งเป็น secondary preservative เช่น ZnO, zinc dimethyl dithiocarbamate (ZDC), sodium pentachlorophenate (SPP), tetramethyl thiuram disulphide (TMTD), boric acid เป็นต้น ร่วมกับแอมโมเนียป้องกันการเพิ่มจำนวนกรดไขมันระเหยได้ดีกว่าการใช้แอมโมเนียเพียงอย่างเดียว

ZnO มีความสามารถทำลายแบคทีเรียในน้ำยางได้ การใช้ ZnO 0.05% กับแอมโมเนีย 0.3% ต่อน้ำหนักยาง รักษาจำนวนกรดไขมันระเหยได้ให้คงที่นานถึง 2 สัปดาห์ และพบว่า การใช้ ZnO ร่วมกับ TMTD ในอัตราส่วนเท่า ๆ กันเพื่อเป็นสารช่วยแอมโมเนียรักษาน้ำยางจะช่วยส่งเสริมการรักษาน้ำยาง TMTD/ZnO ในอัตรา 0.025% ต่อน้ำหนักน้ำยางร่วมกับแอมโมเนีย 0.2% - 0.35% ต่อน้ำหนักน้ำยาง จะรักษาน้ำยางสดที่มี VFA No. ให้ต่ำกว่า 0.02 ไว้นานถึง 10 วัน

ข้อควรระวังในการใช้ TMTD/ZnO ร่วมกับแอมโมเนียเพื่อรักษาน้ำยางสด การเตรียมดิสเฟิสชั่นของ TMTD/ZnO ปริมาณการใช้ ตลอดจนการผสมลงในถังบรรจุหรือถังรับน้ำยางจะต้องถูกต้อง เพราะ TMTD/ZnO เป็นสารที่ทำให้โมเลกุลยางเกิดพันธะทางเคมี (vulcanising system) และทำให้คงรูป (vulcanised rubber) ได้เมื่ออุณหภูมิและปริมาณเหมาะสม ฉะนั้นหากการใช้ไม่ถูกต้อง และน้ำยางเกิดการจับตัวอันเนื่องจากการเก็บน้ำยางไว้นานเกินไป หรือเนื่องจากเหตุผลใด ๆ ก็ตาม ยางจับตัวที่มี TMTD/ZnO อยู่นี้เมื่อนำไปผลิตเป็นยางแห้งจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับลักษณะการคงรูปของยางซึ่งทำให้ผู้ผลิตไม่สามารถใช้ยางดังกล่าวได้

การใช้ ZDC 0.01% ร่วมกับแอมโมเนีย 0.3% ของน้ำยางจะทำให้จำนวนกรดไขมันระเหยได้ในน้ำยางสดไม่เปลี่ยนแปลง แม้เก็บน้ำยางไว้นานเกิน 2 สัปดาห์

ได้มีการทดลองใช้สารช่วยอื่น ๆ ร่วมกับแอมโมเนีย 0.2% ต่อน้ำหนักน้ำยาง พบว่าเมื่อใช้กรด boric 0.2% หรือ TMTD 0.2% หรือ Proxel GXL (1, 2 – benzisothiazolin – 3 – one) 0.04% ต่อน้ำหนักน้ำยาง สามารถระงับจำนวนกรดไขมันระเหยได้ไม่ให้สูงขึ้นภายใน 3 วัน โดยสารทั้งสามชนิดมีความสามารถต่าง ๆ กัน คือ กรดบอริก เป็น substrate complexing material ที่แบคทีเรียไม่สามารถใช้เป็นอาหารได้ TMTD ทำให้เกิด enzyme poison ส่วน Proxel GXL ทำลายแบคทีเรีย

การใช้ SPP เป็นสารช่วยแอมโมเนียรักษาน้ำยาง พบว่า SPP 0.2% + แอมโมเนีย 0.07% ต่อน้ำหนักน้ำยาง สามารถเก็บน้ำยางได้นานเป็นเดือน

การใช้สารเคมีรักษาน้ำยางสดนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงวิธีการที่ได้น้ำยางมาด้วย เช่น การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางจะมีผลต่อประสิทธิภาพที่สารเคมีจะรักษาน้ำยาง สถาบันวิจัยยางมาเลเซียได้ทำการทดลองพบว่า น้ำยางที่ได้มาจากการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางจะมีปริมาณแบคทีเรียสูงกว่าน้ำยางจากต้นยางที่ไม่ได้ใช้สารเคมีเร่ง การมีปริมาณแบคทีเรียสูงเป็นสาเหตุให้จำนวนกรดไขมันระเหยได้สูง ดังนั้นจึงควรใช้ปริมาณสารเคมีรักษาน้ำยางสดมากกว่าปกติกับน้ำยางที่ได้จากต้นยางซึ่งใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง

2.7.3 สารเคมีรักษาน้ำยางข้น

แอมโมเนียเป็นสารเคมีสำคัญที่ใช้รักษาน้ำยางข้น ที่ใช้กันทั่วไปคือ 0.7% ต่อน้ำหนักน้ำยาง (เรียกว่า High Ammonia ; HA) หรือใช้แอมโมเนีย 0.2% ต่อน้ำหนักน้ำยางร่วมกับสารช่วยอื่น ๆ (เรียกว่า Low Ammonia ; LA)

ผลการใช้แอมโมเนียรักษาน้ำยางสดกับรักษาน้ำยางข้นแตกต่างกันมาก คือ น้ำยางข้นรักษาง่ายกว่าน้ำยางสด ปริมาณแอมโมเนีย 0.7% ต่อน้ำหนักน้ำยางที่ใช้รักษาน้ำยางสดนั้น พบว่า จำนวนกรดไขมันระเหยได้ของน้ำยางสดนี้ยังคงเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ส่วนแอมโมเนียในอัตราเดียวกันนี้เมื่อใช้รักษาน้ำยางข้น พบว่า มีจำนวนกรดไขมันระเหยได้ของน้ำยางข้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

น้ำยางข้นที่ผลิตส่วนใหญ่โดยวิธีการใช้เครื่องปั่น ปกติจะรักษาน้ำยางสดก่อนนำไปปั่นด้วยแอมโมเนียประมาณ 0.4% ต่อน้ำหนักน้ำยาง หลังจากปั่นแอมโมเนียจะลดลงเหลือปริมาณ 0.2% ต่อน้ำหนักน้ำยาง ถ้าจะทำเป็นน้ำยางข้นชนิด HA จะต้องเติมแอมโมเนียและปรับเป็น 0.7% ต่อน้ำหนักน้ำ

ยาง แต่ถ้าจะทำเป็นน้ำยางข้นชนิด LA จะใช้ปริมาณแอมโมเนียเดิมคือ 0.2% ต่อน้ำหนักน้ำยาง และเติมสารเคมีช่วยอื่น ๆ เช่น SPP 0.2% ต่อน้ำหนักน้ำยาง สามารถเก็บน้ำยางข้นได้นาน 120 วัน เป็นต้น

แอมโมเนียมีความสามารถรักษาน้ำยางข้นได้ดี เพราะเป็นตัวทำลายแบคทีเรีย ทำปฏิกิริยากับแมกนีเซียมไอออนในน้ำยางเกิดเป็น magnesium ammonium phosphate ตกตะกอนได้

$$Mg^{++} + NH_3 + HPO^{=}_4 \longrightarrow MgNH_4PO_4\downarrow$$

แอมโมเนียยังมีคุณสมบัติทำให้เกิดการไฮโดรไลซ์ลิปิดในน้ำยางเกิดเป็นกรดไขมัน ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบ ammonium soap ที่มีคุณสมบัติช่วยส่งเสริมความคงสภาพให้น้ำยาง นอกจากนี้แอมโมเนียเป็นสารที่ระเหยง่ายเมื่อต้องการใช้น้ำยางในกระบวนการทำผลิตภัณฑ์ และไม่มีสารตกค้างอยู่ในเนื้อยางเมื่อยางแห้ง อย่างไรก็ตามแอมโมเนียก็มีข้อเสียบางประการ เช่น มีกลิ่นที่รุนแรง ขัดขวางต่อกระบวนการบางประเภท เช่น กระบวนการในการทำยางฟองน้ำจำเป็นต้องให้มีแอมโมเนียในน้ำยางประมาณ 0.2% ต่อน้ำหนักน้ำยาง ดังนั้นในการทำยางฟองน้ำ น้ำยางข้นชนิด LA จึงควรใช้มากกว่าชนิด HA

สารเคมีทำให้น้ำยางจับตัว

น้ำยางสดสามารถเกิดการจับตัวเองได้ตามธรรมชาติโดยไม่ต้องมีการเติมสารเคมีใด ๆ แต่การจับตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำยางตามธรรมชาตินั้นต้องใช้เวลานานจึงจะได้ก้อนยางที่สามารถเคลื่อนย้ายไปสู่ขั้นตอนการผลิตต่อ ๆ ไป ดังนั้นถ้าต้องการนำน้ำยางสดไปผลิตเป็นยางดิบแห้งชนิดต่าง ๆ จำเป็นต้องทำให้น้ำยางจับตัวภายในระยะเวลาที่กำหนด เพื่อประหยัดเวลา ประหยัดเนื้อที่เก็บรักษา และเพื่อให้ได้ก้อนยางจับตัวที่มีลักษณะตรงตามต้องการ จึงใช้สารเคมีทำให้น้ำยางจับตัว (coagulant) สารเคมีที่ทำให้น้ำยางจับตัวที่สำคัญได้แก่ กรดฟอร์มิก กรดแอซีติค กรดเหล่านี้เมื่อแตกตัวจะให้อนุมูลไฮโดรเจน (H^+) และเมื่ออนุมูลนี้ทำปฏิกิริยากับอนุมูลลบของคาร์บอกซิเลต ($R.CO^-_2$) ที่อยู่รอบ ๆ อนุภาคยางเกิดเป็นกรดไขมันขึ้นรอบ ๆ อนุภาคยาง กรดนี้ไม่ละลายน้ำและไม่แตกตัว เมื่อเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวทำให้น้ำยางจับเป็นก้อนโคแอกกูลัมอย่างรวดเร็ว

$$H^+ + R.CO^-_2 \longrightarrow R.CO^-_2H \text{ (fatty acid)}$$

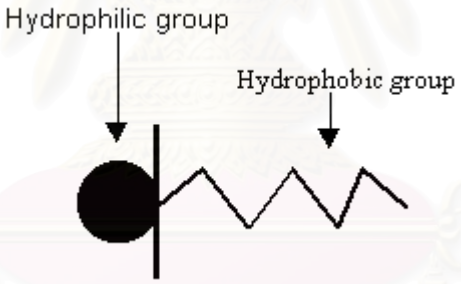
อัตราส่วนการใช้กรดฟอร์มิกทำให้น้ำยางจับตัวใช้หลักคำนวณจากเนื้อกรด (เข้มข้น 100%) 100 มิลลิลิตรต่อเนื้อยางแห้ง 24 กิโลกรัม (ยางจับตัวและเข้าเครื่องรีดได้ในวันถัดไป) และปริมาณกรด 100 มิลลิลิตรต่อเนื้อยางแห้ง 18 กิโลกรัม (ยางจับตัวและเข้าเครื่องรีดได้ในวันเดียวกับการเติมกรด) เมื่อคำนวณปริมาณกรดเข้มข้นที่จะใช้ได้แล้วให้เจือจางกรดเป็น 2% โดยน้ำสะอาดก่อนแล้วจึงเติมลง

ในน้ำยาง การจับตัวของน้ำยางสามารถสังเกตได้จากการใช้กระดาษวัด pH ขณะน้ำยางกำลังจะจับตัว pH จะอยู่ระหว่าง 4.6 – 4.9

นิยมใช้กรดฟอร์มิกเป็นสารเคมีให้น้ำยางจับตัว เพราะมีราคาถูกและให้คุณสมบัติทั้งทางกายภาพและฟิสิกส์ของยางดี ส่วนกรดซัลฟุริกนั้นจะใช้เป็นสารเคมีทำให้น้ำยางจับตัวเฉพาะกับการทำยางโดยใช้หางน้ำยาง (skim latex) ไม่ควรใช้กรดซัลฟุริกในการทำยางแท่งและยางแผ่นเพราะทำให้ได้ยางสีไม่สวยและมีปริมาณเถ้าสูง

2.8 สารลดแรงตึงผิว

สารลดแรงตึงผิว (surfactant) เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการดูดซับพื้นผิวระหว่างเฟส ทำให้แรงตึงผิว (surface tension) ของสารละลายลดต่ำลง สารลดแรงตึงผิวมีลักษณะโครงสร้างโมเลกุลที่ประกอบด้วยส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) เป็นส่วนหัว และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) เป็นส่วนกลาง ดังแสดงในรูปที่ 2.5 โดยส่วนหัวของสารลดแรงตึงผิวชอบน้ำจึงละลายน้ำได้ ส่วนหางจะเป็นอนุพันธ์ของสารอินทรีย์ ซึ่งจะเป็นโซ่ยาว สามารถแบ่งได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ไฮโดรคาร์บอน, ฟลูออโรคาร์บอน และสารพอลิเมอร์พวกซิลิโคน



รูปที่ 2.5 โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิว (Rosen, 1989)

สารลดแรงตึงผิวแบ่งเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามธรรมชาติของส่วนหัว (Rosen, 1989) คือ แคตไอออนิก (cationic surfactant), แอนไอออนิก (anionic surfactant), นอนไอออนิก (nonionic surfactant), สวิตเตอร์ไอออนิก (zwitterionic surfactant) สามารถอธิบายย่อ ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. แอนไอออนิก ส่วนหัวเป็นประจุลบ เช่น $RCOO^- Na^+$ (alkylbenzene sulfonate)
2. แคทไอออนิก ส่วนหัวเป็นประจุบวก เช่น $RNH_3^+ CI^-$ (salt of a long – chain amine), $RN(CH_3)_3^+ CI^-$ (quaternary ammonium chloride)
3. นอนไอออนิก ส่วนหัวไม่มีประจุ เช่น $RCOOCH_2CHOHCH_2OH$ (monoglyceride of long – chain fatty acid), $RC_6H_4 (OC_2H_4)_x OH$ (polyoxyethylenated aldylphenol)

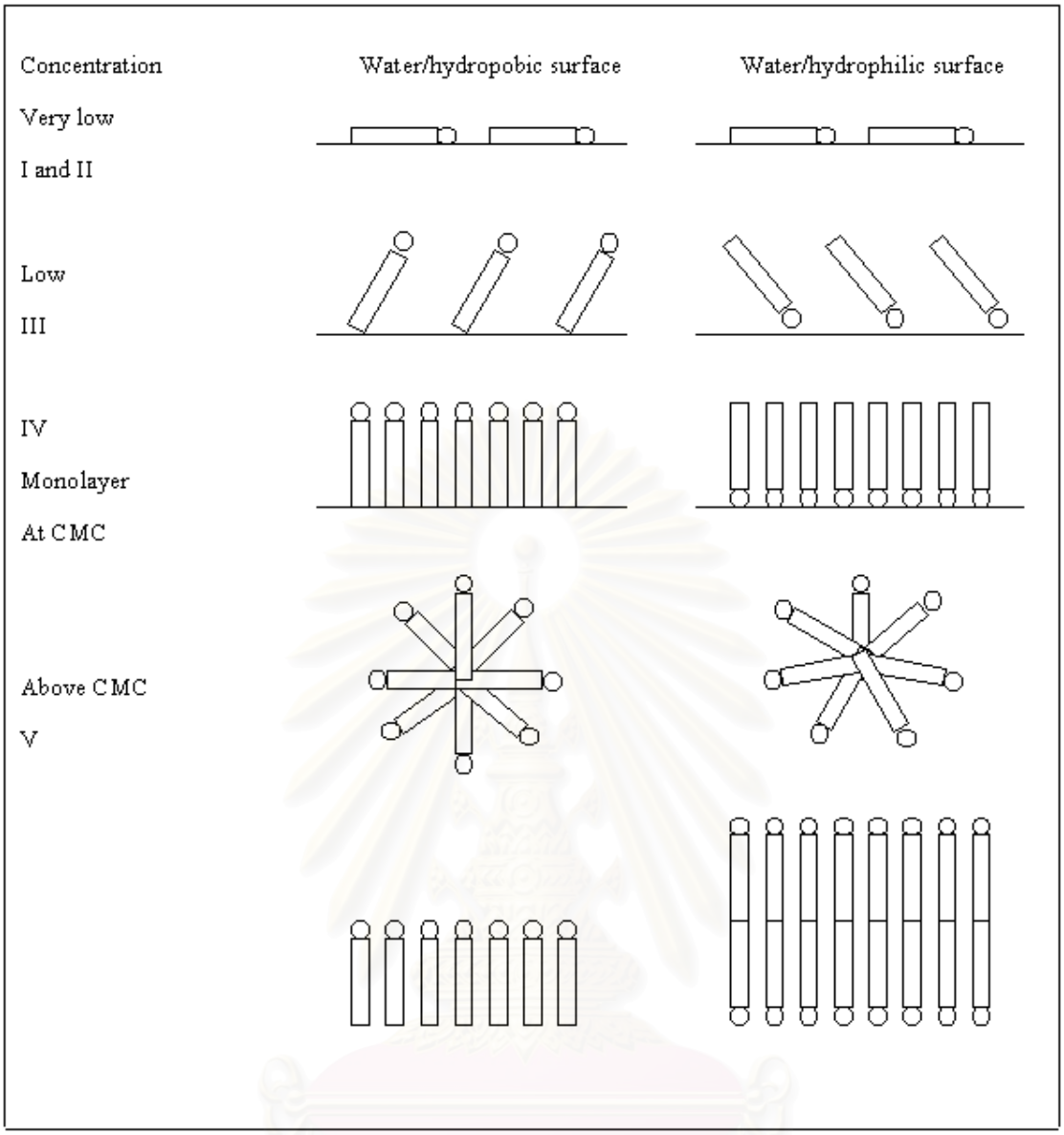
4. สวิตเตอร์ไอออนิก ส่วนหัวมีทั้งประจุลบและบวก เช่น $RN^{+}H_2CH_2COO^{-}$ (Long – chain amino acid), $RN^{+}(CH_3)_2CH_2CH_2SO_3^{-}$ (sulfobetaine)

ที่ความเข้มข้นสูงเพียงพอในสารละลาย โมเลกุลสารลดแรงตึงผิวจะก่อตัวอยู่ในรูปของ ไมเซลล์ (Micelles) ดังแสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวในการเกิดไมเซลล์

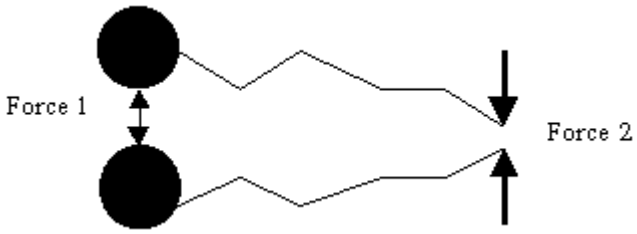
การดูดซับและความเข้มข้นวิกฤตของการเกิดไมเซลล์

การดูดซับของสารลดแรงตึงผิวบนพื้นผิวของแข็งขึ้นกับความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวในสารละลาย ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ (I และ II) โมเลกุลจะวางตัวในแนวระนาบบนพื้นผิว ขณะที่ความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น (III) จำนวนโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวบนพื้นผิวจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจะไม่มีที่ว่างเพียงพอสำหรับโมเลกุลที่จะจัดวางตัวในแนวระนาบ ดังนั้นมันจะเริ่มเรียงตัวใหม่ การเรียงตัวขึ้นกับธรรมชาติของโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวที่มีอยู่ ถ้ามีโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวอยู่เพียงพอก็จะเรียงตัวอยู่ในรูปแบบชั้นของโมเลกุล (unimolecular layer) ซึ่งที่ความเข้มข้นนี้จะสำคัญเป็นที่รู้จักในชื่อของ “ความเข้มข้นวิกฤตของการเกิดไมเซลล์ (critical micelle concentration – CMC)” ที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวมากกว่าความเข้มข้นที่ซีเอ็มซี (V, เหนือ IV) พื้นผิวที่ชอบน้ำ (hydrophilic) จะมีมากกว่าหนึ่งชั้นของโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิว ที่จะสามารถเรียงตัวเป็นโครงสร้างบนพื้นผิวของของแข็ง ยิ่งกว่านี้โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวในสารละลายจะเรียงตัวเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า ไมเซลล์ (Proter, 1994)



รูปที่ 2.7 การดูดซับและความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว (Porter, 1994)

อิทธิพลที่มีผลทำให้สารลดแรงตึงผิวรวมตัวกันเป็นกลุ่ม ซึ่งเรียกว่า ไมเซลล์ (micelle) มาจากแรงที่ 1 เกิดจากส่วนหัวของสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุเดียวกัน ถ้าส่วนหัวมีความเป็นขั้วมากจะทำให้เกิดไมเซลล์ยากด้วย ดังนั้นสารประเภทนอนไอออนิกไม่มีประจุจึงเกิดไมเซลล์ที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ แรงที่ 2 ส่วนหาง (hydrophobic group) จะดึงส่วนหางเข้าหากันนั้นซับซ้อนมากเกิดจาก เอนโทรปีและเอนทาลปี ที่เปลี่ยนไป เมื่อสารลดแรงตึงผิวละลายในน้ำ ส่วนหางซึ่งไม่ชอบน้ำจึงพยายามที่จะมารวมกัน แรงระหว่างโมเลกุลในสารละลายแสดงดังรูปที่ 2.8



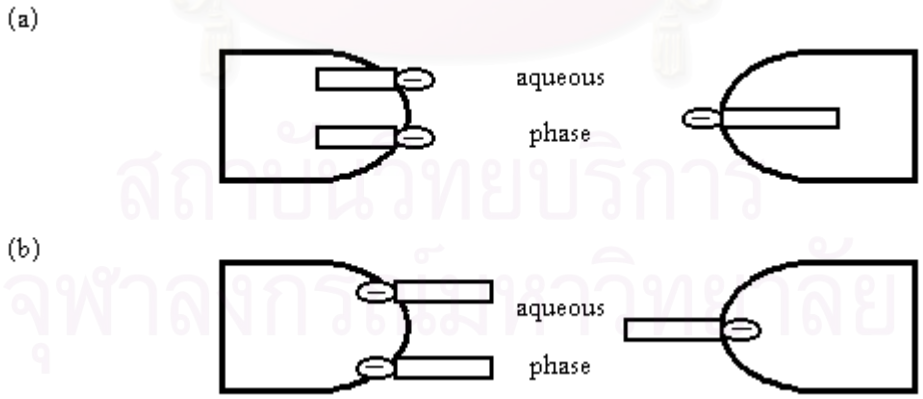
รูปที่ 2.8 แรงระหว่างโมเลกุลในสารละลาย (Clint, 1992)

การใช้งานสารลดแรงตึงผิวที่สำคัญ คือ ช่วยการละลายของสารอินทรีย์ในน้ำในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมสี การเคลือบกระดาษ การตกแต่งเส้นใย หนัง ฯลฯ การช่วยการละลายนั้นมีกลไกทำให้เกิดเป็นอิมัลชัน ซึ่งมี 2 แบบ คือ

1. แบบอิมัลชันของสารอินทรีย์ในน้ำ (oil in water emulsion : O/W) ลักษณะเป็นสารขุ่นใส แขวนลอย นำไฟฟ้าได้ แบบนี้จะเสถียรเมื่อใช้สารลดแรงตึงผิวที่ละลายน้ำได้ดี
2. แบบอิมัลชันของน้ำในสารอินทรีย์ (water in oil emulsion : W/O) ลักษณะเป็นสารขุ่นขาว แขวนลอย นำไฟฟ้าไม่ได้ แบบนี้จะเสถียรเมื่อใช้สารลดแรงตึงผิวที่ละลายในสารอินทรีย์ได้

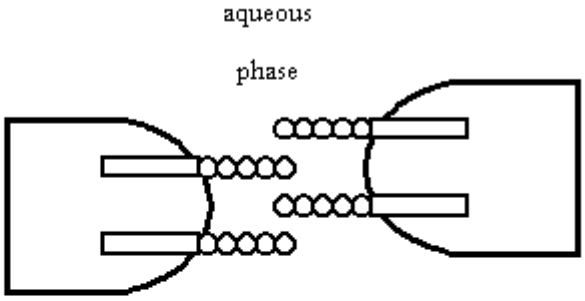
การควบคุมอิมัลชันให้เสถียร

การเกิด creaming สามารถป้องกันได้โดยการเพิ่มความหนืดของสารละลาย ทำให้การดึงเข้าหากันของอิมัลชันเกิดยากขึ้น การทำให้เกิดแรงผลักระหว่างประจุ ดังรูปที่ 2.9 และการเติมสารกลุ่ม nonionic บางตัวที่ทำให้มีการเกะกะที่ทำให้อิมัลชันมารวมตัวกันยากขึ้นดังรูปที่ 2.10

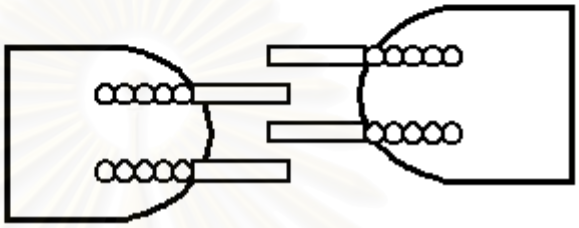


รูปที่ 2.9 แรงผลักของประจุตรงข้าม ทำให้อิมัลชันเสถียร

(a)



(b)



รูปที่ 2.10 เมื่อเพิ่มสารที่มีขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการเกะกะ ทำให้อิมัลชันเสถียร

2.9 เทคนิคการเจาะยาง (พนัส, 2539)

ปัจจุบันการผลิตยางธรรมชาติมีปัญหาสำคัญหลายประการ เป็นข้อจำกัดในการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยางจากต้นยาง

- ปัญหาสภาพอากาศเปียกชื้นหลายวันติดต่อกันในฤดูฝน ทำให้ไม่สามารถกรีดยางด้วยวิธีดั้งเดิมทุกวันเว้นตามคำแนะนำได้ทั้งที่ต้นยางอยู่ในสภาพสมบูรณ์และให้ผลผลิตมากกว่าฤดูแล้ง

- ปัญหาต่อมาคือ เปลือกยางงอกใหม่บนหน้ารอยกรีดเดิมเกิดบาดแผลเป็นรอยปุ่มปมกรีดยางได้ไม่สะดวก

- ปัญหาสำคัญที่สุด คือ การขาดแคลนแรงงานกรีดยางที่นับวันจะทวีความรุนแรงขึ้น เองจากแรงงานภาคเกษตรเบนเป้าหมายไปสู่ภาคอุตสาหกรรมตามความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ค่าแรงกรีดยางเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ส่งผลกระทบถึงต้นทุน การผลิตยางต้องสูงตามขึ้นไปอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เป็นปัญหาต่อไปถึงการแข่งขันทางการค้าในตลาดโลก

การเจาะยางจึงนับเป็นการพัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยางที่สำคัญขั้นหนึ่งในกระบวนการผลิตยางธรรมชาติขณะนี้ เพื่อแก้ปัญหาหลาย ๆ ประการที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการขาดแคลนแรงงานฝีมือกรีดยางถ้ามีวิธีการเจาะยางที่พัฒนาให้ใช้ได้อย่างเหมาะสม และสามารถใช้แรงงานทั่วไปมาเก็บผลผลิตน้ำยางได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อต้นยางในระยะยาวแทนการใช้คนกรีดแบบดั้งเดิมที่ต้องอาศัยคนงานที่มีความสามารถ และทักษะสูงผ่านการฝึกฝีมือกรีด

ยางมาแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งนับวันจะหายากขึ้นทุกที ผลพลอยได้ที่ตามมาอย่างมากอีกประการหนึ่งก็คือ เจ้าของสวนสามารถเจาะเก็บผลผลิตน้ำยางได้ในวันที่มีฝนตกอีกด้วย

โดยปกติการใช้เข็มเจาะเปลือกลำต้นยาง น้ำยางจะไหลออกมาเพียงชั่วครู่หนึ่ง แล้วน้ำยางจะหยุดไหลโดยกลไกของกระบวนการทางสรีระวิทยาของต้นยาง ทำให้น้ำยางแข็งตัวอุดตันท่อน้ำยางในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้น จึงมีการเจาะเพื่อทำให้สามารถเก็บเกี่ยวน้ำยางให้ได้มากและสะดวก โดยใช้แก๊สเอทิลีนช่วยเร่งในกระบวนการทางชีวเคมีของต้นยางทำให้น้ำยางไหลออกได้มากในระดับหนึ่ง เอทิลีนจัดเป็นฮอร์โมนพืชเพียงชนิดเดียวที่มีสถานะเป็นแก๊ส ไม่มีสี มีกลิ่นเล็กน้อย จัดเป็นสารอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอน เป็นสารมีพิษระดับปานกลาง สารออกฤทธิ์ของเอทิลีน คือ กรด chloroethylphosphonic มีผลในการเร่งการไหลของน้ำยางทำให้ได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้น และเอทิลีนทำให้ปัจจัยที่จำกัดการผลิตน้ำยางในระดับเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลง นั่นคือเปลี่ยนแปลงกระบวนการสังเคราะห์อนุภาคยางขึ้นใหม่ และการไหลของน้ำยางซึ่งเกิดขึ้นในเซลล์สังเคราะห์ยาง (laticiferous cell หรือ laticifer) โดยเอทิลีนไปเร่งการทำงานของเอ็นไซม์ ATPase ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของโปรตอนเข้าสู่เซลล์สังเคราะห์ยางเร่งการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำยาง นอกจากนี้ยังทำให้สภาพภายในเซลล์สังเคราะห์ยางมีความเป็นด่างมากขึ้น เหมาะสมต่อการทำงานของเอ็มไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์อนุภาคยางมากยิ่งขึ้น ทำให้เซลล์สามารถสังเคราะห์อนุภาคยางขึ้นมาทดแทนส่วนที่สูญเสียไปได้อย่างรวดเร็ว และเอทิลีนยังเร่งการเคลื่อนย้ายของโมเลกุลน้ำในเซลล์ข้างเคียงเข้าสู่เซลล์สังเคราะห์ยาง ซึ่งทำให้อนุภาคยางเกิดการจับก้อนกันได้ช้าลง แต่เมื่อเซลล์สังเคราะห์ยางได้รับเอทิลีนมากเกินไป จะทำให้ผลผลิตโดยรวมลดลง จากระบบป้องกันการเสื่อมสภาพของเซลล์ถูกทำลาย ออร์กาแนลล์ต่าง ๆ ไม่สามารถควบคุมสมดุลของสารภายในเซลล์ได้อีกต่อไป การสูญเสียโครงสร้างและระบบการทำงานของเซลล์สังเคราะห์ยางอาจนำไปสู่การเกิดอาการเปลือกแห้งอย่างถาวรของต้นยางภายในระยะเวลาอันสั้น ได้มีการทดลองทำให้ยางพื้นที่ของประเทศไทย เช่น จังหวัดภูเก็ต และสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์และวิธีการปฏิบัติในระบบเจาะยางดังนี้คือ

1. ขูดบริเวณเปลือกเหนือรอยกรีดเดิมประมาณ 5 นิ้ว ที่จะฝังหัวทองเหลืองสำหรับอัดแก๊ส เพื่อให้แก๊สสามารถซึมผ่านผิวเปลือกยางได้ดี

2. อัดแก๊สทิ้งไว้ล่วงหน้าก่อนทำการเจาะ 24-48 ชั่วโมง เพื่อให้แก๊สเข้าไปเร่งปฏิกิริยาในต้นยางได้อย่างสมบูรณ์

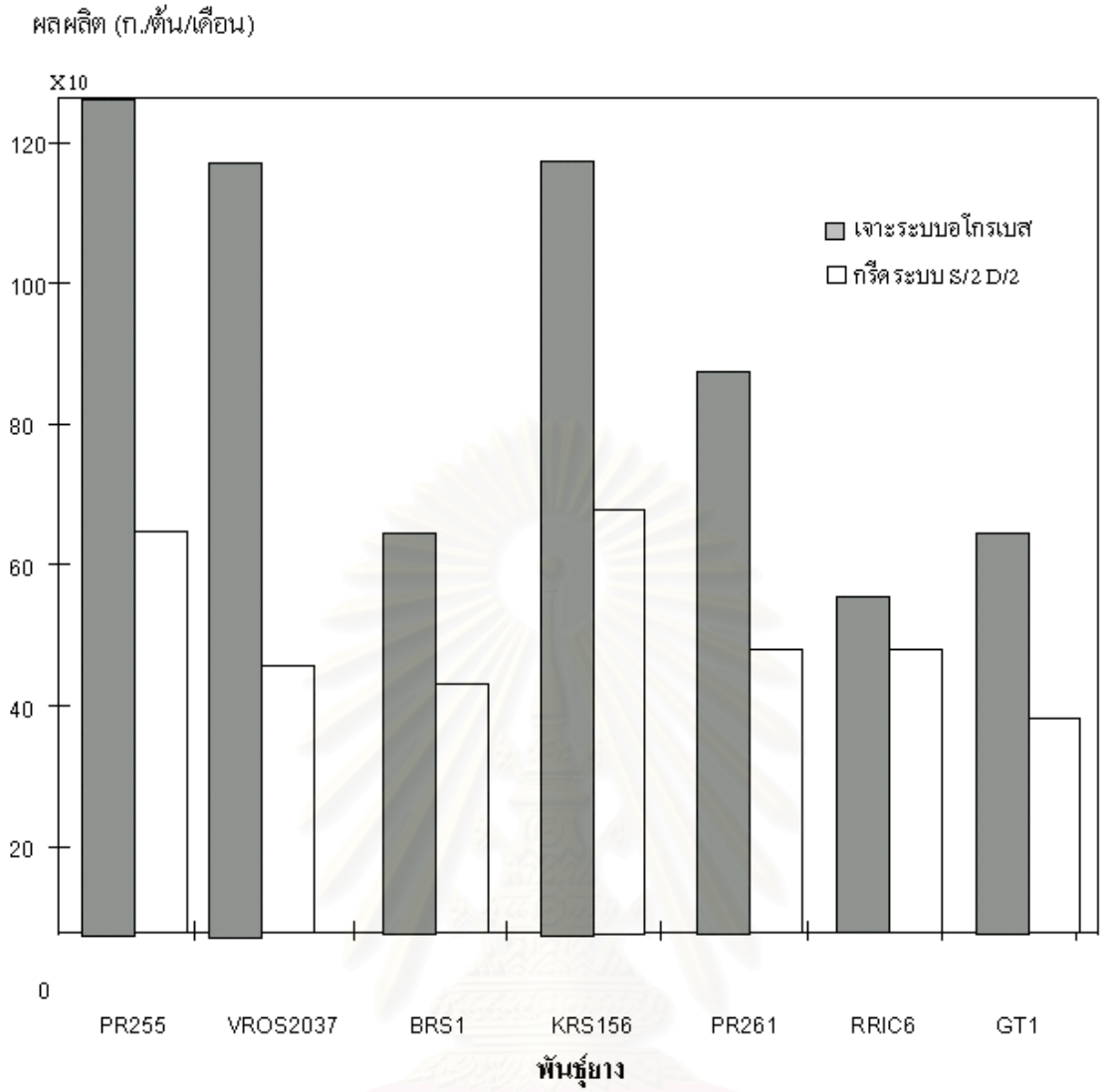
3. การเจาะยางภายใน 3 วันเจาะ 1 ครั้ง เพียงรูเดียวโดยเจาะทะแยงด้านซ้ายเพื่อให้ตัดท่อยางให้มากที่สุดและไม่ถูกเนื้อไม้

4. เอาเข็มเจาะออกและใส่หลอดในทันที พร้อมแขวนถุงรับน้ำยางรองรับน้ำยางไว้ประมาณ 24-30 ชั่วโมง ซึ่งปฏิกิริยาจากแก๊สเอทิลีนจะช่วยให้ยางไม่จับตัวกันเป็นก้อน จึงเก็บน้ำยางรวบรวมใส่ถัง ขั้นตอนหลังจากนี้จะเหมือนการทำยางแผ่นที่ได้จากการกรีดปกติทุกประการ

ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานีได้ติดตามทดสอบวิธีการเก็บเกี่ยวน้ำยางโดยระบบเจาะยางของบริษัท อโกรเบส โดยทดลองตามวิธีที่แนะนำของบริษัทกับยางพันธุ์ต่าง ๆ คือ GT 1, PR 255, PR 261, AVROS 2037, BRS 1, RRIC 6 และ KRS 156 อายุประมาณ 20 ปี (วิธีการเจาะยางสามารถใช้กับต้นยางที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป) ที่สถานีทดลองยางพังงา เจาะครั้งที่ 1 เมื่อเก็บน้ำยางแล้วเว้นว่างไว้อีก 2 วัน จึงทำการเจาะครั้งที่ 2 แผลเจาะครั้งที่ 3-5 ทำเหมือนกับครั้งที่ 1 และ 2 ทุกประการ เพียงแต่เลื่อนตำแหน่งการเจาะให้อยู่รอบ ๆ หัวทองเหลืองตามคำแนะนำเท่านั้น และมีการอัดแก๊สอีกครั้งภายหลังการเจาะครั้งที่ 5 (15 วัน) เมื่อเจาะจนครบ 10 ครั้ง (30 วัน) ก็จะหมดรอยแรกแล้วทำการย้ายหัวทองเหลืองอัดแก๊สใหม่ฝั่งตรงข้ามที่ระดับความสูงเท่านั้น ผลการทดสอบในระยะเวลา 1 เดือน ผลผลิตที่เก็บรวบรวมในแต่ละครั้งที่เจาะแตกต่างกัน ยางพันธุ์ PR 255, AVROS 2037, KRS 156 มีการตอบสนองต่อระบบการเจาะยางด้วยแก๊สดีที่สุด พันธุ์ PR 261 และพันธุ์ GT 1 มีการตอบสนองปานกลาง ส่วนพันธุ์ BRS 1 และ RRIC 6 ตอบสนองต่อระบบการเจาะยางต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างวิธีการกรีดกับวิธีการเจาะยางในยางแต่ละพันธ์จะขึ้นอยู่กับการตอบสนองของพันธุ์ยางต่อแก๊สเอทิลีน และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางตามจำนวนครั้งที่เจาะในรอบ 1 เดือน พบว่าหลังจากการอัดแก๊สทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง การเจาะครั้งที่ 2 จะให้ผลผลิตสูงที่สุด เช่น ในพันธุ์ PR 255 จะให้ผลผลิตถึง 300 กรัมต่อต้น (น้ำหนักแห้ง) หลังจากนั้นผลผลิตจะค่อย ๆ ลดลง และเมื่อเจาะได้ 5 ครั้ง (15 วัน) ทำการอัดแก๊สใหม่ เจาะ ครั้งที่ 7 ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งแต่จะไม่สูงเหมือนเจาะครั้งที่ 2 ผลผลิต (ก./ต้น/เดือน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.11 วัสดุอุปกรณ์สำหรับการเจาะยางและเทคนิคการเจาะยาง



รูปที่ 2.12 เปรียบเทียบผลผลิตยางบางพันธุ์เก็บโดยวิธีการกรีดและวิธีการเจาะร่วมกับการใช้แก๊ส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.10 สมมุติฐานของงานวิจัย

การรักษาสภาพน้ำยางโดยเติมสารเคมีอื่นนอกจากแอมโมเนียนั้น สารที่เติมจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถยับยั้งแบคทีเรียที่จะสร้างกรดอินทรีย์ขึ้น เมื่อเจริญเติบโตในน้ำยางเพราะกรดจะทำลายสภาพที่มีประจุบนอนุภาคยางในน้ำยาง ทำให้เกิด coagulation สารดังกล่าว ได้แก่ triclosan สารประเภทนี้ที่ใช้กันทั่วไปมีความเข้มข้น 2 ระดับ คือ ความเข้มข้นในระดับยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และความเข้มข้นที่ฆ่าจุลินทรีย์ สำหรับ triclosan ในระดับแรกคือ 0.1 – 1% สำหรับยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ระดับความเข้มข้นที่สูงกว่านี้จะเป็นการฆ่าจุลินทรีย์

2. รักษาสภาพคอลลอยด์ โดยป้องกันอนุภาคยางจับก้อน เนื่องจากเป็นสารโพลิเมอร์โมเลกุลใหญ่ เมื่อละลายในน้ำจะมีส่วนของโมเลกุลยื่นออกมาเกะกะทำให้อนุภาคยางไม่เข้าใกล้กัน ได้แก่ PVA และ PG สาร PVA ที่ใช้มีลักษณะเป็น stabilizer ของสารแขวนลอยจะใช้ปริมาณ 0.1 – 2% ขึ้นอยู่กับมีการใช้ secondary emulsifier (Pianpuk, 1997)

3. สามารถแยกเอาไอออนโลหะออกจากน้ำยางได้ ซึ่งไอออนนี้จะมีประจุบวกและจะทำให้อนุภาคยางเสียประจุลบบนผิวอนุภาค สารดังกล่าว ได้แก่ สารลดแรงตึงผิว เช่น PONPE-9 ซึ่งปกติจะใช้น้อยเพราะมีผลต่อการคงรูปของฟิล์มยาง หากจะนำน้ำยางไปใช้กับอุตสาหกรรม

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Cook (1960) ศึกษาและเก็บรวบรวมรายงานเกี่ยวกับวิธีต่าง ๆ ในการรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อนำน้ำยางธรรมชาติไปผลิตเป็นยางแห้งโดยการเติมกรดเพื่อทำให้เกิดการจับก้อน

Cheong Sai Fah และ Ong Chong Oon (1974) ศึกษาการรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติโดยการใช้แอมโมเนียร่วมกับไฮดรอกซิลเอมีน (hydroxylamine) เพื่อนำน้ำยางมาแปรรูปเป็น SMR 5CV และ 5LV และการใช้แอมโมเนียร่วมกับกรดบอริก (boric acid) เพื่อผลิตเป็น SMR 5L พบว่า การใช้แอมโมเนียร่วมกับสารเคมีทั้งสองชนิดนั้นมีผลดีกว่าการใช้แอมโมเนียเพียงชนิดเดียวทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์และคุณภาพของสียาง

John (1976) ศึกษาถึงสารเคมีที่มีความสามารถในการป้องกันการจับก้อนและรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติ คือ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (sodium hypochlorite) พบว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันการจับก้อน (anticoagulant) แต่ใช้เป็นสารช่วย (secondary preservative) ในการรักษาสภาพน้ำยางสด สเตรบโตไมซินซัลเฟต (streptomycin sulphate) และ ไตรไดเมทิลอะมิโนเมทิลฟีนอล (DMP 30) ซึ่งใช้เป็นสารช่วยที่มีประสิทธิภาพในการรักษาสภาพน้ำยางสดและน้ำยางข้น

Shum และ Wren (1977) ศึกษาผลการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำยางสดและน้ำยางข้นที่มีการรักษาสภาพโดยการเติมแอมโมเนีย และซิงค์ไดอัลคิลไดไทโอคาร์บาเมต (zinc dialkyl dithiocarbamate) โดยทำการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมแล้วทำการนับจำนวนแบคทีเรียในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ พบว่า การใช้สารเคมีรักษาสภาพในขั้นตอนแรกสามารถลดจำนวนแบคทีเรียและปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ แต่หลังจากการเก็บรักษา 2-3 สัปดาห์ ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้มีปริมาณสูงขึ้น

Mohamad Siad Mahat และคณะ (1991) ศึกษาวิธีการเก็บน้ำยางธรรมชาติจากต้นยางโดยการใช้ถุงรองรับน้ำยาง (polybags)จากต้นยาง และวิธีการรักษาสภาพน้ำยางภายในถุงรองรับน้ำยางที่มีสารเคมี คือ TMTD/ZnO, PRBL และ PROXEL GXL ร่วมกับแอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพน้ำยางภายในถุงรองรับน้ำยาง พบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บน้ำยางจากต้น รวมทั้งเพิ่มรายได้และลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานได้ และสารเคมีที่ใช้มีประสิทธิภาพในการรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติภายในถุงรองรับน้ำยางได้ โดยปริมาณสารเคมีที่ใช้รักษาสภาพน้ำยาง คือ

Treatment of field latex	**Duration on trees (days)**
Control (0.7% NH_3)	-
0.5% NH_3 + 0.05% TMTD/ZnO	30
0.5% NH_3 + 0.10% PRBL	30
0.5% NH_3 + 0.10% PROXEL GXL	30
0.5% NH_3 + 0.05% TMTD/ZnO	15
0.5% NH_3 + 0.10% PRBL	15
0.5% NH_3 + 0.10% PROXEL GXL	15

Kitsana และคณะ (1996) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวทางเคมีของน้ำยางข้น พบว่า สารจำพวกเกลือ และโลหะออกไซด์มีผลทำให้ค่า MST ต่ำลง

Thira และคณะ (1999) ศึกษาการใช้สารเคมีรักษาสภาพน้ำยางสดเพื่อลดปริมาณไนโตรซามีนในยาง เนื่องจากสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่มไนโตรซามีนเป็นสารก่อมะเร็ง พบว่า สาเหตุที่ทำให้มีไนโตรซามีนปนอยู่ในผลิตภัณฑ์ยางเนื่องจากการใช้สารเคมีที่มีเอมีน (amine) เป็นองค์ประกอบ

บทที่ 3
การดำเนินงานวิจัย

3.1 น้ำยางที่ใช้ในการทดลอง

ใช้น้ำยางธรรมชาติที่เก็บจากสวนยางพารา อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ทำการเก็บเมื่อทำการทดลองในแต่ละครั้ง โดยไม่มีการเติมสารเคมีใด ๆ ลงในน้ำยางธรรมชาติก่อนการทดลอง

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

แอมโมเนีย (NH_3) ในรูปของสารละลายจาก บริษัท ซี.เอ็น. จำกัด จังหวัดชุมพร

ไตรคลอซาน (triclosan : T) มีชื่อการค้าคือ เออกาซาล เตรียมเป็นสารละลายความเข้มข้น 0.1%

PONPE-9 หรือ poly-oxy nonylphenol ethoxylated : NP-9 เตรียมเป็นสารละลายความเข้มข้น 0.1%

โพลิไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol : PVA) เตรียมเป็นสารละลายความเข้มข้น 1%

โพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol : PG) ใช้เป็นสารละลายจาก บริษัท ยูนิแลป (Unilab) จำกัด

ตารางที่ 3.1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารลดแรงตึงผิว

สารลดแรงตึง	สูตรโครงสร้างทางเคมี
PONPE-9	$-(O-(C_2H_4O)_{10}C_{15}H_{24}O)_n-$
PVA	$-(CH_2-CH(OH)-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH(OH))_n-$
PG	$CH_3CHOHCH_2OH$

3.3 อุปกรณ์

ถุงพลาสติก ใช้ถุงพลาสติกใสที่ใช้ใส่อาหาร (ถุงร้อน) แต่ทำการปิดผนึกด้านบนให้มีเหลือเฉพาะช่องที่เติมน้ำยางธรรมชาติและสารเคมี

เครื่องวัดความหนืด Stormer viscometer เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่เติมสารเคมีชนิดต่าง ๆ เมื่อเก็บไว้ ณ ช่วงระยะเวลาต่าง ๆ โดยอุปกรณ์นี้ไม่สามารถอ่านค่าความหนืดที่วัดได้เป็นค่าที่แท้จริง ค่าที่วัดได้เป็นค่าการหมุนของหัวหมุนในน้ำยางธรรมชาติ หัวหมุนนี้เชื่อมต่อกับตุ้มน้ำหนักเพื่อใช้ถ่วงน้ำหนักทำให้เกิดการหมุน และมีมาตรวัดรอบของการหมุน ทำการจับเวลาเป็นวินาทีเมื่อมีการหมุนของมาตรวัดรอบครบ 1 รอบ โดยการหมุนของมาตรวัดรอบนี้ จะหมุนช้าลงสัมพันธ์กับหัวหมุนที่อยู่ในน้ำยางธรรมชาติ เมื่อน้ำยางธรรมชาติมีความหนืดสูงขึ้น เวลาการหมุนก็จะเพิ่มขึ้น เวลาในการหมุนที่

ได้ต้องนำไปเปรียบเทียบเป็นค่าความหนืดที่แท้จริงโดยเปรียบเทียบกับค่าความหนืดที่คำนวณได้จากการใช้ Ostwald viscometer

Ostwald viscometer เป็นอุปกรณ์วัดความหนืดที่ใช้วิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์ความหนืดของสารละลาย ซึ่งขึ้นกับอุณหภูมิของสารละลายแต่ละชนิด ดังนั้นในการทดลองจึงต้องทำให้สารละลายมีอุณหภูมิตามที่ต้องการและเท่ากับอุณหภูมิของน้ำกลั่นที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อหาค่าคงที่ของ viscometer ที่ใช้ การควบคุมอุณหภูมิจะทำในอ่างควบคุม การหาค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของสารละลายต้องทำให้สารละลายมีอุณหภูมิเท่ากับอ่างควบคุม โดยการใส่สารลงใน viscometer ซึ่งอยู่ในอ่างควบคุม ดังรูป 3.1 อาศัยหลักการไหลของสารผ่านรูที่มีขนาดเล็กในปริมาณที่คงที่ (จาก x ถึง y) พร้อมจับเวลาการไหลเป็นวินาที นำไปคำนวณเป็นค่าความหนืดของสารละลายโดยใช้สูตร

$$\eta = K * t * d$$

η = สัมประสิทธิ์ความหนืดของสารละลาย, poise

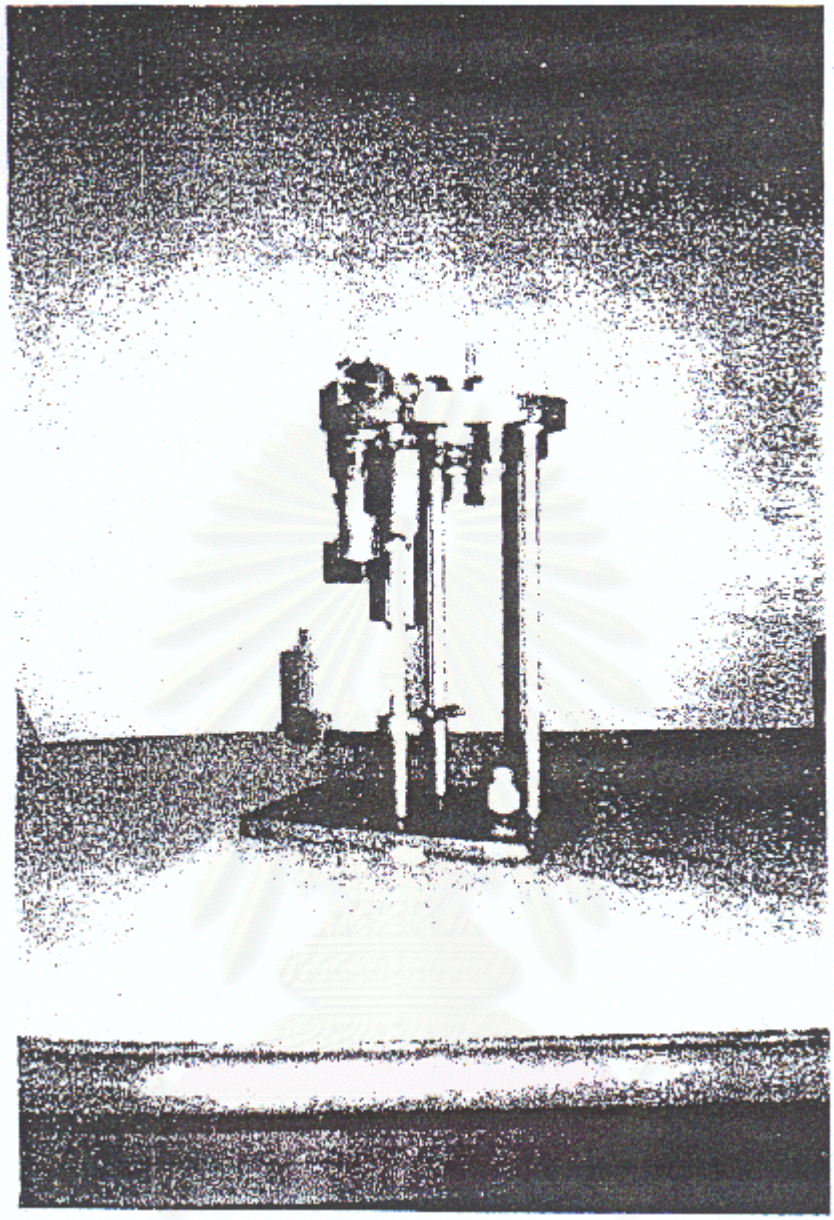
K = ค่าคงที่ viscometer

t = เวลาที่สารละลายไหลจากระดับ x มาถึงระดับ y, second

d = ความหนาแน่นของสารละลาย, g/cm^3

รูปที่ 3.1 Ostwald viscometer

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 เครื่องวัดความหนืด (Stormer viscometer)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 แผนการทดลอง

การทดลองได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) การศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเคมีแต่ละชนิดที่มีผลต่อการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติ 2) การศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเคมีแต่ละชนิดร่วมกับการใช้แอมโมเนียที่มีผลต่อการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติ 3) การวิเคราะห์ความหนืดของน้ำยางธรรมชาติ เมื่อเติมสารเคมีชนิดต่าง ๆ ร่วมกับการใช้แอมโมเนีย

3.4.1 การศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเคมีแต่ละชนิดที่มีผลต่อการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติ

การหาปริมาณสารเคมีแต่ละชนิดที่เหมาะสมในการรักษาสภาพน้ำยาง ทำโดยเตรียมสารละลายของสารเคมีแต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการใช้งานและขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีนั้น ทำการเติมสารเคมีแต่ละชนิดในปริมาณต่าง ๆ กัน ลงในน้ำยางธรรมชาติที่ไม่มีการเติมสารรักษาสภาพน้ำยางใด ๆ และใช้ในปริมาณเท่ากันตลอดการทดลอง โดยการเติมสารเคมีแต่ละชนิดนั้นเติมในลักษณะแยกแต่ละชนิดของสารเคมีและการใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกัน การเติมสารเคมีไปในน้ำยางธรรมชาติทำการทดลองลงในระบบปิด โดยใช้ถุงที่ปิดทั้งสองด้าน มีเฉพาะช่องเติมสารเคมีและน้ำยาง ทำการเปรียบเทียบกับตัวเปรียบเทียบ (control) โดยการสังเกตการเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ พร้อมบันทึกผลเป็นจำนวนชั่วโมงที่เกิดการเปลี่ยนแปลง นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสูตรการเติมสารเคมีแต่ละสูตรกับจำนวนชั่วโมงที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำยางธรรมชาติ

3.4.2 การศึกษาผลของการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติโดยการใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกับการใช้แอมโมเนีย

จากการศึกษาถึงคุณสมบัติของสารเคมีแต่ละชนิดที่มีผลต่อการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติในข้อ 3.4.1 ทำให้ทราบถึงคุณสมบัติของสารเคมีแต่ละชนิดในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติ นำสารเคมีที่สามารถใช้ร่วมกันแล้วทำให้การคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเพิ่มขึ้นนำมาใช้ร่วมกับแอมโมเนียเพื่อศึกษาการคงสภาพเมื่อใช้สารเคมีต่าง ๆ ร่วมกัน และนำสารเคมีแต่ละชนิดที่มีผลในการคงสภาพน้ำยางธรรมชาติในปริมาณต่าง ๆ มาใช้ร่วมกับแอมโมเนียในปริมาณ 1, 1.33, 1.67 phr ทำการทดลองโดยการเติมสารเคมีที่มีผลต่อการคงสภาพทีละชนิดร่วมกับแอมโมเนียปริมาณดังกล่าวในน้ำยางธรรมชาติที่ได้จากสวนยางพารา ทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ พร้อมทั้งทำการวัดความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่มีการเติมสารเคมีชนิดต่าง ๆ ลงไป เมื่อเก็บไว้ ณ ช่วงชั่วโมงต่าง ๆ โดยการใช้ Stormer viscometer และบันทึกผลเป็นจำนวนชั่วโมงที่มีการเปลี่ยนแปลง

3.4.3 การวิเคราะห์ค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติเมื่อเติมสารเคมีชนิดต่าง ๆ ร่วมกับการใช้แอมโมเนีย

การวัดค่าความหนืดนั้นใช้เครื่องมือวัดความหนืดแบบ Stormer viscometer (รูปที่ 3.2) ทำการวัดค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่ยังไม่มีการเติมสารเคมีใด ๆ หลังจากมีการเติมสารเคมีแต่ละชนิด และในระหว่างการทดลองงานช่วงชั่วโมงต่าง ๆ จนกระทั่งไม่สามารถวัดค่าความหนืดได้ โดยค่าที่วัดจะใช้นาฬิกาจับเวลาเป็นวินาทีในการหมุนของเข็มบอกจำนวนรอบที่หมุนครบ 1 รอบ ซึ่งเชื่อมต่อกับหัวหมุนที่มีตุ้มน้ำหนักถ่วงเพื่อให้เกิดการหมุนของหัวหมุนในน้ำยางธรรมชาติ หากน้ำยางธรรมชาติมีความหนืดมาก การหมุนของหัวหมุนในน้ำยางธรรมชาติก็จะช้าลง การหมุนของเข็มบอกจำนวนรอบก็จะหมุนช้าลงทำให้เวลาที่ใช้มากขึ้นในการหมุนครบ 1 รอบ นำเวลาที่บันทึกไว้มาคำนวณเป็นค่าความหนืดที่แท้จริงเพื่อนำมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในน้ำยางธรรมชาติเมื่อเวลาผ่านไป

3.5 วิธีการทดลอง

การศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเคมีแต่ละชนิดที่มีผลต่อการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติ

เตรียมสารเคมีที่ใช้คือ triclosan, PONPE-9, polyvinyl alcohol ทำเป็นสารละลายโดยการละลายในน้ำกลั่นความเข้มข้น 0.1%, 0.1% และ 1% ตามลำดับ

เตรียมถุงพลาสติกที่ใช้สำหรับเติมน้ำยาง โดยทำการปิดผนึกด้านบนของถุงพลาสติกให้เหลือเฉพาะช่องที่ใช้เติมน้ำยางธรรมชาติและสารเคมีรักษาสภาพน้ำยาง

เก็บน้ำยางธรรมชาติหลังจากการกรีด เวลาประมาณ 8.00 น. จากสวนยางพาราโดยเก็บเมื่อทำการทดลองในแต่ละครั้ง และไม่มีการเติมสารเคมีใด ๆ ลงในน้ำยางก่อนการทดลอง

นำสารเคมีที่เตรียมเป็นสารละลายเติมลงในถุงพลาสติก โดยทำการเติม triclosan โดยใช้ปิเปตปริมาณ 0, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.6, 12 ml ลงในถุงพลาสติกแล้วเติมน้ำยางธรรมชาติปริมาณ 300 ml ทำการเขย่าเพื่อให้สารเคมีกระจายทั่วในน้ำยางธรรมชาติ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาผ่านไปพร้อมบันทึกระยะเวลาในการคงสภาพ

เติมสารเคมีที่เตรียมเป็นสารละลายชนิดอื่น ๆ คือ PONPE-9 หรือ polyvinyl alcohol ในปริมาณ 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.6, 12 ml ลงในถุงพลาสติกแล้ว เติมน้ำยางธรรมชาติปริมาณ 300 ml ทำการเขย่า ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาผ่านไปพร้อมบันทึกระยะเวลาในการคงสภาพ

เติม propylene glycol โดยใช้ปิเปตปริมาณ 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36 ml ลงในถุงพลาสติกและเติมน้ำยางธรรมชาติปริมาณ 300 ml ทำการเขย่า ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาผ่านไปพร้อมบันทึกระยะเวลาในการคงสภาพ

นำสารเคมีแต่ละชนิดในปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้ข้างต้นมาเติมร่วมกัน โดยทำการเติมสารเคมี 2, 3 และ 4 ชนิดของสารเคมีผสมกันแล้วจึงทำการเติมน้ำยางธรรมชาติ 300 ml และทำการทดลองตามข้างต้น

การศึกษาผลของการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติโดยการใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกับการใช้แอมโมเนีย

นำสารเคมีแต่ละชนิดในปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้ผสมกันและสามารถคงสภาพน้ำยางธรรมชาติได้ จากการทดลองที่ 3.4.1 นำมาใช้ร่วมกับแอมโมเนียปริมาณ 1, 5 ml เติมลงในถุงพลาสติกและเติมน้ำยางธรรมชาติปริมาณ 300 ml ทำการเขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำยางธรรมชาติและบันทึกระยะเวลาคงสภาพ

นำ triclosan ปริมาณ 0, 0.6, 2, 5 ml และแอมโมเนียปริมาณ 3, 4, 5 ml ลงในถุงพลาสติกแต่ละถุง เติมน้ำยางธรรมชาติ 300 ml เขย่า เก็บน้ำยางที่เติมสารเคมีนี้ที่อุณหภูมิห้อง ทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกระยะเวลาการคงสภาพ

นำ polyvinyl alcohol ปริมาณ 0.02, 0.1, 0.5, 2.5 ml และแอมโมเนียปริมาณ 3, 4, 5 ml เติมลงในถุงพลาสติกแต่ละถุง เติมน้ำยางธรรมชาติ 300 ml เขย่า เก็บน้ำยางที่เติมสารเคมีที่อุณหภูมิห้อง ทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาการคงสภาพ

นำ propylene glycol ปริมาณ 0.2, 1, 5, 25 ml และแอมโมเนียปริมาณ 3, 4, 5 ml เติมลงในถุงพลาสติกแต่ละถุง เติมน้ำยางธรรมชาติ 300 ml เขย่า เก็บน้ำยางที่เติมสารเคมีที่อุณหภูมิห้อง ทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกระยะเวลาการคงสภาพ

การวิเคราะห์ค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติเมื่อเติมสารเคมีชนิดต่างๆร่วมกับการใช้แอมโมเนีย

ทำการวัดค่าความหนืดโดยใช้ stormer viscometer วัดค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่ไม่มีการเติมสารเคมีใด และค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่เติมสารเคมีชนิดต่าง ๆ ร่วมกับแอมโมเนียในการทดลองที่ 3.4.2 และในช่วงระยะเวลาการคงสภาพในทุก ๆ 6 ชั่วโมง เมื่อใช้ polyvinyl alcohol และ propylene glycol ร่วมกับแอมโมเนียในการใช้ triclosan ร่วมกับแอมโมเนียทำการวัดค่าความหนืดทุก ๆ 12 ชั่วโมง โดยทำการวัดความหนืดไปจนกว่าไม่สามารถวัดค่าได้ ค่าที่วัดได้จะเป็นเวลา (วินาที) ที่มีการหมุนของหัวหมุนในน้ำยาง ซึ่งต้องนำมาคำนวณเป็นค่าความหนืด (centipoise) โดยวิธีการคำนวณอยู่ในภาคผนวก ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของสารเคมีที่ใช้ในการทดลองต่อการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติ

การทดลองใช้สารเคมีเพื่อรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติโดยใช้โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol), ไตรคลอซาน (triclosan), โพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol), PONPE-9 หรือ poly-oxy nonylphenol ethoxylated ผลของการใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกันในการคงสภาพที่มีระยะเวลานานกว่า 20 ชั่วโมง ดังแสดงในตาราง 4.1

การรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติโดยใช้สารเคมีแต่ละชนิดเพียงชนิดเดียวเติมลงในน้ำยางธรรมชาติที่เก็บจากสวนยางพารานั้น สามารถคงสภาพได้ระยะเวลาไม่เกิน 12 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาคงสภาพใกล้เคียงกับน้ำยางธรรมชาติที่ไม่ได้มีการเติมสารเคมีใด ๆ เลย (controlling factor)

การใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกันในการรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติสามารถรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติได้โดยการใช้ polyvinyl alcohol ในปริมาณ 0.1 – 1.2 phr, triclosan 0.2 – 0.8 phr และ propylene glycol 6 – 12 phr จะสามารถรักษาสภาพน้ำยางได้เป็นระยะเวลา 23 – 26 ชั่วโมง ซึ่งคงสภาพอยู่ได้นานกว่าการใช้สารเคมีร่วมกันเพียง 2 ชนิด หรือเพียงชนิดเดียว แต่พบว่าการใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกันในปริมาณที่สูงมากกว่าปริมาณดังกล่าวนั้น ทำให้ระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติลดลง

การใช้ triclosan ในปริมาณ 0.8 phr ร่วมกับ polyvinyl alcohol 1.2 phr และ propylene glycol 10 phr ระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติจะนานที่สุดในการทดลอง คือ ระยะเวลา 33 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกันในปริมาณอื่น ๆ

การใช้ polyvinyl alcohol และ propylene glycol เพื่อรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติ พบว่า เมื่ออนุภาคยางมีการจับก้อนแล้วยังพบส่วนที่มีสภาพเหลวอยู่และจะค่อย ๆ จับก้อนจนหมด การใช้ propylene glycol ในปริมาณมากกว่าหรือเท่ากับ 6 phr น้ำยางธรรมชาติที่เกิดการจับก้อนหมดแล้วจะมีการเน่าดำช้ากว่าการที่ไม่ได้ใช้ propylene glycol และพบว่ากลิ่นเหม็นจากการเน่าของน้ำยางธรรมชาติลดลงด้วย

นอกจากลักษณะการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติ เมื่อใช้ triclosan polyvinyl alcohol และ propylene glycol ผสมกัน ยังพบว่าในขณะที่อนุภาคมีการจับก้อนเป็นส่วนใหญ่เกิดการแยกชั้นของน้ำที่มีอยู่ในน้ำยางธรรมชาติที่บริเวณก้นถุงปริมาณหนึ่ง โดยทุกถุงที่เติมสารเคมีทั้ง 3 ชนิดผสมกัน สามารถเกิดการแยกชั้นของน้ำได้โดยไม่มีการเน่าของอนุภาคยางที่จับก้อน ต่างจากถุงที่ไม่ได้เติมสารเคมีทั้ง 3 ชนิด จะมีการเน่าเกิดขึ้นแล้วจึงมีการแยกของน้ำออกมา แต่ระยะเวลาในการแยกชั้นน้ำของสูตรต่าง ๆ ที่ใช้นั้นแตกต่างกัน ดังแสดงในราตาง 4.1

การใช้ PONPE-9 เติมลงในน้ำยางธรรมชาตินั้น ไม่มีผลต่อการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติ

ในการใช้สารเคมีแต่ละชนิดเพื่อรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติ triclosan เป็นสารเคมีที่ทำให้การคงสภาพของน้ำยางธรรมชาตินานขึ้น โดยความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางส่วน แต่การใช้ triclosan เพียงชนิดเดียวไม่สามารถรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติได้นานเกิน 12 ชั่วโมง

การใช้ร่วมกับ polyvinyl alcohol และ propylene glycol เป็นสารช่วยในปริมาณที่เหมาะสมจึงสามารถรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติได้นานเกิน 24 ชั่วโมง เนื่องจากสารเคมีทั้งสองชนิดจัดเป็นสารลดแรงตึงผิว (nonionic surfactants) ที่มีโครงสร้างประกอบด้วยส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) จากลักษณะดังกล่าวทำให้ polyvinyl alcohol และ propylene glycol สามารถเข้าไปแทนที่โปรตีนที่เกาะอยู่บริเวณผิวของอนุภาคยางได้ และจากโครงสร้างของสารทั้งสองเป็นสารโมเลกุลใหญ่เมื่อเกาะกับผิวของอนุภาคยางแทนที่โปรตีนก็จะยื่นส่วนที่ชอบน้ำออกมา ทำให้เกิดการเกะกะกันในสารละลาย รวมทั้งแรงผลักระหว่างประจุของสารทั้งสองจึงทำให้รักษาเสถียรภาพของน้ำยางธรรมชาติได้ระยะเวลาหนึ่งที่นานกว่าน้ำยางธรรมชาติที่ไม่ได้เติมสารลดแรงตึงผิว แต่เมื่อมีการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดสภาพกรดขึ้นในน้ำยางธรรมชาติ การคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติจึงลดลงและเกิดการจับก้อน

การใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกันในปริมาณสูง ทำให้ระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติลดลง เป็นผลจากการที่สารลดแรงตึงผิวที่ใช้ คือ propylene glycol เกิดปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดกรดได้ง่าย ดังนั้น เมื่อใช้ในปริมาณสูงจึงทำให้เกิดกรดได้มากขึ้นด้วย ส่งผลให้ระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางลดลง

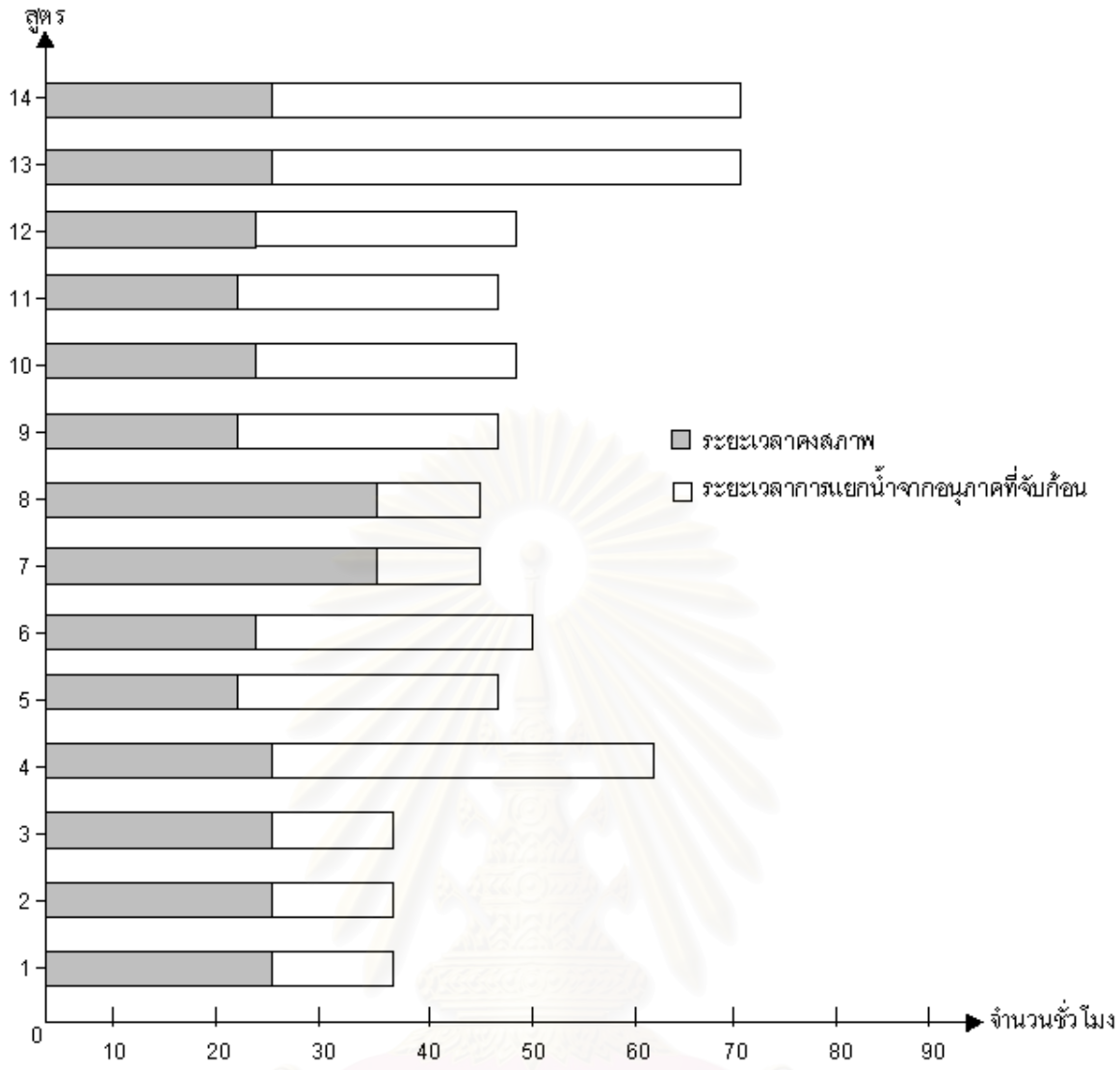
จากการแทนที่โปรตีนบริเวณผิวของอนุภาคยางโดยอนุภาคของ polyvinyl alcohol และ propylene glycol ทำให้โปรตีนส่วนที่ถูกแทนที่หลุดออกมาอยู่ในน้ำยาง และจากการรวมตัวของส่วนที่มีขั้วของสารทั้งสองนี้กับส่วนที่ไม่ใช่สายไฮโดรคาร์บอนของอนุภาคยาง ซึ่งมีส่วนประกอบของโปรตีนที่มีอยู่ในน้ำยางธรรมชาติด้วย สาเหตุของการเกิดกลิ่นเมื่อมีการเน่าเสียของน้ำยาง ทำให้ในการใช้สารเคมีทั้งสองชนิดในการรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติส่งผลในการลดกลิ่นเหม็นจากการเน่าเสียได้ และเกิดการแยกชั้นน้ำออกมาบริเวณก้นถุงเมื่อมีการจับเป็นก้อนของอนุภาคยาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเมื่อผสมสารเคมีต่าง ๆ

สูตร	phr				ระยะเวลาคงสภาพ (ชม.)	ระยะเวลาจับก้อนและแยกน้ำ (ชม.)
	PVA	NP-9	triclosan	PG		
1	0.4	0.4	0.2	6	26	10
2	0.4	0.4	0.4	6	26	10
3	0.1	0.1	0.6	6	26	10
4	0.6	0.6	0.2	6	26	36
5	4	4	4	8	23	23
6	0.8	0	0.4	10	24	25
7	1.2	0	0.8	10	33	12
8	1.2	0.8	0.8	10	33	12
9	4	0	2	10	23	23
10	0.6	0.6	0.8	12	24	25
11	4	2	0	12	23	23
12	0.8	0.4	0	12	24	25
13	0.2	0.2	0.4	12	26	40
14	4	2	2	12	26	40

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 แผนภาพระยะเวลาคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเมื่อใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกัน

4.2 ผลของการใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกับการใช้แอมโมเนียในการรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติ

จากผลการทดลอง 4.1 เมื่อนำสารเคมีแต่ละชนิดที่ใช้ร่วมกันในปริมาณต่าง ๆ และสามารถรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติได้นาน มาใช้ร่วมกับแอมโมเนียเพื่อทำให้ระยะเวลาในการคงสภาพเพิ่มขึ้น พบว่าหากมีการใช้ร่วมกับแอมโมเนียในปริมาณน้อย ๆ (<1 phr) ไม่สามารถเพิ่มระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติได้ และทำให้ระยะเวลาในการคงสภาพลดลงด้วย ดังแสดงในตารางที่ 4.2 แต่หากมีการใช้ร่วมกับแอมโมเนียในปริมาณมากกว่า 1.67 phr สามารถรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติได้นานมากกว่า 10 วัน

เมื่อทำการศึกษาถึงผลของการใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกับแอมโมเนียได้ผลการทดลอง ดังนี้

การใช้ triclosan ร่วมกับแอมโมเนียปริมาณต่ำกว่า 1.67 phr นั้น triclosan สามารถช่วยให้ระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้แอมโมเนียเพียงชนิดเดียว ซึ่งการใช้ triclosan ปริมาณ 1.67 phr ทำให้ระยะเวลาในการคงสภาพเพิ่มขึ้นนานที่สุด และในการใช้ triclosan ร่วมกับแอมโมเนียปริมาณ 1.67 phr จะเห็นว่าระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติมีมากกว่า 10 วัน เท่ากับแอมโมเนียในปริมาณ 1.67 phr เพียงชนิดเดียว ดังตารางที่ 4.3

การใช้ polyvinyl alcohol ร่วมกับแอมโมเนียปริมาณต่ำกว่า 1.67 phr สามารถเพิ่มระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติได้เช่นเดียวกับการใช้ triclosan แต่ระยะเวลาคงสภาพสั้นกว่า และการใช้ polyvinyl alcohol ร่วมกับแอมโมเนียปริมาณ 1.67 phr ทำให้ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติลดต่ำลงกว่าการใช้แอมโมเนียปริมาณ 1.67 phr เพียงชนิดเดียว ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ซึ่งผลการทดลองนี้ใกล้เคียงกับการใช้ propylene glycol ร่วมกับแอมโมเนีย แสดงผลในตารางที่ 4.5

จากรูปที่ 4.2 พบว่าความแตกต่างของการใช้แอมโมเนียชนิดเดียวในปริมาณ 1 และ 1.33 phr จะมีระยะเวลาการคงสภาพน้อยกว่าการใช้แอมโมเนียร่วมกับ triclosan ในปริมาณ 0.2, 0.67 และ 1.67 โดยเมื่อเพิ่มปริมาณ triclosan มากขึ้น ระยะเวลาการคงสภาพเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน แต่เมื่อใช้แอมโมเนีย 1.67 phr เพียงชนิดเดียวหรือใช้ร่วมกับ triclosan ระยะการคงสภาพจะเท่ากัน คือ มากกว่า 10 วัน และในการใช้แอมโมเนียในปริมาณ 1 และ 1.33 phr ร่วมกับ polyvinyl alcohol และ propylene glycol ในปริมาณ 0.007, 0.033, 0.167, 0.83 และ 0.07, 0.33, 1.67, 8.33 ตามลำดับ ระยะเวลาในการคงสภาพเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณ polyvinyl alcohol และ propylene glycol แต่น้อยกว่าการใช้แอมโมเนียร่วมกับ triclosan และเมื่อใช้แอมโมเนียปริมาณ 1.67 phr ร่วมกับ polyvinyl alcohol และ propylene glycol ในปริมาณต่าง ๆ พบว่าระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางลดลง ซึ่งน้อยกว่าการใช้แอมโมเนียเพียงชนิดเดียว ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และ 4.3

การใช้แอมโมเนียที่มีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียสูง ต้องเติมลงในน้ำยางในปริมาณมากกว่า 0.35% ต่อน้ำหนักน้ำยางทันทีที่น้ำยางธรรมชาติถูกกรีดออกจากต้น หากมีการใช้แอมโมเนียในปริมาณน้อยเกินไปจะส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรีย อาจเป็นเพราะ pH ของน้ำยางธรรมชาติสูงเพิ่มขึ้นจากปกติ 6.5 ไปถึง 8.0 ซึ่งเป็นช่วง pH ที่เหมาะในการเพิ่มปริมาณของแบคทีเรีย ดังนั้น ระดับของปริมาณแอมโมเนียในน้ำยางธรรมชาติต้องสูงกว่า 0.1% ต่อน้ำหนักน้ำยางเพื่อทำให้ปริมาณแบคทีเรียมีปริมาณคงที่ไม่เพิ่มขึ้น (วราภรณ์, 2532) ดังนั้น ผลการทดลองใช้แอมโมเนียในปริมาณน้อยกว่า 1 phr ร่วมกับสารเคมีชนิดต่าง ๆ จึงมีระยะเวลาในการคงสภาพลดลง การใช้แอมโมเนียปริมาณต่ำกว่า 1.67 phr ซึ่งเป็นปริมาณที่สามารถรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติได้ในช่วงระยะเวลาสั้นเท่านั้น ดังนั้น เมื่อมีการใช้ร่วมกับ triclosan ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ทำให้ระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติจึงนานขึ้น และในการใช้แอมโมเนียปริมาณต่ำกว่า 1.67 phr ร่วมกับ polyvinyl alcohol และ propylene glycol ที่มีคุณสมบัติในการแทนที่โปรตีนบนผิวของอนุภาคยางแล้วทำให้เกิดการเกะกะ เนื่องจากสารทั้งสองมีโมเลกุลใหญ่และมีแรงผลักจากประจุของสารเหล่านั้น ดังนั้น เมื่อใช้ร่วมกับ

แอมโมเนียที่สามารถรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติในช่วงระยะเวลาสั้น จึงส่งผลให้เกิดการคงสภาพได้นานยิ่งขึ้น แต่ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นนั้นน้อยกว่าการใช้แอมโมเนียร่วมกับ triclosan

แต่การใช้แอมโมเนียปริมาณ 1.67 phr ร่วมกับ polyvinyl alcohol และ propylene glycol ระยะเวลาในการคงสภาพลดลงต่ำกว่าการใช้แอมโมเนียปริมาณ 1.67 phr เพียงชนิดเดียว เนื่องจากสารทั้งสองชนิดนี้สามารถเปลี่ยนเป็นกรดได้ง่าย โดยเฉพาะ propylene glycol หมู่ไฮดรอกซิลที่มีความเป็นขั้วสูงสามารถทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียทำให้เกิดเป็นกรดได้ ซึ่งเป็นการทำลายแอมโมเนียที่มีอยู่ การยับยั้งแบคทีเรียของแอมโมเนียจึงมีประสิทธิภาพลดลงและสภาพความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำยางธรรมชาติจับก้อนกันเร็วขึ้น ระยะเวลาการคงสภาพจึงลดลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเมื่อใช้สารเคมีแต่ละชนิดร่วมกับแอมโมเนีย ปริมาณ 0.33 phr

สูตร	phr				ระยะเวลาคงสภาพ (ชม.)
	PVA	NP-9	triclosan	PG	
1	0.2	0.2	0.2	6	21
2	0.6	0.6	0.2	6	21
3	0.8	0.4	0.4	10	21
4	0.8	0.4	0	10	21
5	0.8	0	0.4	10	21
6	1.2	0	0.8	10	21
7	1.2	0.4	0.8	10	21
8	1.2	0.8	0.8	10	21
9	0.2	0.2	0.4	12	21
10	0.6	0.6	0.8	12	21
11	4	2	2	12	21

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเมื่อใช้แอมโมเนียร่วมกับ Triclosan และค่าความหนืดที่วัดโดย Stormer Viscometer

สูตร	NH_3 (phr)	Triclosan (phr)	ระยะเวลาคงสภาพ (ชม.)	ความหนืดเมื่อเก็บไว้ ณ ช่วงชั่วโมงต่าง ๆ (วินาที)													
				0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156
1	1	0	32	30	31	32	33	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	1	0.2	39	30	31	33	34	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	1	0.67	56	30	30	31	33	34	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	1	1.67	56	30	30	31	32	33	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	1.33	0	46	30	30	31	30	30	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	1.33	0.2	41	30	30	30	30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	1.33	0.67	68	30	30	30	31	31	33	37	*	*	*	*	*	*	*
8	1.33	1.67	80	30	30	30	30	30	31	32	37	*	*	*	*	*	*
9	1.67	0	>150	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
10	1.67	0.2	>150	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
11	1.67	0.67	>150	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
12	1.67	1.67	>150	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

หมายเหตุ : * เริ่มจับก้อนแต่มีสภาพนิ่มและบางส่วนมีสภาพเหลวอยู่ ความหนืดสูงมากไม่สามารถวัดได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเมื่อใช้แอมโมเนียร่วมกับ PVA และค่าความหนืดที่วัดโดย Stormer Viscometer

สูตร	NH_3 (phr)	PVA (phr)	ระยะเวลาคงสภาพ (ชม.)	ความหนืดเมื่อเก็บไว้ ณ ช่วงชั่วโมงต่าง ๆ (วินาที)										
				0	26	32	38	44	60	66	72	78	84	90
1	1	0.007	39	30	35	36	*	*	*	*	*	*	*	*
2	1	0.033	49	30	35	36	39	*	*	*	*	*	*	*
3	1	0.167	49	29	35	36	37	*	*	*	*	*	*	*
4	1	0.830	49	30	36	37	38	*	*	*	*	*	*	*
5	1.33	0.007	36	30	31	38	*	*	*	*	*	*	*	*
6	1.33	0.033	45	30	31	30	37	*	*	*	*	*	*	*
7	1.33	0.167	45	30	31	31	37	*	*	*	*	*	*	*
8	1.33	0.830	58	30	31	31	31	31	*	*	*	*	*	*
9	1.67	0.007	40	31	31	31	31	*	*	*	*	*	*	*
10	1.67	0.033	52	31	32	32	31	31	*	*	*	*	*	*
11	1.67	0.167	81	31	31	31	31	31	31	32	31	33	*	*
12	1.67	0.830	90	31	32	31	31	32	32	31	32	32	37	*

หมายเหตุ : * เริ่มจับก้อนแต่มีสภาพนิ่มและบางส่วนมีสภาพเหลวอยู่ ความหนืดสูงมากไม่สามารถวัดได้

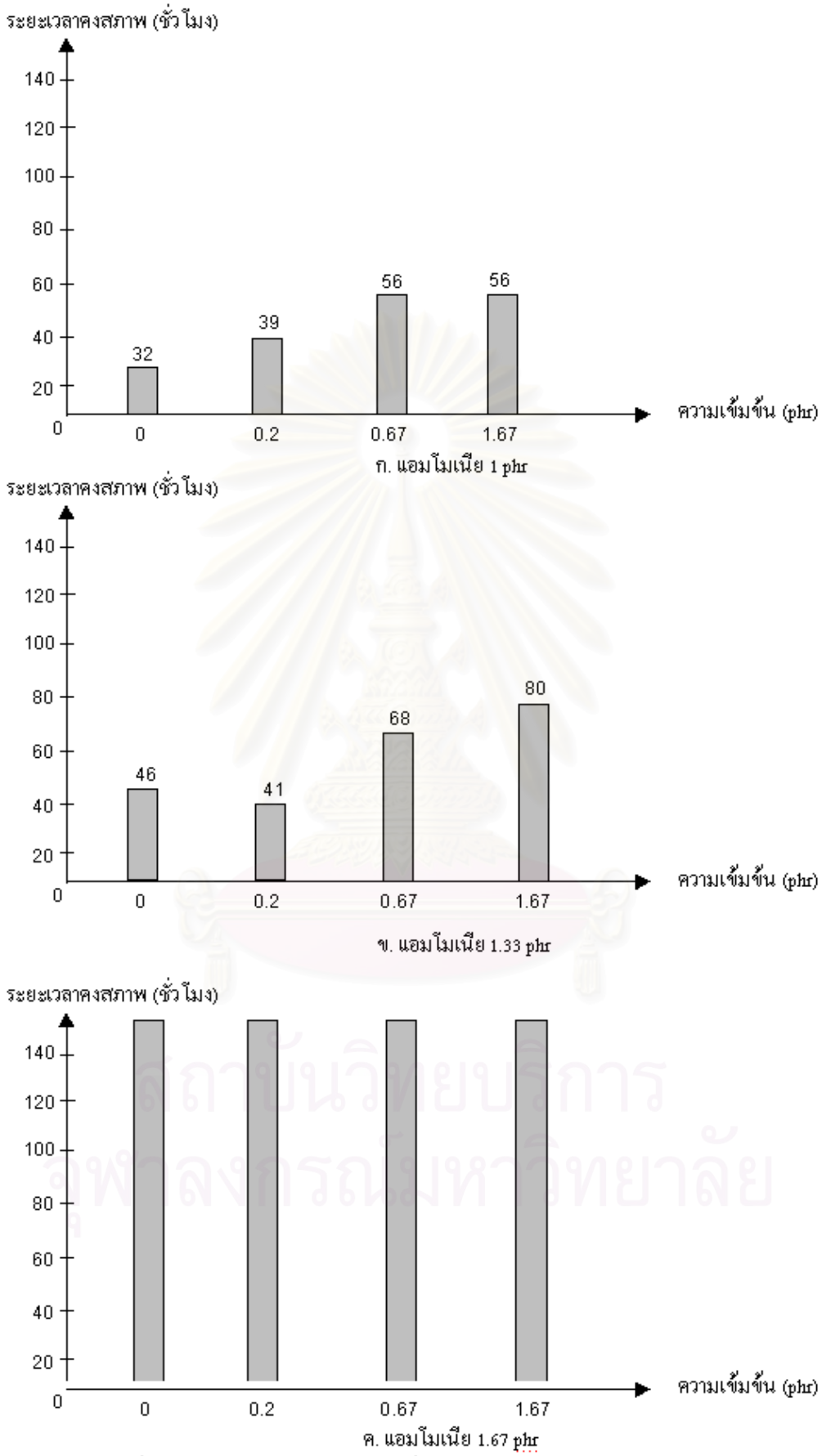
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติเมื่อใช้แอมโมเนียร่วมกับ PG และค่าความหนืดที่วัดโดย Stomer Viscometer

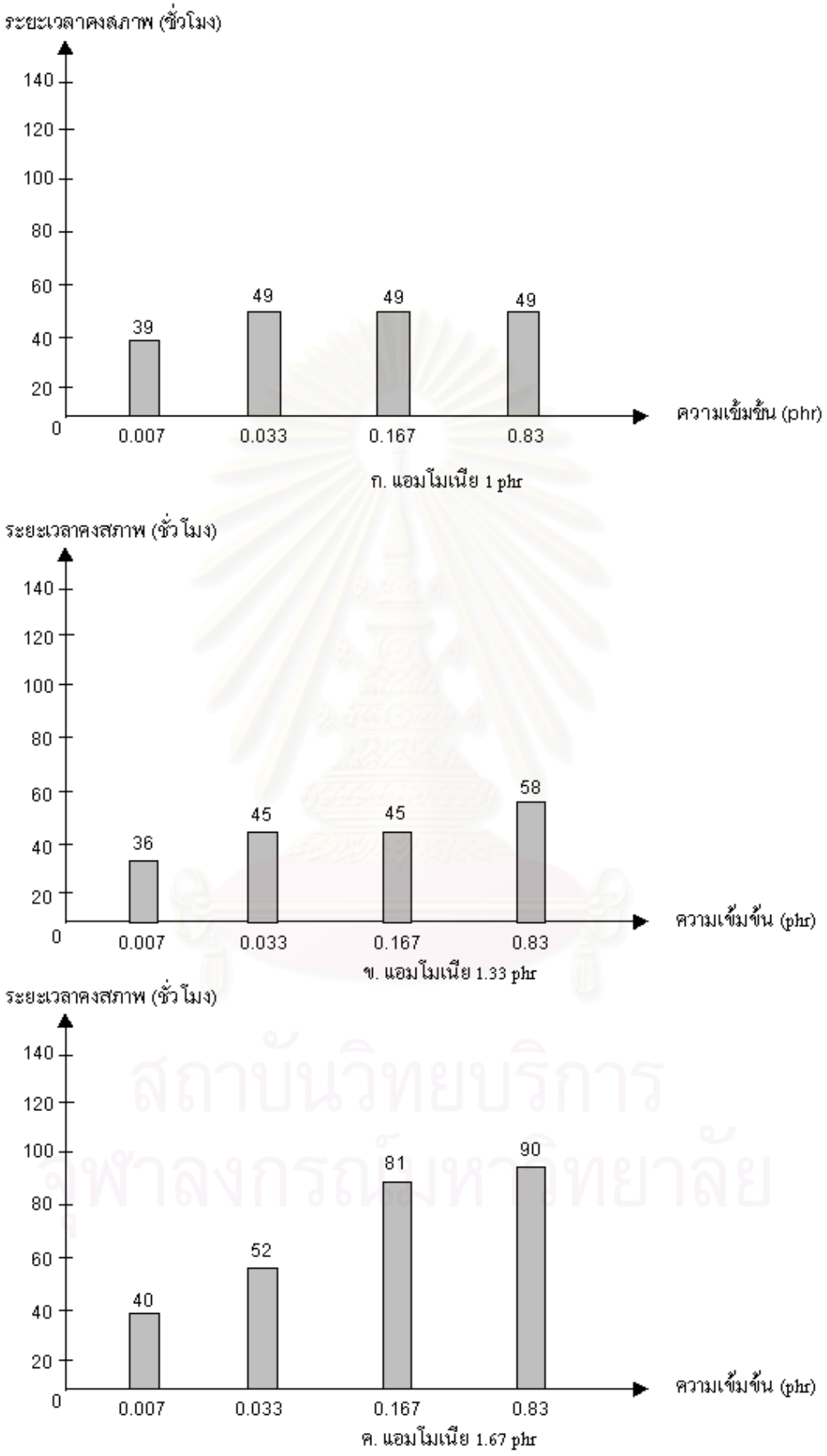
สูตร	NH_3 (phr)	PG (phr)	ระยะเวลาคงสภาพ (ชม.)	ความหนืดเมื่อเก็บไว้ ณ ช่วงชั่วโมงต่าง ๆ (วินาที)											
				0	26	32	38	44	60	66	72	78	84	90	96
1	1	0.07	36	30	35	36	37	*	*	*	*	*	*	*	*
2	1	0.33	38	30	36	37	37	*	*	*	*	*	*	*	*
3	1	1.67	39	29	35	36	37	*	*	*	*	*	*	*	*
4	1	8.33	48	29	34	35	35	36	*	*	*	*	*	*	*
5	1.33	0.07	36	30	31	39	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	1.33	0.33	36	30	33	35	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	1.33	1.67	36	30	35	36	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	1.33	8.33	62	31	30	30	31	33	36	*	*	*	*	*	*
9	1.67	0.07	40	31	31	32	34	*	*	*	*	*	*	*	*
10	1.67	0.33	52	31	32	32	34	37	*	*	*	*	*	*	*
11	1.67	1.67	84	31	31	31	31	31	31	32	35	36	*	*	*
12	1.67	8.33	98	31	32	32	32	32	32	32	33	35	36	37	*

หมายเหตุ : * เริ่มจับก้อนแต่มีสภาพนิ่มและบางส่วนมีสภาพเหลวอยู่ ความหนืดสูงมากไม่สามารถวัดได้

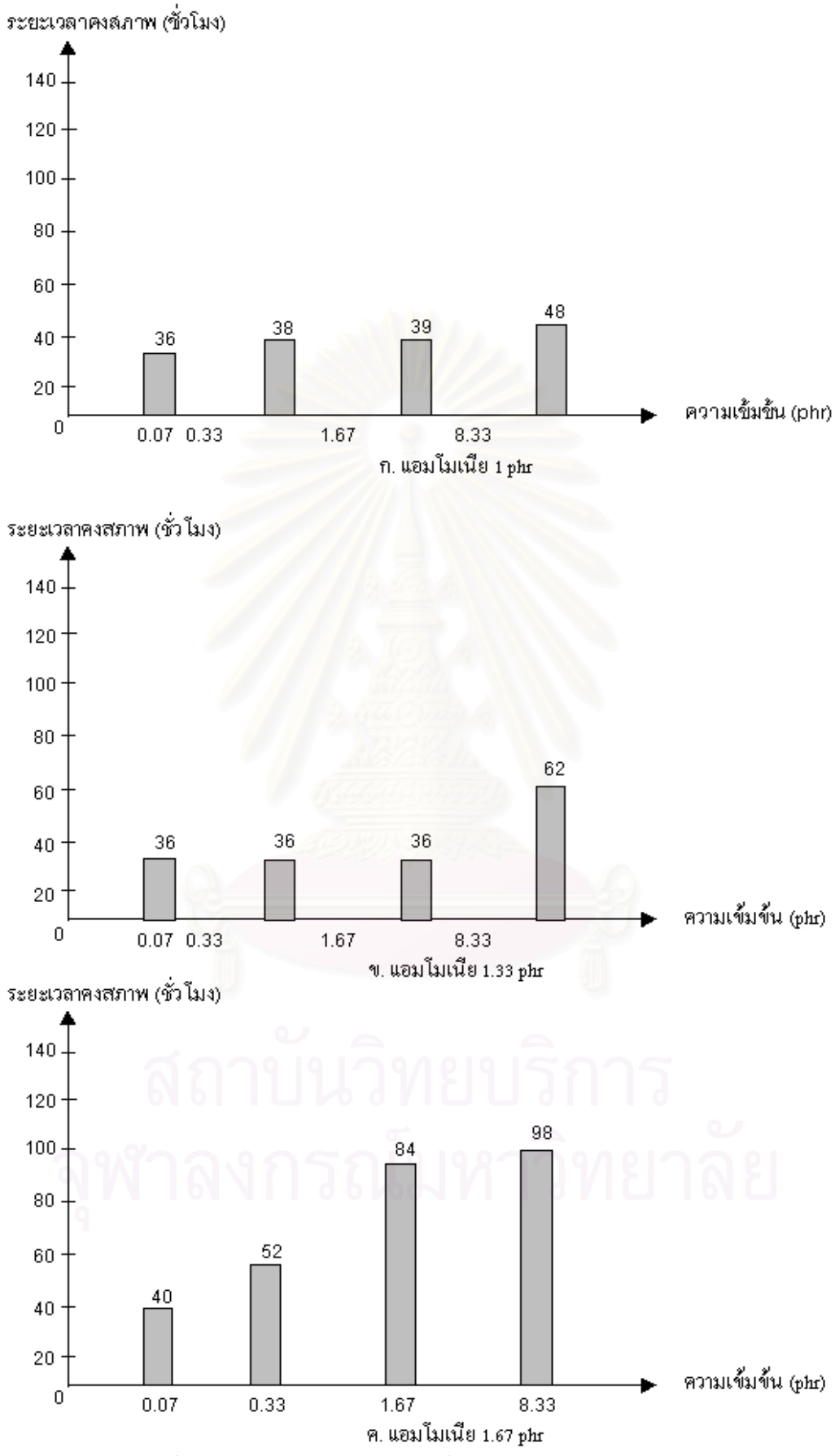
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 การคงสภาพของน้ำยางที่เติม triclosan ร่วมกับแอมโมเนีย



รูปที่ 4.3 การคงสภาพของน้ำยางที่เติม PVA ร่วมกับแอมโมเนีย



รูปที่ 4.4 การคงสภาพของน้ำยางที่เติม PG ร่วมกับแอมโมเนีย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 การวิเคราะห์ค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติเมื่อเติมสารเคมีชนิดต่าง ๆ ร่วมกับแอมโมเนีย

จากการวัดความหนืดของน้ำยางธรรมชาติเมื่อมีการเติมสารเคมี ณ ช่วงระยะเวลาต่าง ๆ โดยใช้เครื่องวัดความหนืด Stormer viscometer แล้วทำการคำนวณ (วิธีการคำนวณในภาคผนวก) เป็นค่าความหนืดที่แท้จริง ดังแสดงในตารางที่ 4.6, 4.7 และ 4.8 พบว่าค่าความหนืดนั้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาคงสภาพที่เกิดในน้ำยางธรรมชาติเมื่อเวลาผ่านไป โดยการใช้ polyvinyl alcohol หรือ propylene glycol ร่วมกับแอมโมเนียนั้น ความหนืดของน้ำยางธรรมชาติในช่วงระยะเวลาคงสภาพมีค่าประมาณ 8.0 – 8.4 centipoise และจะเพิ่มขึ้นเมื่ออนุภาคยางเริ่มมีการจับก้อนและการใช้ triclosan ร่วมกับแอมโมเนีย พบว่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติในช่วงระยะเวลาคงสภาพมีค่าประมาณ 7.8 – 8.0 centipoise ซึ่งต่ำกว่าการใช้ polyvinyl alcohol หรือ propylene glycol ร่วมกับแอมโมเนีย นอกจากนี้พบว่าเมื่อใช้แอมโมเนียปริมาณ 1.67 phr ร่วมกับ triclosan ในปริมาณต่าง ๆ ที่สามารถรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติได้นานกว่า 10 วัน ค่าความหนืดในช่วงระยะเวลาคงสภาพนั้นมีค่าคงที่คือ 7.8 centipoise

เนื่องจาก polyvinyl alcohol และ propylene glycol เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ช่วยเพิ่มระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติได้ระยะหนึ่ง เนื่องจากแรงผลักของโมเลกุลที่มีสมบัติเป็น hydrophilic แต่นอกจากแรงผลักดังกล่าวแล้วยังมีแรงที่เกิดจากส่วนที่มีโครงสร้างโซ่สายไฮโดรคาร์บอนเหมือนกันที่ดึงเข้าหากัน (hydrophobic) สารละลายทั้งสองชนิดเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะเกิดการเรียงตัวของโมเลกุลเป็นลักษณะไมเซลล์ (micelle) ทำให้สารละลายมีความหนืด ดังนั้นในการเติมลงในน้ำยางธรรมชาติจึงทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นเช่นกัน และการรวมตัวของส่วนที่ไม่ใช่สายไฮโดรคาร์บอนของอนุภาคยางกับส่วนที่มีขั้วของสารลดแรงตึงผิวที่ทำให้อนุภาคในส่วนที่ไม่ใช่อนุภาคยางมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ค่าความหนืดที่วัดได้ในระยะการคงสภาพนั้นมีค่าสูงกว่าการใช้ triclosan ร่วมกับแอมโมเนียซึ่ง triclosan เป็นสารละลายที่มีความหนืดต่ำกว่าสารลดแรงตึงผิว และ triclosan สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำยางธรรมชาติ ดังนั้น เมื่อมีการใช้ร่วมกับแอมโมเนียจึงทำให้ระดับความหนืดที่วัดได้ในระยะเวลาคงสภาพมีค่าต่ำและคงที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 ค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่ได้จากการคำนวณ (centipoise) เมื่อใช้แอมโมเนียและ Triclosan

สูตร	NH_3	Triclosan	ระยะเวลาคงสภาพ (ชม.)	ความหนืดเมื่อเก็บไว้ ณ ช่วงชั่วโมงต่าง ๆ (cp)													
	(phr)	(phr)		0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156
1	1	0	32	7.8	8.0	8.4	8.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	1	0.2	39	7.8	8.0	8.6	8.9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	1	0.67	56	7.8	7.8	8.0	8.6	8.9	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	1	1.67	56	7.8	7.8	8.0	8.4	8.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	1.33	0	46	7.8	7.8	8.0	7.8	7.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	1.33	0.2	41	7.8	7.8	7.8	7.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	1.33	0.67	68	7.8	7.8	7.8	8.0	8.0	8.6	9.7	*	*	*	*	*	*	*
8	1.33	1.67	80	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	8.0	8.4	9.7	*	*	*	*	*	*
9	1.67	0	>150	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
10	1.67	0.2	>150	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
11	1.67	0.67	>150	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
12	1.67	1.67	>150	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8

หมายเหตุ : * เริ่มจับก้อนแต่มีสภาพนิ่มและบางส่วนมีสภาพเหลวอยู่ ความหนืดสูงมากไม่สามารถวัดได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่ได้จากการคำนวณ (centipoise) เมื่อใช้แอมโมเนียมและ PVA

สูตร	NH_3 (phr)	PVA (phr)	ระยะเวลาคงสภาพ (ชม.)	ความหนืดเมื่อเก็บไว้ ณ ช่วงชั่วโมงต่าง ๆ (cp)										
				0	26	32	38	44	60	66	72	78	84	90
1	1	0.007	39	7.8	9.1	9.4	*	*	*	*	*	*	*	*
2	1	0.033	49	7.8	9.1	9.4	10.1	*	*	*	*	*	*	*
3	1	0.167	49	7.6	9.1	9.4	9.7	*	*	*	*	*	*	*
4	1	0.830	49	7.8	9.4	9.7	9.9	*	*	*	*	*	*	*
5	1.33	0.007	36	7.8	8.0	9.9	*	*	*	*	*	*	*	*
6	1.33	0.033	45	7.8	8.0	7.8	9.7	*	*	*	*	*	*	*
7	1.33	0.167	45	7.8	8.0	8.0	9.7	*	*	*	*	*	*	*
8	1.33	0.830	58	7.8	8.0	8.0	8.0	8.0	*	*	*	*	*	*
9	1.67	0.007	40	8.0	8.0	8.0	8.0	*	*	*	*	*	*	*
10	1.67	0.033	52	8.0	8.4	8.4	8.0	8.0	*	*	*	*	*	*
11	1.67	0.167	81	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.4	8.0	8.6	*	*
12	1.67	0.830	90	8.0	8.4	8.0	8.0	8.4	8.4	8.0	8.4	8.4	9.7	*

หมายเหตุ : * เริ่มจับก้อนแต่มีสภาพนิ่มและบางส่วนมีสภาพเหลวอยู่ ความหนืดสูงมากไม่สามารถวัดได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 ค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่ได้จากการคำนวณ (centipoise) เมื่อใช้แอมโมเนียและ PG

สูตร	NH_3 (phr)	PG (phr)	ระยะเวลาคงสภาพ (ชม.)	ความหนืดเมื่อเก็บไว้ ณ ช่วงชั่วโมงต่าง ๆ (cp)											
				0	26	32	38	44	60	66	72	78	84	90	96
1	1	0.07	36	7.8	9.1	9.4	9.7	*	*	*	*	*	*	*	*
2	1	0.33	38	7.8	9.4	9.7	9.7	*	*	*	*	*	*	*	*
3	1	1.67	9	7.6	9.1	9.4	9.7	*	*	*	*	*	*	*	*
4	1	8.33	48	7.6	8.9	9.1	9.1	9.4	*	*	*	*	*	*	*
5	1.33	0.07	36	7.8	8.0	10.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	1.33	0.33	36	7.8	8.6	9.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	1.33	1.67	36	7.8	9.1	9.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	1.33	8.33	62	8.0	7.8	7.8	8.0	8.6	9.4	*	*	*	*	*	*
9	1.67	0.07	40	8.0	8.0	8.4	8.9	*	*	*	*	*	*	*	*
10	1.67	0.33	52	8.0	8.4	8.4	8.9	9.7	*	*	*	*	*	*	*
11	1.67	1.67	84	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.4	9.1	9.4	*	*	*
12	1.67	8.33	98	8.0	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.6	9.1	9.4	9.7	*

หมายเหตุ : * เริ่มจับก้อนแต่มีสภาพนิ่มและบางส่วนมีสภาพเหลวอยู่ ความหนืดสูงมากไม่สามารถวัดได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. การใช้ triclosan ในปริมาณ 0.2 – 0.8 phr, propylene glycol ในปริมาณ 6 –10 phr และ polyvinyl alcohol ในปริมาณ 0.2 – 1.2 phr มีผลในการเพิ่มระยะเวลาในการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติระยะเวลาหนึ่ง โดยระยะเวลาคงสภาพใกล้เคียงกันเมื่อใช้สารเคมีในช่วงปริมาณดังกล่าวผสมกัน โดย propylene glycol และ polyvinyl alcohol มีผลทำให้การจับก้อนของอนุภาคช้าลงและการจับก้อนของอนุภาคยางเกิดแบบหลวม ๆ และ triclosan มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยการใช้สารเคมีเหล่านี้ผสมกันในปริมาณต่าง ๆ ข้างต้น หลังจากน้ำยางธรรมชาติมีการจับก้อนแล้วประมาณ 10-40 ชั่วโมง จะมีการแยกของชั้นน้ำออกมาจากส่วนของอนุภาคยางที่จับก้อนบริเวณด้านล่างของถุงพลาสติก

2. การใช้ triclosan 0.8 phr, propylene glycol 10 phr และ polyvinyl alcohol 1.2 phr สามารถรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติได้นาน 33 ชั่วโมง เป็นสูตรที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติในสวนยางได้ เมื่อทำการเก็บน้ำยางที่ได้โดยใช้ถุงพลาสติก และสามารถแยกส่วนของน้ำออกจากอนุภาคยางที่จับก้อนได้

3. การใช้ triclosan ในปริมาณ 1.67 phr สามารถส่งเสริมระยะเวลาคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติได้นานที่สุด เมื่อใช้ร่วมกับแอมโมเนียในปริมาณต่ำ ($\leq$ 1.33 phr) แต่เมื่อใช้ร่วมกับแอมโมเนียในปริมาณที่มากขึ้น triclosan ก็ไม่มีผลใด ๆ ดังนั้นเมื่อมีการใช้ triclosan จึงสามารถลดปริมาณการใช้แอมโมเนียได้

4. การใช้ propylene glycol ในปริมาณ 0.83 phr หรือ polyvinyl alcohol ในปริมาณ 8.33 phr ร่วมกับแอมโมเนียในปริมาณต่ำ ($\leq$ 1.33 phr) สามารถส่งเสริมระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติได้ในช่วงระยะเวลาสั้น ประมาณ 50 – 80 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับปริมาณแอมโมเนียที่ใช้ แต่การใช้ร่วมกับแอมโมเนียที่มีปริมาณมากขึ้น (1.67 phr) จะส่งผลให้ระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนสภาพเป็นกรดได้ของสารทั้งสอง โดยการเกิดปฏิกิริยากับแอมโมเนีย ซึ่งเป็นการทำลายแอมโมเนียทำให้ปริมาณแอมโมเนียที่สามารถรักษาสภาพของน้ำยางและยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียลดลง ระยะเวลาในการคงสภาพจึงลดลงด้วย

5. propylene glycol สามารถส่งเสริมระยะเวลาการคงสภาพของน้ำยางธรรมชาติได้ดีกว่า polyvinyl alcohol เนื่องจากโครงสร้างโมเลกุลของ propylene glycol มีหมู่ที่มีขั้วมากกว่า ดังนั้น การใช้ propylene glycol ในปริมาณสูงกว่า 6 phr มีผลทำให้การเน่าเสียของน้ำยางธรรมชาติช้าลง นอกจากนี้กลิ่นเหม็นจากการเน่าของน้ำยางธรรมชาติลดลงด้วย มีสาเหตุจากการรวมตัวของส่วนที่มีขั้ว propylene glycol กับส่วนที่ไม่ใช่สายไฮโดรคาร์บอนของอนุภาคยาง ซึ่งมีส่วนประกอบของโปรตีนที่มีอยู่ในน้ำยางธรรมชาติ สาเหตุของการเกิดกลิ่นเมื่อมีการเน่าทำให้สามารถลดกลิ่นจากการเน่าเสียได้

6. ค่าความหนืดของน้ำยางธรรมชาติที่มีการเติมแอมโมเนียในปริมาณต่าง ๆ ร่วมกับ triclosan มีค่าต่ำและคงที่คือ 7.8 centipoise เมื่อน้ำยางธรรมชาติอยู่ในระยะเวลาคงสภาพเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แอมโมเนียในปริมาณต่าง ๆ ร่วมกับ propylene glycol และ polyvinyl alcohol พบว่ามีค่าความหนืดสูงกว่าแม้อยู่ในช่วงระยะเวลาการคงสภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาถึงผลในการใช้ propylene glycol เกี่ยวกับการชะลอการเน่าเสียและการลดกลิ่นเหม็นของน้ำยางธรรมชาติ

ควรศึกษาการใช้ propylene glycol, polyvinyl alcohol และ Triclosan ร่วมกับสารเคมีที่ใช้รักษาสภาพน้ำยางทั่ว ๆ ไปที่ไม่ใช่แอมโมเนีย เช่น ฟอมาลดีไฮด์ โซเดียมซัลไฟต์ โซเดียมคาร์บอเนต

ควรศึกษาถึงสารเคมีในกลุ่มสารลดแรงตึงผิวชนิดอื่น ๆ ที่มีผลในการรักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติได้ดีกว่าสารที่ใช้ในการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมวิชาการเกษตร. 2532. การผลิตยางธรรมชาติ. ในเอกสารวิชาการฉบับที่ 1. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร : 2-15.

กฤษณา คงศิลป์, พรรษา อดุลยธรรม, วิภา เศวตกนิษฐ และสุรศักดิ์ สุทธิสงค์. 2539. ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวทางเคมีของน้ำยางข้น. ในรายงานผลการวิจัยเรื่องเต็ม สถาบันวิจัยยาง, กรมวิชาการเกษตร : 1-7.

ธิรา แดงกนิษฐ์, นุชนาฏ ณ ระนอง, สุวิทย์ สันเมือง และอมรศักดิ์ จู้ทิ่น. 2542. การใช้สารเคมีรักษา สภาพน้ำยางสดเพื่อลดปริมาณไนโตรซามีนในยาง. ในรายงานผลการวิจัยแผนงานวิจัยและพัฒนายาง ประจำปี 2540 (เล่ม 1). สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร : 51-52.

พนัส แพชนะ. 2539. เทคนิคการเจาะยาง. วารสารศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี ปีที่ 3 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม) : 124-128.

วราภรณ์ ขจรไชยกุล. 2532. การผลิตยางธรรมชาติ. ในเอกสารวิชาการฉบับที่ 1, พิมพ์ครั้งที่ 2. ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร : 57-67.

ภาษาอังกฤษ

Cheong Sai Fah and Ong Chong Oon. 1974. New preservative systems for field latex. J. Rubb.Res.Inst. Malaysia. 24(2) : 118-124.

Clint, J.H. 1992. Surfactant Aggregation. Chap. 11 : 1-11. New York : Blockie & son.

Cook, A.S. 1960. The short-term preservation of natural latex. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia. 16(2) : 56-81.

Cook, A.S. and Sekhar, B.C. 1953. Fraction from Hevea Brasiliensis latex centrifuged at 59,000 g. J. Rubb Res. Inst. Malaysia. 24(3) : 137-144.

Mohamad Siad Mahat, Wont, N.P., Chin, H.C. and Latif Majid, A.1991. Latex preservation in polybags and latex concentrate production. J. nat. Rubb. Res. 6(2) : 115-126.

Morris, I.E.1987.Latex comcentrate production in Thailand. Proceeding on pararubber of Thailand 3th, Had yai : 28-31.

Porter, M.R. 1994. Handbook of surfactants. 2nd ed. Melboune : Chapman & Hull : 26-39

Rosen, M.J. 1989. Surfactants and interfacial phenomena. 2nd ed. New York : John Wiley & son. Chapter 1, 3 and 4.

Shukri Hi Abd Wahab. 1992. Latex concentrate production and introduction to latex product manufacture. Rubber research institute of Malaysia : 93-97.

Shum, K.C and Wren, W.G. 1997. Observations on bacterial activity in natural rubber latex-plate counts of latex bacteria on a supplemented medium. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia. 25(2): 69-80.

Tasakorn, P. 1977. Liquid – liquid dispersion in relation to suspension polymerisation. Doctor's Thesis, Department of Chemical Engineering, Wales University.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.
รายละเอียดของสารที่เกี่ยวข้องในการผลิตยางธรรมชาติ

น้ำสะอาด

ใช้ทำให้น้ำยางเจือจาง สำหรับการผลิตยางแท่ง ยางแผ่นรมควัน ยางแผ่นผึ่งแห้ง และยางเครพ

ลักษณะของน้ำ : ควรเก็บไว้ในถังหลังจากผ่านกรรมวิธีบางอย่างหากจำเป็นเช่นทำให้น้ำหายกระด้างหรือให้ตกตะกอน

การใช้น้ำ : เพื่อเตรียมสารละลายของแอมโมเนีย ฟอร์มาลีนเจือจาง กรดฟอร์มิค สารละลายของไฮดราซีลเอมีนไฮโดรคลอไรด์ โซเดียมเมตะไบซัลไฟต์ โซเดียมซัลไฟต์ และพาราไนโตรฟีนอล เป็นต้น ใช้เตรียมน้ำยางให้ได้เนื้อยางแห้งมาตรฐานใช้ล้างก้อนยางจับตัวแล้ว

น้ำที่สกปรกจะทำให้ยางสกปรกไปด้วย และน้ำที่ใช้เพื่อการผลิตยางควรมีขีดจำกัดส่วนประกอบดังต่อไปนี้

ขีดจำกัดสมบัติของน้ำที่ใช้ผลิตยาง

ส่วนประกอบ	ส่วนในล้านส่วน (ppm) (ไม่เกินกว่า)
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solids)	150
ปริมาณของแข็งแขวนลอยได้ (suspended solids)	20
คลอไรด์ (chloride)	50
ทองแดง (copper)	0.2
แมงกานีส (manganese)	0.2
เหล็ก (iron)	2.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แอมโมเนีย

ใช้เป็นสารป้องกันการเกิดน้ำยางจับตัว สำหรับการผลิตยางแท่ง ยางแผ่นรมควัน ยางแผ่นผึ่งรมควัน และน้ำยางข้น

ลักษณะ : 1. เป็นแก๊ส (บรรจุถังแก๊ส เก็บในที่เย็น)

2. 30% สารละลาย (บรรจุในภาชนะเช่น ขวดปิดฝาได้แน่น)

การใช้ : ใช้ในการผลิตยางฮีเวียครั้ม ; อัตรา 0.1 ต่อน้ำหนักน้ำยาง (สูงสุด)

นั่นคือ แก๊สแอมโมเนีย 1 กิโลกรัม ต่อน้ำยาง 1,000 ลิตร ใช้ในการผลิตยางแผ่น ; อัตรา 0.02-0.05% ต่อน้ำหนักยาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพทั่ว ๆ ไป (ฝนตก ระบบ กรีด เป็นต้น)

นั่นคือ แก๊สแอมโมเนีย ½ กิโลกรัม ต่อน้ำยาง 1,000 ลิตร ใช้ในการผลิตยางแผ่น ; อัตรา 0.3-0.7% ต่อน้ำหนักยาง

ตัวอย่างการเตรียมสต็อกของสารละลายแอมโมเนีย

ปริมาณการใช้ต่อน้ำหนักน้ำยาง		0.02%	0.04%	0.05%	ลักษณะแอมโมเนีย
เติมน้ำ	ใน	1	2	2 ½	กิโลกรัมของแก๊ส
จำนวน 50 ลิตร	หรือ	3	6	7 ½	จำนวนลิตรของสารละลาย 30%
เติมลงในน้ำยาง 1 ลิตร		10	10	10	มิลลิลิตรของสต็อกสารละลาย

การเติมสารละลายแอมโมเนียให้เติมครึ่งหนึ่งลงในน้ำยางหลังจากรวบรวมจากสวนแล้ว ส่วนอีกครึ่งให้เติมในถ้วยรองน้ำยาง

ฟอร์มาลีน

เป็นสารป้องกันการเกิดน้ำยางจับตัว สำหรับการผลิตยางแผ่น

ลักษณะ : เป็นสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ 40% (บรรจุในภาชนะที่ปิดฝาได้แน่น เก็บในที่มืด)

การใช้ : ใช้อัตรา 0.02% ต่อน้ำหนักน้ำยาง โดยเติมลงในน้ำยางที่รวบรวมไว้แล้วในรูปของสารละลายเจือจาง

สารละลายสต็อก : ใช้ฟอร์มาลีน 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร (10%)

ปริมาณการใช้ : ใช้สารละลายสต็อก 20 มิลลิลิตรต่อน้ำยาง 1 ลิตร (0.02 % ต่อน้ำหนักน้ำยาง)

หากว่าการเกิดน้ำยางจับตัวตามธรรมชาติรุนแรง ให้เติมสารละลายนี้ครึ่งหนึ่งลงในถ้วยรองน้ำยางและอีกครึ่งเติมลงในถังเก็บน้ำยาง หรืออาจเพิ่มปริมาณการใช้สารละลายเป็น 0.06% ต่อน้ำหนักน้ำยาง

ปกติมักใช้ฟอร์มาลีนร่วมกับสารละลายโซเดียมซัลไฟต์ หากจะใช้ตามลำพังต้องทำให้ฟอร์มาลีนเป็นกลางด้วยโซเดียมคาร์บอเนต (โซเดียมคาร์บอเนตช่วยลดความเป็นกรดของกรดฟอร์มิคที่เกิดจากฟอร์มาลีนที่เก็บไว้ โดยจะกวนโซเดียมคาร์บอเนตในฟอร์มาลีนจนกระทั่งฟองอากาศฟองเล็ก ๆ หมดไป)

โซเดียมเมตะไบซัลไฟต์

ใช้เป็นสารต้านปฏิกิริยาอ็อกซิเดชั่น สำหรับการผลิต ยางแผ่น ยางเครพ และยางแท่ง

ลักษณะ : เป็นผงสีขาว มีส่วนของ SO_2 ประมาณ 60% - 70% เก็บในภาชนะปิดฝาได้

การใช้ : ใช้อัตรา 0.02% - 0.06% ต่อน้ำหนักเนื้อยางแห้ง

นั่นคือ ใช้โซเดียมเมตะไบซัลไฟต์ 0.2-0.6 กรัมต่อยางแห้ง 1 กิโลกรัม

ใช้ในสถานะของสารละลาย 10% (น้ำหนัก/ปริมาตร) เติมลงในถังเก็บน้ำยาง

การเกิดยางสีคล้ำเนื่องด้วยก้อนยางมีผิวหน้าถูกสัมผัสกับอากาศ จึงเกิดปฏิกิริยาของ enzyme ทำให้ยางเป็นสีคล้ำ การกีดขวางการเกิดยางมีสีคล้ำดังกล่าว จะเกิดขึ้นก่อนผ่านก้อนยางเข้าเครื่องจักร ซึ่งจะให้ผลสียางดีขึ้น

โซเดียมซัลไฟต์

ใช้เป็นสารต้านการเกิดน้ำยางจับตัว สำหรับการผลิตยางแผ่น ยางเครพสีจาง

ลักษณะ : เป็นผงสีขาว มีส่วนของ SO_2 ประมาณ 48% - 50% เก็บในภาชนะปิดฝาได้

การใช้ : ใช้อัตรา 0.02% - 0.06% ต่อน้ำหนักเนื้อยาง

นั่นคือ ใช้โซเดียมซัลไฟต์ 20-50 กรัมต่อน้ำยางสด 100 ลิตร

ใช้ในรูปของสารละลาย 3% (น้ำหนัก/ปริมาตร) เติมลงในถังเก็บน้ำยางสดให้เร็วที่สุดหลังจากกรีดให้ มักนิยมเติมครึ่งหนึ่งของสารละลายนี้ลงในถ้วยรองน้ำยางส่วนที่เหลือเติมลงในถังเก็บน้ำยางและมักใช้โซเดียมซัลไฟต์ร่วมกับฟอร์มาลีน

กรดฟอร์มิก

ใช้เป็นสารทำให้น้ำยางจับตัว สำหรับการผลิตยางแท่ง ยางแผ่น

ลักษณะ : เป็นกรดเข้มข้น 90% มีความถ่วงจำเพาะ 1.21 เก็บไว้ในภาชนะที่ปิดฝาได้

การใช้ : ใช้ในสถานะของสารละลายเจือจาง 2% (น้ำหนัก/ปริมาตร) สำหรับทำให้น้ำยางสดจับตัวเพื่อการผลิตยางฮีเวียครั้ม หรือสำหรับทำให้น้ำยางที่เจือจางให้ได้เนื้อยางแห้งมาตรฐานแล้วจับตัวเพื่อผลิตเป็นยางแท่ง ยางแผ่น * **ในการทำให้กรดเจือจางต้องค่อย ๆ เทกรดลงในน้ำอย่างช้า ๆ ห้ามเทน้ำผสมลงในกรด** ตัวเลขที่แสดงในตารางที่ 1 เป็นปริมาณกรดโดยประมาณสำหรับทำให้เกิดน้ำยางจับตัว และ pH ของน้ำยางจะได้ประมาณ 4.6-4.9 ซึ่งสามารถตรวจ pH ได้โดยใช้กระดาษวัด pH

TMTD/ZnO ดิสเพิสชั่น

ใช้เป็นสารช่วยแอมโมเนียรักษาสภาพน้ำยาง โดยใช้ TMTD/ZnO (อัตราส่วนเท่ากัน) ในระดับ 0.025% + แอมโมเนีย 0.2%-0.35% ต่อน้ำหนักน้ำยางสดที่จะนำไปปั่นให้ข้น

การใช้ : ให้เตรียมสารทั้งสองเป็นดิสเพิสชั้น 50% โดยใช้บอลมิล :

	ส่วนโดยน้ำหนัก
TMTD/ZnO ในอัตรา 1 : 1)	50
Bentonite clay	1.0
Dispersant (eg Vulcastab LR)	1.0
น้ำ	48.0

(บดด้วยบอลมิลประมาณ 48 ชั่วโมง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.
การคำนวณค่าความหนืด

การหาค่าความหนืดที่แท้จริงจากการวัดโดย Stormer viscometer ที่มีค่าเป็นวินาทีให้มีค่าความหนืดเป็น เซนติพอยด์ (cp.) โดยการเปรียบเทียบกับการวัดค่าความหนืดโดย Ostwald viscometer

การวิเคราะห์

I. หาค่าคงที่ของ viscometer โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับน้ำกลั่นที่อุณหภูมิเท่ากับน้ำในอ่างควบคุม

จากสูตร $\eta = K * t * d$

โดย ค่าความหนืดสัมบูรณ์ของน้ำที่ 25 C = 0.8904 cp.

ค่าความหนาแน่นของน้ำ = 1 g/cm_3

ค่าความหนาแน่นของ PG = 1.04 g/ml

เวลาเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองของน้ำ = 3.55 วินาที

$0.8904 = K * 3.55 * 1$

$K = 0.8904/3.55$

$K = 0.2508$

II. หาค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของสารละลาย

เวลาเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองที่ไหลภายในท่อของ PG = 92 วินาที

จากสูตร $\eta = K * t * d$

$= 0.2508 * 92 * 1.04$

$= 24$ cp.

ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของ PG มีค่า 24 cp. โดยใช้เวลาในการไหลภายในท่อ 92 วินาที

- นำมาเปรียบเทียบกับการวัดค่า PG โดยใช้ Stormer viscometer

  เวลาที่ใช้ในการไหลภายในท่อโดย Ostwald 92 วินาที วัดค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดได้ 24 cp.

  เวลาที่ใช้ในการหมุนของ Stormer viscometer ครบ 1 รอบของ PG 36 วินาที

  ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของ PG คือ 24 x 36 / 92 = 9.39 cp.

- เปรียบเทียบหาความหนืดของน้ำยางที่เติมสารเคมีชนิดต่าง ๆ โดยนำเวลาที่วัดค่าได้จากการทดลองที่ใช้ stormer viscometer วัดเทียบกับ PG ที่หาค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดแล้ว

เวลาที่ใช้ในการหมุนของ stormer viscometer ครบ 1 รอบของ PG วินาที ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด 9.39 cp.

เวลาที่ใช้ในการหมุนของ stormer viscometer ครบ 1 รอบของน้ำยางที่มีการเติม NH_3 1 phr ที่เวลาเริ่ม 30 วินาที

ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดที่ได้คือ 9.39 x 30 / 36 = 7.82 cp.

เวลาที่ใช้ในการหมุนของ stormer viscometer ครบ 1 รอบของน้ำยางที่มีการเติม NH_3 1 phr ที่เวลา 12 ชั่วโมงใช้เวลา 31 วินาที

ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดที่ได้คือ 9.39 x 31 / 36 = 8.09 cp.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

นายประสพชัย รัตนเหล็กไหล เกิดเมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดชุมพร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2539 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย