



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยขนาดเล็กเรื่องยางพารา
(Small Projects on Rubber; SPR)

โดย
นายอดิศักดิ์ ทาขุติ และคณะ

8 ตุลาคม 2552

สัญญาเลขที่ RDG5050074

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยขนาดเล็กเรื่องยางพารา (Small Projects on Rubbers; SPR)

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. นายอดิศักดิ์ ทาขุติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
2. ผศ.ดร. ชูศักดิ์ พูนสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

บทคัดย่อ

การมีไอออนแมกนีเซียมในน้ำยางข้นพบว่าเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้น้ำยางข้นขาดเสถียรภาพ และกระบวนการกำจัดไอออนแมกนีเซียมด้วยการเติมสารประกอบไอออนฟอสเฟตก็อาจจะส่งผลเสียต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้นและผลิตภัณฑ์ยางได้ถ้าเกิดการตกค้างของไอออนฟอสเฟต ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้น น้ำยางคอมพาวด์ กระบวนการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ยาง โดยทำการติดตามสมบัติทางกายภาพ ค่าความเสถียรเชิงกล ค่าปริมาณการจับตัวของเนื้อยาง ค่าปริมาณกรดไขมันระเหย และค่าความหนืดของน้ำยางข้นที่ผ่านการปรับสภาพให้มีปริมาณไอออนฟอสเฟตเป็น 0 20 40 60 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตรทุกๆ สัปดาห์เป็นเวลา 2 เดือน ส่วนผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อคุณภาพของน้ำยางคอมพาวด์ และกระบวนการขึ้นรูป จะพิจารณาจากปริมาณการจับตัวของเนื้อยาง ค่าความหนืด และการตกตะกอนของสารเคมี นอกจากนี้ยังทำการศึกษาคูสมบัติเชิงกล คือ สมบัติทนทานต่อแรงดึง และ ค่ายืด ณ จุดขาดของตัวอย่างถุงมือยางที่ทำการบ่มเร่งและไม่บ่มเร่ง โดยจากผลการทดลองพบว่าไอออนฟอสเฟตมีผลต่อเสถียรภาพและคุณภาพของน้ำยางข้น น้ำยางคอมพาวด์ กระบวนการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งส่งผลทำให้ถุงมือยางมีความแข็งแรงลดลง

Abstract

THE PRESENCE OF M⁺GIONS WAS FOUND TO BE A MAJOR CAUSE OF DESTABILIZATION OF THE CONCENTRATED LATEX. ON THE OTHER HAND, ADDITION OF M⁺GIONS COULD ADVERSELY AFFECT THE STABILITY OF CONCENTRATED LATEX AND ITS DIPPING PRODUCTS. THE AIMS OF THIS WORK ARE THE EFFECT STUDY OF M⁺GIONS ON THE STABILITY AND QUALITY OF CONCENTRATED LATEX, COMPOUND LATEX, DIPPING PROCESS AND ITS DIPPING PRODUCTS. THE PHYSICAL PROPERTIES, MECHANICAL STABILITY TIME (MST), COAGULUM CONTENT, VOLATILE FATTY ACID NUMBER (VFA NO), AND VISCOSITY VALUES OF THE TREATED CONCENTRATED LATEX, WITH VARIOUS P⁺O CONTENT NAMELY, 0, 20, 40, 60, 80 AND 100 PPM OF WERE INVESTIGATED EVERY WEEK FOR TWO MONTHS. FURTHERMORE, THE EFFECTS OF P⁺O ON THE QUALITY OF COMPOUND LATEX, DIPPING PROCESS WERE DETERMINED FROM THE COAGULUM CONTENT, VISCOSITY VALUES AND THE CHEMICAL PRECIPITATION. THE MECHANICAL PROPERTIES TENSILE STRENGTH AND ELONGATION AT BREAK, OF THE AGED AND UNAGED OF DIPPING PRODUCTS (GLOVE) WERE DETERMINED. THE RESULTS SHOW THAT ADDITION OF M⁺GIONS RESULTS IN THE DESTABILIZATION OF CONCENTRATED LATEX, COMPOUND LATEX, DIPPING PROCESS AND REDUCTIONS OF STRENGTH OF THE GLOVE PRODUCTS.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทสรุปรายงานสำหรับผู้บริหาร
1.1	ชื่อโครงการ
1.2	ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงานสังกัดและที่อยู่
1.3	นักศึกษา/ ผู้ร่วมวิจัย
1.4	งบประมาณทั้งโครงการ
1.5	ระยะเวลาดำเนินการ
1.6	ปัญหาที่ทำวิจัยและความสำคัญ
1.7	วัตถุประสงค์
1.8	ผลการดำเนินงานวิจัย
1.9	สรุปผลการวิจัย
1.10	ข้อเสนอแนะ
2	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1	ความสำคัญและความเป็นมาของการวิจัย
2.2	วัตถุประสงค์
2.3	ทฤษฎี แนวคิดในการวิจัย และผลงานที่เกี่ยวข้อง
3	วิธีการดำเนินการวิจัย
3.1	สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย
3.2	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย
3.3	วิธีการทดลอง
3.4	การวิเคราะห์ข้อมูล
4	ผลการดำเนินการวิจัย
4.1	คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางข้น
4.2	ผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้น
4.3	ผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อคุณสมบัติของน้ำยางคอมพาวด์

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้าที่
4	ผลการดำเนินการวิจัย (ต่อ)	
	4.4 ผลของไฮดรอนฟอสเฟตที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยาง	37 - 39
5	สรุปและวิจารณ์ผลงานวิจัย	40
	5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย	40
	5.2 ข้อเสนอแนะ	41

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
2.1	ตัวอย่างปริมาณของเนื้อยางและปริมาณของแข็งทั้งหมดในเนื้อยาง	8
2.2	มาตรฐานน้ำยางชั้นชนิดแอมโมเนียสูง (HA)	10
3.1	ส่วนผสมของสารเคมี และน้ำยางที่ใช้เตรียมน้ำยางคอมพาวด์	27
4.1	คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางชั้นที่ใช้ในการทดลอง	31
4.2	ความหนาของถุงมือที่ได้จากน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟต ค่าต่างๆ ปนอยู่	37
4.3	การร่วซึมของถุงมือที่เตรียมได้	38

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้าที่
2.1	กระบวนการจุ่มแบบพิมพ์ (Dipping process)	13
2.2	เครื่องทดสอบการวัดแรงดึง	15
3.1	ชุดเครื่องแก้วในการวิเคราะห์หาค่ากรดไขมันระเหย (VFA No.)	20
3.2	สีของสารละลายมาตรฐานไอออนฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 0.0 0.20 0.40 0.60 0.80 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร จากขวาไปซ้าย ตามลำดับ	25
3.3	ตำแหน่งต่างๆ บนถุงมือยางที่นำไปศึกษาลักษณะทั่วไป มิติ ขนาด และ ความหนาของถุงมือ	29
3.4	ขนาดของชิ้นทดสอบดัมเบลล์ ดาย Type C	29
4.1	ค่าความเสถียรเชิงกลของน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟต ความเข้มข้นต่างๆ ในแต่ละสัปดาห์	32
4.2	ค่าปริมาณการจับตัวของเนื้อยางในน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟต ความเข้มข้นต่างๆ ในแต่ละสัปดาห์	33
4.3	ค่ากรดไขมันระเหยของน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟต ความเข้มข้นต่างๆ ในแต่ละสัปดาห์	34
4.4	ค่าความหนืดของน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟต ความเข้มข้นต่างๆ ในแต่ละสัปดาห์	35
4.5	ค่าปริมาณการจับตัวของเนื้อยางในน้ำยางคอมพาวด์ที่มีปริมาณ ไอออนฟอสเฟตความเข้มข้นต่างๆ	36
4.6	ถุงมือยางขนาดกลางที่เตรียมขึ้นมาได้	37
4.7	ค่าทนทานต่อแรงยืด (Tensile strength) ของตัวอย่างถุงมือที่ บ่มแรง (Aged) และไม่บ่มแรง (Unaged) ที่ได้จากน้ำยางชั้นที่มี ปริมาณไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่

หน้าที่

- 4.8 ค่ายืด ณ จุดขาด (Elongation at break) ของตัวอย่างถุงมือที่บ่มเร่ง (Aged) และไม่บ่มเร่ง (Unaged) ที่ได้จากน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ

39

บทที่ 1

บทสรุปรายงานสำหรับผู้บริหาร

- 1.1 ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้น และคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ยาง

(ภาษาอังกฤษ) The Study of Effect of Phosphate Ion on the Stability of Concentrated Natural Latex and Properties of Natural Rubber Latex – Dipped Products

- 1.2 ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงานสังกัดและที่อยู่

ชื่อ – สกุล

นายอดิศักดิ์ ทาขุลี

หน่วยงาน

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ที่อยู่

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ถนนทหารตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000

โทรศัพท์ (042) 211040-59 ต่อ 206 โทรสาร (042) 341615

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 086-5797528

E- mail: adtakhulee@hotmail.com

- 1.3 นักศึกษา/ ผู้ร่วมวิจัย

1.3.1 นางสาวนิษฐา กาวี

1.3.2 ผศ.ดร. ชูศักดิ์ พูนสวัสดิ์

- 1.5 ระยะเวลาดำเนินการ 9 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2550 ถึงวันที่ 30 มีนาคม 2551

1.6 ปัญหาที่ทําวิจัยและความสำคัญ

หนึ่งในขั้นตอนการผลิตนํ้ายางข้น คือ การกําจัดไอออนแมกนีเซียม (Mg^{2+}) ที่เจือปนมาในนํ้ายางสดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตออกโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารประกอบฟอสเฟตซึ่งพบว่าถ้าปริมาณสารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ในการตกตะกอนไม่สมมูลกับปริมาณไอออนแมกนีเซียมที่มีอยู่ในนํ้ายางสดจะทำให้เกิดการตกค้างของไอออนฟอสเฟต (PO_4^{3-}) ในนํ้ายางข้นที่ผลิตขึ้นมาได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงสนใจที่จะศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่ตกค้างในนํ้ายางข้นว่ามีผลต่อเสถียรภาพของนํ้ายางข้น และผลิตภัณฑ์ยางที่ผลิตขึ้นมาอย่างไร

1.7 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของนํ้ายางข้น คุณสมบัติของนํ้ายางคอมพาวด์ กระบวนการขึ้นรูปแบบจุ่มแบบพิมพ์ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยางที่ได้

1.8 ผลการดำเนินงานวิจัย

ตัวอย่างนํ้ายางข้นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้จากโรงงานไทยฮั้วยางพารา จำกัด (มหาชน) จังหวัดอุดรธานี โดยนํ้ายางข้นจะถูกวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานต่างๆที่เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพ เช่น ลักษณะทางกายภาพ (Physical properties) ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content, DRC) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content, TSC) ปริมาณไอออนแมกนีเซียม ปริมาณไอออนฟอสเฟต ค่าความเสถียรเชิงกล (Mechanical stability time, MST) ปริมาณกรดไขมันระเหย (Volatile fatty acid number, VFA No.) ฯลฯ จากนั้นทำการกําจัดไอออนฟอสเฟตและไอออนแมกนีเซียมที่ปนอยู่ในนํ้ายางข้นออกเพื่อปรับสภาพนํ้ายางข้นและลดปัจจัยการรบกวนต่างๆก่อนที่จะนํ้ายางไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป ทิ้งนํ้ายางข้นไว้ 1 คืนเพื่อให้นํ้ายางข้นเข้าสู่สภาวะสมดุล จากนั้นทำการวิเคราะห์หาปริมาณไอออนฟอสเฟต และไอออนแมกนีเซียมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้แน่ใจว่าไอออนดังกล่าวมีปริมาณต่ำที่สุด (ต้องไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm)) จากนั้นทำการเตรียมนํ้ายางข้นให้มีความเข้มข้นของไอออนฟอสเฟตเป็น 0 (ไม่เติม), 20, 40, 60, 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยการเติมสารประกอบไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต $(NH_4)_2HPO_4$ และทำการติดตามคุณสมบัติทางกายภาพ ค่าความเสถียรเชิงกล ค่าจำนวนกรดไขมันที่ระเหย และค่าความหนืดของนํ้ายางข้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆตามที่ระบุไว้ข้างต้นทุกๆสัปดาห์เป็นเวลา 2 เดือน ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และนํ้ายางข้นส่วนหนึ่งจะถูกนำมาเตรียมนํ้ายางคอมพาวด์โดยใช้สูตรในการทำถุงมือแพทย์ จากนั้นทำการศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อคุณภาพและเสถียรภาพของนํ้ายางคอมพาวด์โดยวิเคราะห์ค่าปริมาณการจับตัวกันของเนื้อยาง ค่าความหนืด การตกตะกอนของ

สารเคมีว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง จากนั้นทำการขึ้นรูปน้ำยางคอมพาวด์เป็นถุงมือยางโดยใช้เทคนิคในการจุ่มแบบพิมพ์ (Dipping process) นำถุงมือยางที่เตรียมได้มาวิเคราะห์คุณลักษณะทั่วไป มิติ การรั่วซึม และสมบัติเชิงกลของถุงมือที่ทำการบ่มเร่ง และไม่บ่มเร่ง โดยติดตามค่าสมบัติการต้านแรงดึง (Tensile strength) และความทนต่อแรงยืดจนขาด (Elongation at break)

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางขึ้น พบว่า มีปริมาณเนื้อยางแห้งเท่ากับร้อยละ 61.81 โดยน้ำหนัก ปริมาณของแข็งทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ 63.70 โดยน้ำหนัก ค่าเสถียรเชิงกล เท่ากับ 600 วินาที ค่าปริมาณกรดไขมันระเหย เท่ากับ 0.067 ค่าความหนืด เท่ากับ 89.86 cps ค่าปริมาณเมกนีเซียม เท่ากับ 145.61 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าปริมาณไอออนฟอสเฟต มีค่าเท่ากับ 181.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจากคุณสมบัติที่วิเคราะห์ได้ แสดงว่าน้ำยางขึ้นที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มีคุณภาพตามมาตรฐานกำหนด

จากการติดตามค่าความเสถียรเชิงกล ปริมาณการจับตัวกันของเนื้อยาง ค่าปริมาณกรดไขมันระเหย และค่าความหนืดของน้ำยางขึ้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ ทุกๆ สัปดาห์เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าค่าความเสถียรเชิงกลของตัวอย่างน้ำยางขึ้นที่มีไอออนฟอสเฟตเจือปนอยู่ จะมีค่าต่ำกว่าค่าความเสถียรเชิงกลของตัวอย่างที่ไม่มีไอออนฟอสเฟตเจือปน นั้นแสดงว่าไอออนฟอสเฟตมีส่วนทำให้น้ำยางขึ้นจับตัวกันง่ายขึ้น ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับปริมาณการจับตัวกันของเนื้อยางในน้ำยางขึ้นที่จะเพิ่มมากขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณไอออนฟอสเฟตที่อยู่ในน้ำยาง แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความสัมพันธ์ที่เด่นชัดของการเปลี่ยนแปลงค่าความเสถียรเชิงกลกับปริมาณไอออนฟอสเฟตที่มีอยู่ในน้ำยางขึ้น แต่ก็พอสรุปได้ว่าปริมาณไอออนฟอสเฟตเพียง 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็จะส่งผลทำให้ค่าความเสถียรเชิงกลลดต่ำลงถึงร้อยละ 47 จากค่าความเสถียรเชิงกลของตัวอย่างน้ำยางขึ้นที่ไม่มีไอออนฟอสเฟตเจือปนอยู่ ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณกรดไขมันระเหยของตัวอย่างน้ำยางขึ้น พบว่าค่าปริมาณกรดไขมันระเหยของทุกตัวอย่างจะเพิ่มขึ้นหลังสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บตัวอย่างไว้ โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณกรดไขมันระเหยจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณไอออนฟอสเฟตที่มีอยู่ในน้ำยาง แต่การเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าวยังไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ส่วนตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำยางขึ้นอีกหนึ่งตัวแปรหนึ่งที่ทำการศึกษา คือ ค่าความหนืดของน้ำยางขึ้นนั้น พบว่าค่าความหนืดของตัวอย่างน้ำยางขึ้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตเจือปนอยู่สูงจะมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตที่เจือปนอยู่ต่ำ และพบว่าค่าความหนืดในแต่ละตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อความหนืด และการตกตะกอนของเนื้อยางในน้ำยางคอมพาวด์ พบว่าความหนืดของน้ำยางขึ้นจะลดลงตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นของไอออนฟอสเฟต

ที่ปนอยู่ในน้ำยางขึ้น ส่วนการตกตะกอนของน้ำยางคอมพาวด์จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณไอออนฟอสเฟตที่ปนอยู่ในน้ำยางและเวลาที่เก็บน้ำยางขึ้น และจากการสังเกตด้วยสายตาพบว่าจะมีการตกตะกอนของสารเคมีโดยเฉพาะกำมะถันจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นของไอออนฟอสเฟต ส่วนการศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยางนั้นพบว่าถุงมือยางที่เตรียมได้มีลักษณะ และมิติ เป็นไปตามที่มาตรฐาน มอก. ระบุไว้ แต่พบการร่วซึมของถุงมือยางที่ผลิตมาจากน้ำยางขึ้นที่มีความเข้มข้นของไอออนฟอสเฟตเจือปนอยู่ที่ 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการทดสอบค่าด้านแรงดึง และ ค่าความทนต่อแรงยืดจนขาดของตัวอย่างถุงมือยางที่ทำการบ่มแรงและไม่บ่มแรง พบว่าค่าทั้งสองจะลดต่ำลงตามปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นของไอออนฟอสเฟตที่เจือปนอยู่ในน้ำยางขึ้นที่ใช้ทำถุงมือยาง

1.9 สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การมีไอออนฟอสเฟตเจือปนอยู่ในน้ำยางขึ้นจะส่งผลเสียต่อคุณภาพและเสถียรภาพของทั้งน้ำยางขึ้น น้ำยางคอมพาวด์ และผลิตภัณฑ์ยาง โดยไอออนฟอสเฟตจะให้น้ำยางขึ้นเสื่อมสภาพเร็วขึ้น จับตัวกันเป็นเม็ดเร็วขึ้น และทำให้ผลิตภัณฑ์ถุงมือยางที่ได้มีคุณภาพและความทนทานด้อยลง

1.10 ข้อเสนอแนะ

1.10.1 ทำการศึกษาถึงกลไกของไอออนฟอสเฟตในน้ำยางขึ้นว่ามีกลไกอย่างไรในการทำให้คุณภาพของน้ำยางขึ้นด้อยลง เช่น ไอออนฟอสเฟตมีบทบาทอย่างไรที่ทำให้ค่าความเสถียรเชิงกลลดลง เป็นต้น

1.10.2 ทำการศึกษาว่าในน้ำยางสดมีไอออนฟอสเฟตปนอยู่หรือไม่ และถ้ามี ก็ศึกษาถึงปัจจัยที่ทำให้มีไอออนฟอสเฟตตกค้างในน้ำยางสด ว่ามีปัจจัยใดบ้าง

1.10.3 กำหนดให้มีการรายงานผลของค่าปริมาณไอออนฟอสเฟตในน้ำยางขึ้น

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญและความเป็นมาของการวิจัย

น้ำยางข้น (Concentrated latex) คือ น้ำยางที่ผ่านกระบวนการทำให้ยางสดมีความเข้มข้นของเนื้อยางแห้งมากขึ้น โดยให้มีปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ด้วยกระบวนการต่างๆ เช่น การระเหยแห้ง การปั่นเหวี่ยง เป็นต้น น้ำยางข้นจะถูกใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุที่มีความบางที่ได้จากกระบวนการจุ่มแบบพิมพ์ เช่น อุตสาหกรรมถุงมือยาง ถุงยางอนามัย เป็นต้น ดังนั้นคุณภาพของน้ำยางข้นที่ใช้จึงมีความสำคัญและต้องทำการตรวจสอบก่อนนำไปใช้และข้อกำหนดคุณภาพรายการหนึ่งที่ผู้ใช้น้ำยางข้นระบุให้ตรวจสอบ คือ ปริมาณแมกนีเซียมซึ่งพบว่าการมีแมกนีเซียมอยู่ในน้ำยางจะส่งผลต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้น และผลิตภัณฑ์ยาง ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดแมกนีเซียมออกจากน้ำยางธรรมชาติก่อนที่จะทำการผลิตเป็นน้ำยางข้นโดยการตกตะกอนด้วยสารประกอบฟอสเฟต เช่น สารประกอบไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ เป็นต้น (วารสาร, 2549) แต่พบว่าในขั้นตอนนี้ถ้าใช้ปริมาณสารประกอบฟอสเฟตไม่สมดุลกับปริมาณแมกนีเซียมที่อยู่ในน้ำยางสด จะทำให้มีการตกค้างของไอออนฟอสเฟต (PO_4^{3-}) ในน้ำยางข้นได้ และก่อนหน้านี้มีรายงานการศึกษาว่าไอออนฟอสเฟตก่อปัญหาในกระบวนการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ (Karunanayake L. and Priyanthi Perera G.M., 2005) แต่ก็ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่า ไอออนฟอสเฟตมีผลอย่างไรต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้นที่ใช้เป็นวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และสมบัติของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพน้ำยางข้นและผลิตภัณฑ์ยาง งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้น โดยติดตามค่าความเสถียรเชิงกล ปริมาณการจับตัวกันของเนื้อยาง ค่าความหนืด และค่าจำนวนกรดไขมันระเหยของน้ำยางข้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆทุกสัปดาห์เป็นเวลา 2 เดือน ซึ่งค่าเหล่านี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงเสถียรภาพของน้ำยางข้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อคุณสมบัติของน้ำยางคอมพาวด์ โดยวิเคราะห์ลักษณะการจับตัวและการตกตะกอนของน้ำยางคอมพาวด์ จากนั้นทำการขึ้นรูปน้ำยางคอมพาวด์เป็นถุงมือยางด้วยเทคนิคการจุ่มแบบพิมพ์ (Dipping technique) เพื่อศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อสมบัติของถุงมือยางที่ผลิตขึ้น โดยวิเคราะห์คุณลักษณะทั่วไป มิติ ขนาด ความหนา ลักษณะของผิวถุงมือ และการรั่วซึมของถุงมือ ตลอดจนศึกษาการต้านแรงดึง (Tensile strength) และความทนต่อแรงยืดจนขาด (Elongation at break) ของชิ้นตัวอย่างถุงมือก่อนบ่มแรงและหลังบ่มแรง

2.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้น คุณสมบัติของน้ำยางคอมพาวด์ กระบวนการขึ้นรูปแบบจุ่มแบบพิมพ์ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยางที่ได้

2.3 ทฤษฎี แนวคิดในการวิจัย และผลงานที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้นและผลิตภัณฑ์ยางมีหลักการ แนวคิด และทฤษฎีในการทดลองดังหัวข้อต่อไปนี้

2.3.1 น้ำยางข้น

ผลิตขึ้นจากการนำน้ำยางสดมาผ่านกระบวนการแปรรูปให้อยู่ในรูปของน้ำยางข้นที่มีเนื้อยางแห้งอย่างน้อย 60% โดยน้ำหนัก โดยใช้วิธีการต่างๆ เพื่อแยกน้ำ และสารอื่นๆ ที่ละลายอยู่ออกไปบางส่วนจนได้น้ำยางที่มีความเข้มข้นของเนื้อยางแห้งตามที่ระบุข้างต้น จากนั้นจะต้องทำการรักษาคุณภาพของน้ำยางด้วยการเติมแอมโมเนีย เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำยางจับตัวกันและเสื่อมสภาพ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลักๆ ได้แก่

- 1) น้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียสูง (High ammonia: HA) จะใช้แอมโมเนีย 0.7%
- 2) น้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียต่ำ (Low ammonia: LA) จะใช้แอมโมเนีย 0.2% ต่อน้ำหนักยาง และเติมสารละลายอื่นๆ ซึ่งทำให้ได้น้ำยางที่เหมาะสมสำหรับการเก็บไว้ใช้ประโยชน์ หรือเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อทำผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามความต้องการของผู้ใช้

2.3.2 วิธีการผลิตน้ำยางข้น

- 1) วิธีการระเหยน้ำ เป็นการผลิตน้ำยางข้นที่จะต้องเติมสารที่ทำให้น้ำยางคงตัวเสียก่อน เช่น Potassium soap แล้วใช้ความร้อนทำให้เกิดการระเหยของน้ำ น้ำยางที่ผลิตโดยวิธีนี้จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 75% ปริมาณเนื้อยางแห้ง 60% ที่เหลือเป็นสารอื่นๆ จัดว่าเป็นน้ำยางที่มีสมบัติดีเหมาะสำหรับการนำไปผลิตเป็นกาวยาง วิธีนี้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมในการผลิตในเชิงพาณิชย์
- 2) วิธีทำให้เกิดครีม เป็นวิธีการที่อาศัยคุณสมบัติคอลลอยด์ของน้ำยางในการแยกเนื้อยางออกจากสารละลายขรุ้ม โดยวิธีการผลิตจะทำการเติมสารเคมีลงไปให้น้ำยางทำให้อนุภาคน้ำยางจับตัวกัน และลอยตัวขึ้นสู่บริเวณผิวหน้าของน้ำยาง ซึ่งสารที่เติมลงไปเรียกว่า Creaming agent ซึ่งเป็นสารจำพวก Sodium alginate, Locust been gum เป็นต้น วิธีการนี้มีข้อดีที่ว่าไม่ต้องอาศัยเครื่องมือที่ยุ่งยากในการผลิต เป็นวิธีการที่สะดวก ประหยัด

3) วิธีแยกด้วยไฟฟ้า เป็นการใช้ขั้วไฟฟ้าบวกจุ่มในน้ำยาง เพื่อที่จะแยกอนุภาคยางที่มีประจุลบออกจากสารละลายเซรุ่ม ซึ่งอนุภาคของยางจะค่อยๆเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวกและลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้าของน้ำยางในที่สุด แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่ประหยัด และไม่เป็นที่นิยม

4) วิธีการปั่น เป็นการปั่นน้ำยางสดด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูงเป็นหลัก การที่นำมาปั่นน้ำยางโดยอาศัยสถานะภาพของอนุภาคยางที่เบากว่าเซรุ่ม และจะเคลื่อนที่ขึ้นด้านบนอยู่เสมอเมื่อเพิ่มความเร็วของแรงหมุนจะเพิ่มแรงดึงดูดทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น จึงนำวิธีการนี้มาผลิตเป็นเครื่องปั่นน้ำยางโดยที่น้ำยางจะไหลเข้าทางด้านบนสุดของเครื่อง ซึ่งปรับระดับน้ำยางให้อัตราไหลคงที่โดยน้ำยางจะไหลโดยแรงโน้มถ่วงไปยังจุดกลางของหม้อปั่น แรงปั่นของเครื่องจะปั่นให้น้ำยางไหลไปตามรูของชุดจานแยก จากนั้นน้ำยางจะถูกแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีน้ำหนักร้อยละ 10 (Skim latex) ไหลออกสู่รอบนอกของถังปั่นไปตามด้านบนของถังผ่านสกรูไปสู่ที่เก็บน้ำยางส่วนชั้นของน้ำยาง (Cream) ซึ่งเป็นส่วนที่มีเนื้อยางมาก (Concentrate latex) จะไหลเข้าสู่กลางถังปั่นไปยังด้านบนถึงเข้าสู่ที่เก็บ ปกติน้ำยางที่ได้จากเครื่องปั่นจะมีความเข้มข้นประมาณ 60% เนื้อยางแห้ง เครื่องปั่นเชิงธุรกิจจะปั่นแยกน้ำยางสดได้ 400 – 600 ลิตร/ชั่วโมง การปั่นหากปั่นติดต่อกันเพียง 3 ชั่วโมง ก็ต้องหยุดเพื่อถอดล้างทำความสะอาดนำพวกโคลนตามที่ติดตามส่วนต่างๆ ภายในเครื่องออกจนสะอาดจึงจะประกอบแล้วปั่นใหม่ การปรับสภาพและบ่มน้ำยางชั้น น้ำยางชั้นที่ปั่นได้จะรวบรวมไว้ในถังผสม (Blending tank) เก็บตัวอย่างไปทดสอบเพื่อตรวจสอบว่าปริมาณเนื้อยางแห้งได้ตรงตามความต้องการหรือไม่ ปริมาณสารรักษาสภาพเหลือเพียงพอหรือไม่ ให้ทำการแก้ไขเพิ่มเติมตั้งแต่ขั้นตอนนี้ก่อนนำไปรวมไว้ในถังบ่มน้ำยางชั้น

2.3.3 คุณภาพของน้ำยางชั้น

ข้อกำหนดบังคับจำกัของสมบัติต่างๆ ของน้ำยางชั้นโดยมาตรฐาน ISO นั้น ได้กำหนดมาตรฐานน้ำยางชั้นที่ผลิตโดยวิธีต่างๆ สำหรับสมบัติต่างๆ ที่ ISO กำหนดบังคับไว้ นั้นมีเหตุผล และความสำคัญต่อผู้ผลิต และผู้ใช้น้ำยางชั้นดังต่อไปนี้

1) ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content; DRC)

ปริมาณเนื้อยางแห้ง หมายถึง ปริมาณของส่วนที่เป็นเนื้อยางในน้ำยาง เป็นค่าบ่งชี้ปริมาณของเนื้อยางจริงๆ ซึ่งมีความสำคัญในการซื้อขาย เพราะโดยหลักการแล้วการซื้อขายน้ำยางขึ้นอยู่กับฐานของเนื้อยางแห้ง 60 % โดยน้ำหนัก การทดสอบหาค่า DRC จึงเป็นสิ่งที่ให้ความยุติธรรมต่อผู้ซื้อว่าได้รับน้ำยางที่มีเนื้อยางถูกต้องตามที่ระบุหรือไม่ อีกทั้งค่า DRC ยังมี

ความสำคัญต่อผู้นำนํ้ายางไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยาง เพราะการออกสูตรส่วนผสมสารต่างๆ ลงในนํ้ายางเพื่อการทำผลิตภัณฑ์ยางจะคำนวณปริมาณสารต่อนํ้าหนักของเนื้อยางแห้ง

2) ปริมาณของแข็งทั้งหมดในนํ้ายาง (Total Solids Content; TSC)

ปริมาณยางส่วนที่เป็นเนื้อยางทั้งหมดในนํ้ายางรวมกับสารอื่นๆที่เป็นของแข็งและไม่ใช่นํ้ายาง เป็นสมบัติที่จะสามารถบ่งชี้ว่านํ้ายางมีส่วนอื่นๆที่ไม่ใช่นํ้ายางมากน้อยเพียงใด ซึ่งส่วนอื่นๆ นี้อาจมีอยู่ในนํ้ายางตั้งแต่เริ่มต้นที่ออกจากต้นยางหรืออาจเจือปนในนํ้ายางโดยเจตนาหรือไม่เจตนาก็ได้ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อความเสถียรของนํ้ายางสำหรับนํ้ายางที่มีจำหน่ายทั่วไปในทางการค้าจัดอยู่ในรูปของนํ้ายางข้นมีเนื้อยาง และปริมาณของของแข็งที่กำหนดไว้ดังในตารางที่ 2.1 การหาค่า TSC ของนํ้ายางนั้นนอกจากใช้ในการควบคุมมาตรฐานของนํ้ายางที่ทำการผลิตหรือการค้าแล้วยังใช้ในการที่จะควบคุมการผสมนํ้ายางกับสารเคมีได้อีกด้วย

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างปริมาณของเนื้อยางและปริมาณของแข็งทั้งหมดในเนื้อยาง (วราภรณ์, 2549)

ชนิดของนํ้ายาง	นํ้ายางข้น (วิธีปั่นเหวี่ยง)	นํ้ายางข้น (วิธีการทำครีม)	นํ้ายางข้น (วิธีระเหย)	นํ้ายางข้น (วิธีสังเคราะห์)
TSC, ต่ำสุด %	61.5	64.0	68 - 72	29.4 – 67.3
ปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC) ต่ำสุด %	60.0	62.0	-	-
ผลต่างปริมาณของ แข็ง ต่อเนื้อยางแห้ง,สูงสุด %	2.0	2.0	-	-

3) ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity)

ปริมาณด่างอิสระทั้งหมดในนํ้ายางแสดงเป็นปริมาณแอมโมเนียเพราะส่วนใหญ่จะรักษาสภาพนํ้ายางข้นด้วยแอมโมเนีย การทดสอบค่าความเป็นด่างเพื่อให้ทราบสถานการณ์รักษาสภาพของนํ้ายางว่าเพียงพอหรือไม่ และถ้าจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยางจะต้องปรับไล่แอมโมเนียออกมากหรือน้อยเพียงใด ปกตินํ้ายางข้นที่รักษาสภาพตามข้อกำหนดจะมีความเสถียรดี ปลอดภัยต่อการที่ยางจะจับตัวเป็นฝ้า/เม็ด/ก้อน ระหว่างการขนส่งหรือการเก็บรักษา

4) จำนวนกรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acid Number; VFA No)

จำนวนกรดไขมันระเหย หมายถึง ปริมาณของกรดไขมันระเหยที่เกิดขึ้นโดยการไฮโดไลซิสของคาร์โบไฮเดรตในเซรุ่มของน้ำยาง การเกิดกรดไขมันระเหยในน้ำยางเนื่องมาจากการกระทำของจุลินทรีย์ที่ใช้คาร์โบไฮเดรตในเซรุ่มของน้ำยางเป็นอาหาร ดังนั้นค่า VFA No. จึงเป็นค่าที่ชี้ถึงสถานการณ์เสียสภาพ นั่นคือค่าที่สูงแสดงว่าน้ำยางถูกเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายมากน้ำยางจึงสูญเสียสภาพการเป็นของเหลวข้นและจับกันเป็นก้อนได้อย่างรวดเร็ว

5) ความเสถียรเชิงกล (Mechanical stability time, MST)

คือ ระยะเวลา (วินาที) ที่น้ำยางมีความเสถียรต่ออิทธิพลทางกล MST เป็นสมบัติที่บ่งบอกถึงความเสถียรของน้ำยางต่อการเคลื่อนย้าย การกวน การปั๊ม หรือการกระทำทางกลโดยวิธีอื่นๆ ค่า MST สูงจะบ่งชี้ว่าน้ำยางมีความเสถียรต่ออิทธิพลทางกลได้สูง ในทางตรงกันข้ามถ้าค่า MST ต่ำแสดงว่าน้ำยางนั้นจะสูญเสียความเสถียรและสามารถจับเป็นเม็ดง่ายเมื่อน้ำยางถูกกระทำทางกล โดยทั่วไปน้ำยางชั้นที่เตรียมขึ้นมาใหม่จะมีค่าต่ำ และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่าง 2-3 สัปดาห์แรก

6) สี และกลิ่น

มาตรฐานการทดสอบน้ำยางทั่วไปจะไม่กำหนดการทดสอบสีของน้ำยางแต่ข้อกำหนดมาตรฐานจะระบุเรื่องสีไว้ การตรวจสอบสีของน้ำยางใช้การตรวจด้วยสายตาโดยเปรียบเทียบกับสีของน้ำยางคุณภาพดี น้ำยางชั้นที่ดีไม่ควรเป็นสีเทาหรือสีฟ้า ถ้าเป็นสีเหล่านี้ก็แสดงว่าน้ำยางชั้นนั้นๆ มีสิ่งเจือปนหรือเริ่มจะเสีย ขุ่น และจับก้อนได้ กลิ่นของน้ำยางจะบ่งชี้อาการบวมของน้ำยางเช่นกัน การตรวจสอบกลิ่น โดยการทำให้น้ำยางเป็นกลางด้วยกรดบอริกเสียก่อน แล้วจึงตรวจสอบว่ามีกลิ่นขุ่นหรือไม่

7) ค่าความหนืด (Viscosity)

ความหนืดของน้ำยางเป็นสมบัติหนึ่งทางกายภาพ ซึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เนื่องจากแหล่งกำเนิดน้ำยาง การใส่แอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพน้ำยาง เป็นต้น ค่าความหนืดน้ำยางเป็นเครื่องบ่งชี้ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการควบคุมการผลิตของผลิตภัณฑ์ เช่นในกรณีของการผลิตถุงมือยางจะต้องมีการควบคุมความหนืดของน้ำยางเมื่อเทียบกับปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยาง โดยทั่วไปค่าความหนืดจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

8) ปริมาณแมกนีเซียม (Magnesium content)

ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางเป็นค่าที่สำคัญอีกค่าหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาในการผลิตน้ำยางข้น โดยปกติปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางจะแปรปรวน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ พันธุ์ยาง การใส่ปุ๋ย สภาพของพื้นที่ปลูก และฤดูกาล เป็นต้น เมื่อรวบรวมน้ำยางข้นได้แล้วจะต้องตรวจสอบ และทำให้ปริมาณแมกนีเซียมลดลงมากที่สุด คือ ควรให้ต่ำกว่า 100 ppm on total solid ซึ่งปรับได้โดยการเติมสาร Diammonium hydrogen phosphate (DAHP) หรือ Diammonium phosphate (DAP) สารนี้จะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียที่มีอยู่ในน้ำยางเกิด Magnesium ammonium phosphate ที่จะถูกแยกออกในลักษณะตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge) ตกตะกอนก่อนการปั่น และขณะการปั่นน้ำยาง การที่ไม่แนะนำให้น้ำยางข้นมีปริมาณแมกนีเซียมสูงไปนั้น เพราะแมกนีเซียมจะทำให้ น้ำยางสูญเสียความเสถียรเชิงกล คือ ลด MST อันเนื่องมาจากการฟอร์ม Magnesium higher fatty acid soaps ที่ไม่ละลายน้ำ นอกจากนี้ หากน้ำยางมีปริมาณแมกนีเซียมสูงจะยังต้องการ Lauric soap เพื่อเร่งการเพิ่ม MST ในปริมาณสูงกว่ากรณีน้ำยางที่มีปริมาณแมกนีเซียมต่ำ

จากที่กล่าวมาข้างต้นค่าต่างๆที่เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำยางข้นแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานน้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียสูง (HA)

Specification	High Ammonia
Total Solids Content %	62.00 (Max)
Dry Rubber Content %	60.00 (Min)
Non-rubber Content %	1.70 (Max)
Ammonia Content %	0.60 (Min)
Volatile Fatty Acid Number %	0.03 (Max)
Magnesium Content (On solids), ppm	40.00 (Max)
Mechanical Stability Time at 55% TS, sec	650 (Min)
pH Value	9.50 – 10.50
KOH Number	0.65 (Max)
Specific Gravity	250.94 (Min)

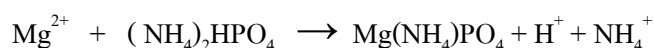
2.3.4 การใช้ประโยชน์จากน้ำยางชั้น

น้ำยางชั้นที่ผ่านการตรวจสอบมาตรฐานจะสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์หลักๆ ได้ 8 ประเภท คือ

- 1) ผลิตภัณฑ์จุ่มแบบพิมพ์ ได้แก่ ถุงมือ ถุงโป่ง ถุงยางอนามัย ห้วนมยาง และอุปกรณ์ทางการแพทย์
- 2) ผลิตภัณฑ์น้ำยางในอุตสาหกรรมพรม โดยใช้ยางเคลือบหลังพรมเพื่อเพิ่มความแข็งแรง หรือใช้เป็นฟองน้ำเคลือบหลังพรมเพื่อเพิ่มความสบายในการเดิน
- 3) ผลิตภัณฑ์ยางฟองน้ำ ใช้ทำที่นอน หมอน เบาะรองนั่ง เป็นต้น
- 4) สายยางยืดแบบกลม เช่น ยางยืดขอบกางเกงใน ถุงเท้า และเสื้อยกทรง ยางรัดขาไก่ และยางรัดป้ายชื้อติดกระเป๋ เป็นต้น
- 5) พู่กันขนสัตว์และก้ามมะพร้าวจะใช้น้ำยางเป็นตัวยึดขนสัตว์ หรือเส้นใยก้ามมะพร้าว
- 6) ท่อยาง สายน้ำเกลือ
- 7) กาวน้ำยางใช้ในอุตสาหกรรมรองเท้า และเสื้อผ้า
- 8) ผลิตภัณฑ์หล่อเบ้าพิมพ์ (Casting) เช่น ทำตุ๊กตา หน้ากาก หุ่นต่างๆ

2.3.5 การตกค้างของไอออนฟอสเฟตในน้ำยางชั้น

ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางสดเป็นค่าสำคัญอีกค่าหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาในการผลิตน้ำยางชั้น เมื่อรวบรวมน้ำยางสดได้แล้วจะต้องตรวจสอบและทำให้ปริมาณแมกนีเซียมลดลงมากที่สุด คือ ควรต่ำกว่า 100 ppm ซึ่งปรับได้โดยการเติมสาร Diammonium hydrogen phosphate (DAHP) สารนี้จะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียที่อยู่ในน้ำยางเกิด Magnesium ammonium phosphate ที่จะถูกแยกออกมาในลักษณะตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge) ตกตะกอนก่อนการปั่น ซึ่งปฏิกิริยาดังแสดงข้างล่างนี้



เมื่อทราบปริมาณแมกนีเซียมของน้ำยางสดแล้วก็จะสามารถใช้สมการเคมีข้างต้นคำนวณหาปริมาณ DAHP ที่เหมาะสมสำหรับทำปฏิกิริยาให้แมกนีเซียมตกตะกอนได้อย่างถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ โรงงานผลิตน้ำยางชั้นมักเติม DAHP มากกว่าปริมาณแมกนีเซียมที่คำนวณได้ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการตกค้างของอนุมูลฟอสเฟต และอนุมูลฟอสเฟตดังกล่าวสามารถเกิดปฏิกิริยากับ

สารบางตัวที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในกระบวนการนำน้ำยางขึ้น ไปเตรียมน้ำยางคอมพาวด์เพื่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ (วรภรณ์, 2549)

จากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้นดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุให้มีการตกค้างของ ไอออนฟอสเฟตในน้ำยางขึ้น

2.3.6 น้ำยางคอมพาวด์

น้ำยางคอมพาวด์ (Compounded latex) หมายถึง น้ำยางขึ้นที่ได้ผสมสาร ต่างๆแล้วและส่วนใหญ่จะใช้สารตัวเร่งให้ยางคงรูป (Accelerator) กลุ่ม Dithiocarbamate โดย ปกติจะทำการผสมสารต่างๆกับน้ำยางแล้วบ่มหรือเก็บไว้ก่อนการนำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เนื่อง ด้วยน้ำยางคอมพาวด์ส่วนใหญ่จะผสมสารในระบบการทำให้ยางคงรูป (เช่น $S^{7/}$ + $ZDC^{8/}$ + ZnO) ไว้แล้ว ดังนั้นขณะการบ่มหรือเก็บน้ำยางจึงอาจเกิดปฏิกิริยาของยางคงรูป คือ โมเลกุลยางเกิด พันธะเคมีขึ้นได้ ซึ่งการเกิดยางคงรูปจะมากขึ้นเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับสภาวะการเก็บน้ำยาง และ ความว่องไวของสารตัวเร่งยางคงรูปที่ใช้ในการทำให้น้ำยางคงรูป ฉะนั้นอาจพิจารณาว่าการทำให้น้ำยางคงรูปเป็นกลไกที่เกิดขณะการบ่มน้ำยางผสมสารต่างๆ ที่จำเป็นไว้แล้ว

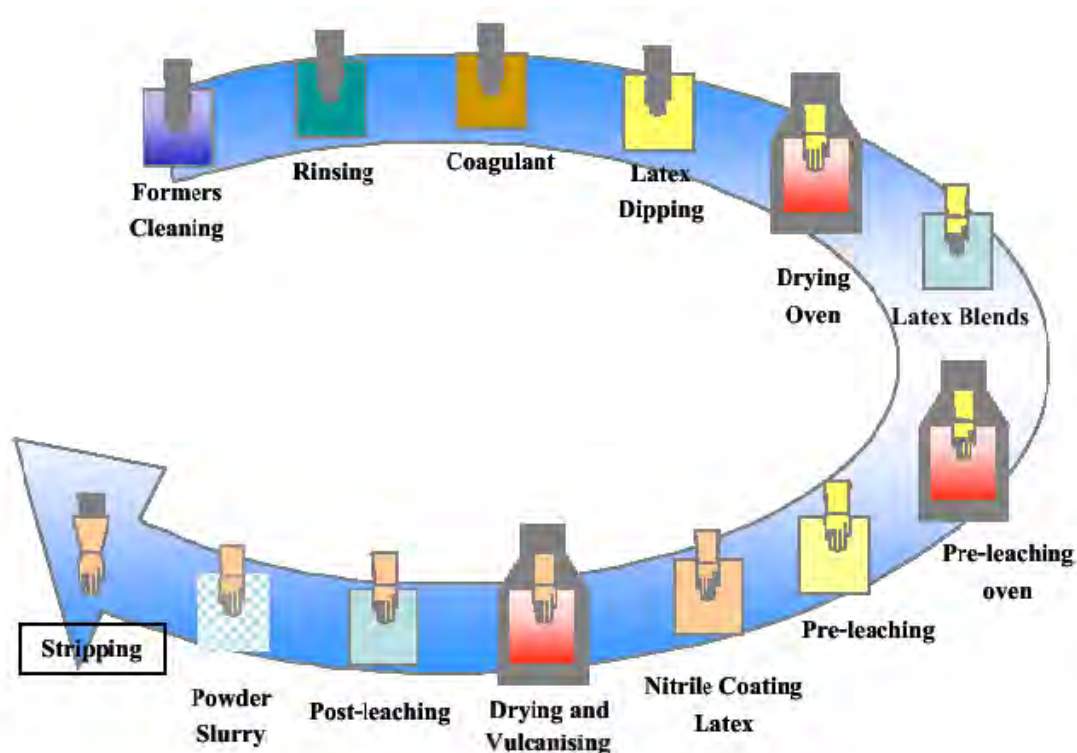
น้ำยางคงรูปมีบทบาทในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางประเภทจุ่มแบบพิมพ์ (Dipping process) และประเภทหล่อเบ้าพิมพ์ (Casting) เพราะน้ำยางคงรูปมีข้อได้เปรียบ คือ ขณะที่ นำไปใช้อาจมีการเติมสารต่างๆ และไม่จำเป็นต้องทำให้น้ำยางคงรูปในภายหลัง (Post-vulcanization) การขึ้นรูป ซึ่งอาจใช้น้ำยางคงรูปในการจุ่มแบบแม่พิมพ์ทำถุงมือยางหรือการหล่อเบ้าพิมพ์ทำหุ่น การศึกษา

วิธีการผลิตน้ำยางคงรูปมีหลักการที่สำคัญ คือ การผสมสารกลุ่มที่จำเป็นใน การเกิดปฏิกิริยาของยางคงรูป (Vulcanizing System = Sulphur + Accelerator + Activator) กับน้ำยาง ที่ได้ผ่านการเติมสารช่วยความเสถียรที่เป็นของเหลว แล้วให้ความร้อนประมาณ 50 – 70 องศาเซลเซียส หรืออาจทำน้ำยางคงรูปโดยไม่ใช้กำมะถัน คือเป็นระบบ “Sulphurless” หรืออาจทำ น้ำยางคงรูปที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 28 – 30 องศาเซลเซียส โดยใช้สารตัวเร่งยางคงรูประบบที่ ว่องไวมาก เช่น Sodium or zinc salt of dibutyl dithiocarbamates นอกจากนี้ ยังอาจทำน้ำยาง- คงรูปได้โดยให้ความร้อนกับน้ำยางที่ได้ผสมสารอินทรีย์เพอร์ออกไซด์ และไฮโดรเพอร์ออกไซด์ เช่น คิวมีลไฮโดรเพอร์ออกไซด์ เป็นต้น

2.3.7 กระบวนการจุ่มแบบพิมพ์

หลักการสำคัญของกระบวนการจุ่มแบบพิมพ์ประกอบด้วย แบบพิมพ์ (Former) ที่ทำจากกระเบื้องเคลือบ หรือแก้ว หรืออลูมิเนียม หรือไม้ เป็นต้น ลงในน้ำยางที่ได้ผสมสารต่างๆ แล้วยกแบบพิมพ์ขึ้น โดยพยายามให้น้ำยางฉาบแบบพิมพ์อย่างสม่ำเสมอ การจุ่มอาจจะเป็นครั้งเดียวหรือหลายครั้งก็ได้ การจุ่มอาจจะใช้สาร Coagulant ช่วยให้ได้ความหนาของน้ำยางเพิ่มขึ้นในการชุบแต่ละครั้งก็ได้ หลังจากนั้นจึงอบยางให้แห้ง (Drying) ล้างสารเคมีที่อาจตกค้างในยาง แล้วอบยางให้คงรูป จากนั้นอาจนำไปล้างอีกครั้ง และถอดจากแม่พิมพ์ ปกติมักจะม้วนยางที่ส่วนขอบ (Bead) ของผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันการฉีกขาด ปัจจุบันมีการผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่ผลิตขึ้นโดยการจุ่มแบบพิมพ์ ตัวอย่างที่สำคัญ ได้แก่ ถุงมือประเภทต่างๆ เช่น ถุงมือใช้ในการแพทย์ ถุงมือใช้ประจำบ้าน ถุงมือใช้งานไฟฟ้า ถุงมือใช้งานอุตสาหกรรม

ความหนาของการจุ่มแต่ละครั้งจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความหนืดของน้ำยาง ความเข้มข้นของเนื้อยางในน้ำยาง ลักษณะผิวของแม่พิมพ์ เป็นต้น และโดยทั่วไปความหนาในการจุ่มแต่ละครั้งอาจจะประมาณ 0.05 มิลลิเมตร (บุญธรรม, 2532) และรูปที่ 2.1 แสดงกระบวนการจุ่มแบบพิมพ์ (<http://www.thapra.lib.su.ac.th/>)



รูปที่ 2.1 กระบวนการจุ่มแบบพิมพ์ (Dipping process)

2.3.8 คุณสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ยาง

ยางเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัวหลายอย่างสามารถทำให้นำยางไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน สมบัติที่เด่นที่สุดของยางได้แก่ ความยืดหยุ่น (Elasticity) กล่าวคือ ยางสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ตามแรงภายนอกที่มากระทำและสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้อย่างรวดเร็วเมื่อแรงกระทำหมดไป นอกจากสมบัติความยืดหยุ่นแล้ว ยางมีสมบัติที่ดีอีกหลายประการ เช่น มีอัตราการซึมผ่านก๊าซต่ำ เป็นฉนวนไฟฟ้า เป็นต้น

การที่จะนำผลิตภัณฑ์ยางไปใช้ประโยชน์จำเป็นต้องทราบถึงคุณสมบัติพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ยางนั้นๆ รวมถึงวิธีทดสอบด้วย เพราะคุณสมบัติบางอย่างของยาง เช่น ความแข็งแรง และความทนต่อแรงดึง มักจะถูกนำไปใช้ควบคุมคุณภาพของสินค้า (Quality control purpose) นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังนิยมใช้สมบัติดังกล่าวในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพของผลิตภัณฑ์อีกด้วย (พงษ์ธร และชาคริต, 2550)

ในการศึกษาครั้งนี้ สมบัติแรงดึง (Tensile properties) ได้ถูกนำมาพิจารณา คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ยางที่ถูกเตรียมขึ้นมา ซึ่งสมบัติแรงดึงดังกล่าว ได้แก่ ความทนทานต่อแรงดึง (Tensile strength) การยืดตัว ณ จุดขาด (Elongation at break) และค่าโมดูลัส (Modulus) ซึ่งสมบัติต่างๆ เหล่านี้สามารถวัดได้โดยการดึงชิ้นงานทดสอบมาตรฐานรูปดัมเบลล์ที่อัตราการดึงคงที่ ด้วยเครื่องทดสอบที่เรียกว่า Universal testing machine ค่าที่วัดได้จากการทดสอบจะเป็นค่าแรงดึง (Tensile force) ที่แปรผันตามระยะแรงดึง (Deformation)

1) ความทนทานต่อแรงดึง คือ ค่าแรงดึงสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ หรือค่าความเค้นสูงสุดที่ใช้ในการดึงชิ้นทดสอบที่อัตราในการดึงคงที่ ซึ่งมีหน่วยเป็น ปาสคาล (MPa หรือ N/mm^2) ยางแต่ละชนิดจะมีความทนต่อแรงดึงต่างกัน ค่าความทนทานต่อแรงดึงของยางจะอยู่ในช่วง 7 N/mm^2 ถึงมากกว่า 45 N/mm^2 ขึ้นอยู่กับชนิดของยางและสูตรการผสมเคมี

2) การยืดตัวหรือความเครียด คือ การยืดตัวของชิ้นตัวอย่างที่เกิดขึ้นจากแรงดึงซึ่งจะแสดงในรูปร้อยละของการยืดเมื่อเทียบกับความยาวตั้งต้น โดยค่ายืดตัว ณ จุดขาดของชิ้นตัวทดสอบ ซึ่งค่าการยืดตัว ณ จุดขาดของยางมีค่าอยู่ในช่วง 100% - มากกว่า 1000% ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของยาง

3) โมดูลัส หมายถึง ความเค้น (ในหน่วย MPa หรือ N/mm^2) ที่ต้องใช้ในการยืดยางให้ได้ค่าการยืดตัวตามที่กำหนดไว้ ค่าโมดูลัสจะสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของยาง ดังนั้นจึงนิยมใช้ค่าโมดูลัสของยางในการบ่งชี้สมบัติความแข็งแรง (Stiffness)



รูปที่ 2.2 เครื่องทดสอบการวัดแรงดึง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

- 3.1.1 น้ำยาล้างชนิดแอมโมเนียสูง บริษัท ไทยฮั้วบางพาราจำกัด (มหาชน)
- 3.1.2 กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 98% (Sulfuric Acid, H_2SO_4) AR grade บริษัท Ajax

Finechem

- 3.1.3 กรดไนตริกเข้มข้น 70% (Nitric Acid, HNO_3) AR grade บริษัท Ajax Finechem
- 3.1.4 สารละลายแอมโมเนีย (Ammonia Solution) AR grade บริษัท Panreac
- 3.1.5 แอมโมเนียมซัลเฟต (Ammonium Sulfate, $(NH_4)_2SO_4$) AR grade บริษัท BDH
- 3.1.6 แกลเซียลอะซิติก แอซิด (Glacial Acetic Acid, CH_3COOH) AR grade

บริษัท LABSCAN

- 3.1.7 ฟีนอล์ฟทาเลอิน (Phenolphthalein) บริษัท Ajax Finechem
- 3.1.8 แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate, $CaCO_3$) AR grade บริษัท

Mallinckrodt Chemical Works

- 3.1.9 สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม ความเข้มข้น 1000 ppm (Standard solution of Magnesium, 1000 ppm) Spectroscopy grade บริษัท LABSCAN

- 3.1.10 แมกนีเซียมซัลเฟต (Magnesium Sulphate, $MgSO_4$) บริษัท Panreac
- 3.1.11 แบเรียมไฮดรอกไซด์ (Barium Hydroxide, $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$) AR grade บริษัท

Ajax Finechem

- 3.1.12 ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Diammonium Hydrogen Phosphate, $(NH_4)_2HPO_4$) AR grade บริษัท Ajax Finechem

- 3.1.13 โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (Potassium Hydrogen Phthalate, $KHO_4C_8H_4$) AR grade บริษัท Ajax Finechem

- 3.1.14 สารมาตรฐานอีดีทีเอ (Ethylene Diaminetetra Acetic Acid, EDTA) AR grade บริษัท Ajax Finechem

- 3.1.15 เมทิลเรด (Methylred) AR grade บริษัท Panreac
- 3.1.16 ริงสเตย์ แอล (Wingstay L)
- 3.1.17 ดิสเพอร์ชันกำมะถัน (Sulphur Dispersion)

3.1.18 โซเดียม ไดเอทิล ไดไธโอคาร์บาเมต (Sodium Diethyl dithiocabamate (SDBE))

3.1.19 ซิงค์ไดเอทิล ไดไธโอคาร์บาเมต (Zinc Diethyl dithiocabamate (ZDEC))

3.1.20 ดิสเพอร์ชันซิงค์ออกไซด์ Zinc oxide dispersion (ZnO)

3.1.21 แอมโมเนียม โมลิบเดต (Ammonium molybdate $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$), AR grade, บริษัท BDH

3.1.22 ฟาเทอริก แอนไฮไดรด์ (Phthalic anhydride), AR grade, บริษัท BDH

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption spectrometer, AAS), Perkin Elmer รุ่น Spectrum one

3.2.2 เครื่อง UV - Visible spectrometer รุ่น Gennessys 2

3.2.3 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer) รุ่น LVT

3.2.4 เครื่องวัดความเสถียรเชิงกลของน้ำยางข้น

3.2.5 ชุดเครื่องกลั่นหาปริมาณกรดไขมันระเหย

3.2.6 แม่แบบถุงมือยาง

3.2.7 เครื่อง Instron universal testing machine, Instron รุ่น 5560

3.2.8 ไมโครเวอร์เนีย (Micro vernier) สำหรับวัดความหนาของถุงมือ

3.3 วิธีการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็นส่วนๆ ดังแสดงในหัวข้อดังต่อไปนี้

3.3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางข้น

1) วิเคราะห์หาปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content, DRC)

1. เทตัวอย่างน้ำยางข้นลงในจานแก้วหรือกระชอนาฬิกาที่ทราบน้ำหนักให้ได้น้ำหนัก 10 กรัมชั่งน้ำหนักโดยวิธีหักลบจากจานแก้วชั่ง บันทึกน้ำหนัก

2. เติมน้ำกลั่นให้น้ำยางเจือจางจากนั้นเติมน้ำละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 5 % โดยปริมาตร ให้น้ำยางจับตัวกัน

3. นำด้วยน้ำยางที่จับตัวกันไปอุ่นบนเครื่องอังไอน้ำเพื่อให้สารที่ละลายในน้ำละลายออกมา ขณะเดียวกันให้เศษยางที่ยังเหลืออยู่มารวมตัวกันกับยางได้เพิ่มอีก

4. เมื่อเซอรุ่มใสให้รวบรวมยางที่จับตัวทั้งหมดเข้าด้วยกันโดยใช้แท่งแก้วคนเนื้อยางจากนั้นล้างเนื้อยางด้วยน้ำกลั่น และรีดเนื้อยางด้วยเครื่องรีดเพื่อไล่น้ำออกให้ได้แผ่น

ยางที่มีความหนาสม่เสมอไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ล้างแผ่นยางด้วยน้ำกลั่นหลายๆครั้งเพื่อไม่ให้มีกรดอะซิติกตกค้างในเนื้อยาง

5. นำแผ่นยางไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งไม่มีจุดขาวถ้าวางแผ่นยางบนกระจกนาฬิกาให้กลับข้าง 2 – 3 ครั้ง ใน 2-3 ชั่วโมงแรก

6. ทิ้งให้เย็นในโถแก้วดูความชื้นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก

7. ทำซ้ำตามข้อ (5) โดยใช้เวลาอบ 30 นาที และข้อ (6) จนน้ำหนักที่บันทึกสองครั้งหลังแตกต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณเนื้อยางแห้งโดยใช้สมการ

$$\text{ปริมาณเนื้อยางแห้ง, ร้อยละ} = (m_1 / m_0) \times 100$$

เมื่อ m_0 = น้ำหนักตัวอย่างทดสอบ หน่วยเป็นกรัม

m_1 = น้ำหนักของแผ่นยางแห้ง หน่วยเป็นกรัม

2) วิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids Content, TSC)

1. ชั่งน้ำหนักจานแก้ว และชั่งน้ำหนักของยาง 5 กรัม ลงในจานแก้ว บันทึกน้ำหนัก

2. ทำให้ยางเกิดการแผ่กระจายให้ทั่วๆจานแก้ว โดยค่อยๆเอียงจานแก้วแล้วหมุนอย่างช้าๆ อาจเติมน้ำกลั่นประมาณ 1-2 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำยางแล้วหมุนจานอย่างช้าๆ

3. นำไปอบในตู้อบที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง

4. การคำนวณหาค่า TSC โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด, ร้อยละ} = (m_1 / m_0) \times 100$$

เมื่อ m_0 = น้ำหนักตัวอย่างทดสอบก่อนอบ หน่วยเป็นกรัม

m_1 = น้ำหนักตัวอย่างทดสอบหลังอบ หน่วยเป็นกรัม

3) การวิเคราะห์หาปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity)

1. ชั่งน้ำยางข้น มา 5 กรัม (โดยวิธีหักลบจากขวดชั่ง) ใส่ในน้ำประมาณ 200 มิลลิลิตร ลงบีกเกอร์ที่มีความจุ 500 มิลลิลิตรแล้วกวนให้เข้ากัน
2. เติมอินดิเคเตอร์เมทิลเรด จำนวน 3-5 หยด ลงในบีกเกอร์ในข้อ 1. จากนั้นไทเทรตด้วยสารละลายกรดกำมะถัน พร้อมใช้แท่งแก้วกวนอย่างสม่ำเสมอ จุดยุติ คือจุดที่สารละลายตัวอย่างทดสอบเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรกรดที่ใช้
3. การคำนวณหาค่าความเป็นด่าง โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

ความเป็นด่าง (ในรูปของแอมโมเนีย), ร้อยละ = $F_1 cV/m$

เมื่อ $F_1 = 1.7$ เมื่อใช้กรดไฮโดรคลอริก หรือ 3.4 เมื่อใช้กรดซัลฟิวริก

c = ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกหรือกรดไฮโดรคลอริก
หน่วยเป็นโมลต่อลิตร

V = ปริมาตรของกรดที่ใช้ หน่วยเป็นมิลลิลิตร

m = น้ำหนักตัวอย่างทดสอบ หน่วยเป็นกรัม

หมายเหตุ ในการทดลองนี้กรดซัลฟิวริกเป็นสารละลายมาตรฐาน

4) วิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acid, VFA)

1. ชั่งน้ำยางข้น 50 กรัม และบันทึกน้ำหนักใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร กวนน้ำยางขณะเติมสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
2. วางบีกเกอร์บนอ่างไอน้ำ หรืออ่างควบคุมอุณหภูมิ และกวนน้ำยางต่อไปจนยางจับตัว และปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาที
3. รินเซรุ่มผ่านกระดาษกรอง ลงในขวดวัดปริมาตร แก้วเซรุ่มที่เหลือในก๊อชยางจับตัว กรองผ่านกระดาษกรองแผ่นเดิม
4. บีบเซรุ่มจำนวน 25 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรความจุ 50 มิลลิลิตร ทำให้เป็นกรดโดยเติมสารละลายกรดกำมะถัน จำนวน 5 มิลลิลิตร
5. ผ่านไอน้ำเข้าเครื่องกลั่นเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที ตรวจสอบให้ไอน้ำผ่านทั้งระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.1
6. บีบเซรุ่มจำนวน 10 มิลลิลิตรใส่ในชุดกลั่น ถ้ามีฟองเกิดขึ้นให้เติมสารป้องกันการเกิดฟอง กลั่นให้ได้ของเหลวประมาณ 100 มิลลิลิตร

7. ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานเบเรียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้ ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นสารแสดงจุดยุติ โดยเปลี่ยนจากไม่มีสี เป็นสีชมพูอ่อน

8. ทดสอบปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณเนื้อยางแห้งของ ตัวอย่างทดสอบ โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{จำนวนกรดไขมันระเหย} = \left(\frac{67.32 \text{ CV}}{m\text{TSC}} \right) \times \left(\frac{50 + m(100 - \text{DRC})}{100p} \right)$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของสารละลายเบเรียมไฮดรอกไซด์ หน่วยเป็น โมลต่อลิตร

V = ปริมาตรของสารละลายเบเรียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ หน่วยเป็น มิลลิลิตร

m = น้ำหนักของตัวอย่างทดสอบ หน่วยเป็นกรัม

DRC = ปริมาณเนื้อยางแห้งของตัวอย่างทดสอบ หน่วยเป็นร้อยละ

TSC = ปริมาณของแข็งทั้งหมดของตัวอย่างทดสอบ หน่วยเป็นร้อยละ

p = ความหนาแน่นของซีรัม มีค่าเท่ากับ 1.02 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร

67.32 = แฟกเตอร์ได้จากการแปลงมวลโมเลกุลของโพแทสเซียม-ไฮดรอกไซด์



รูปที่ 3.1 ชุดเครื่องแก้วในการวิเคราะห์หาค่ากรดไขมันระเหย (VFA No.)

5) ความเสถียรเชิงกล (Mechanical stability time, MST)

1. นำน้ำยางข้นปริมาตร 500 มิลลิลิตร มาเติมสารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้นร้อยละ 1.6 โดยน้ำหนัก จนให้มีความเข้มข้นของแข็งทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 55 โดยน้ำหนัก

2. นำไปอุ่นบนเครื่องอังไอน้ำที่ให้น้ำยางมีอุณหภูมิ 36 - 37 องศาเซลเซียส แล้วนำไปกรองผ่านตะแกรงอลูมิเนียม

3. ชั่งน้ำหนักน้ำยางที่กรองได้ข้างต้นมา 80 กรัมลงในถ้วย จากนั้นนำถ้วยดังกล่าวไปใส่ในเครื่อง โดยให้ระยะก้นถ้วยห่างจากแผ่นจานปั่นประมาณ 12 มิลลิเมตร

4. เดินเครื่องปั่นด้วยความเร็ว 14,000 รอบต่อวินาที จนกระทั่งถึงจุดยุติโดย ที่จุดยุติหาได้โดยนำแท่งแก้วมาแตะผิวน้ำยางที่กำลังปั่น แล้วนำน้ำยางที่ติดอยู่แท่งแก้วมาแตะที่ฝ่ามือบางๆจนกระทั่งพบว่ามือมีก้อนยางเล็กๆ ในหยดน้ำลอยขึ้นมาจากน้ำยาง

หมายเหตุ ในการทดลองนี้ได้ส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยยาง

6) ปริมาณการจับตัวกันของเนือยาง

1. ชั่งน้ำยางข้นที่จะทำการศึกษามา 100 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

2. เทน้ำยางข้นดังกล่าวผ่านตะแกรงลวดที่มีความละเอียดของ ตะแกรงเท่ากับ 100 mesh เพื่อกรองเอาเนือยางที่จับตัวกันออกจากน้ำยาง และเพื่อให้แน่ใจว่าจะได้ เนือยางที่จับตัวกันจริงให้เทน้ำกลั่นผ่านตะแกรงที่มีเนือยางอีกจนกระทั่งน้ำกลั่นที่ผ่านตะแกรงไม่ ชู่่น

3. เก็บเนือยางที่ไม่ผ่านตะแกรงไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส

4. ชั่งน้ำหนักของเนือยางแห้งที่อบได้ และคำนวณปริมาณเนือยางที่ จับตัวกัน โดยใช้สมการข้างล่างนี้

$$\text{ปริมาณเนือยางที่จับตัวกัน (ร้อยละเทียบกับ DRC)} = \frac{\text{น้ำหนักของเนือยางที่จับกัน} \times 100}{\text{DRC}}$$

$$\text{เมื่อ DRC} = \text{ปริมาณเนือยางแห้ง}$$

7) ค่าความหนืด (Viscosity)

1. นำตัวอย่างน้ำยางข้นมา 500 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร วางบีกเกอร์ในอ่างไอน้ำ ให้อุณหภูมิอยู่ที่ระดับ 25 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งกวนเบาๆ
2. เลือกแท่งกวนหมายเลขต่ำสุดประกอบเข้ากับมอเตอร์เพลาขับเคลื่อนประกอบเครื่องป้องกันเข้ากับโครงมอเตอร์ของเครื่องวัดความหนืด
3. จุ่มแท่งกวนและเครื่องป้องกันอย่างระมัดระวังลงในน้ำยางข้น โดยพยายามหลีกเลี่ยงการเกิดฟองอากาศ ให้ระดับผิวหน้าน้ำยางข้นอยู่ตรงกับรอยบากของแท่งกวน กระชະให้แท่งกวนอยู่ตรงกลางของบีกเกอร์ และอยู่ในแนวตั้ง
4. เลือกความเร็วรอบของเครื่องวัดความหนืดสองแบบ ดังนี้ แบบ L : ใช้ความเร็ว 60 ± 0.2 รอบ/นาที และ แบบ R : ใช้ความเร็ว 20 ± 0.2 รอบ/นาที
5. เปิดสวิตช์มอเตอร์ให้แท่งกวนหมุน อาจใช้เวลาประมาณ 20 – 30 วินาที ก่อนเกิดความสมดุล อ่านค่าความหนืดจากเครื่องวัดความหนืด

หมายเหตุ ในการทดลองนี้ได้ส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยยาง

8) ปริมาณแมกนีเซียม (Magnesium content) (Mendham J. at al., 2000)

การวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมของน้ำยางข้นในการทดลองนี้ได้ใช้วิธีการ Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณไอออนโลหะต่างๆ ซึ่งมีข้อดี คือ มีความจำเพาะ ความไวต่อไอออนโลหะแต่ละชนิดที่ทำการศึกษา สามารถวิเคราะห์ไอออนโลหะที่ความเข้มข้นต่ำๆ ได้ โดยใช้เทคนิค Calibration method โดยมีวิธีการดังนี้

การทำการฟามาตรฐานสารละลายแมกนีเซียม

1. เจือจางสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm) ให้มีความเข้มข้นเป็น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 5 มิลลิลิตร ลงในขวดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยปริมาตร จนถึงขีดบอกปริมาตร
2. นำสารละลายแมกนีเซียมความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เตรียมได้ในข้อ 1. มาทำการเจือจางให้อยู่ในช่วงปฏิบัติการ (Working range) คือ 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปิเปตมา 1 2 3 4 และ 5 มิลลิลิตร ลงในขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตร

3. นำสารละลายแมกนีเซียมความเข้มข้น 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer เพื่อทำกราฟมาตรฐานสารละลายแมกนีเซียม

การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียม

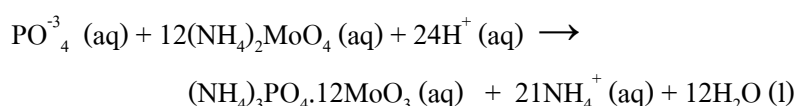
1. ชั่งน้ำอย่างชั่ง 10 กรัมลงในบีกเกอร์ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นหยดกรดไนตริกความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยปริมาตร ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เพื่อให้เนื้อเยื่อจับตัวกัน

2. นำไปอุ่นบนเครื่องอังไอน้ำ คั้นแยกเอาเซรุ่มออกจากเนื้อเยื่อ จากนั้นบีบเอาเซรุ่มมา 1 มิลลิลิตร ลงในขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย EDTA ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตร

3. นำสารละลายตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง AAS โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานที่ได้ข้างต้น

9) ปริมาณไอออนฟอสเฟต (Phosphate content)

การวิเคราะห์หาปริมาณไอออนฟอสเฟตในน้ำอย่างชั่งจะใช้วิธี โมลิบดีนัมบลูสเปกโตรสโกปี ซึ่งจะใช้รีเอเจนต์ผสมระหว่าง Antimonypotassiumtate, Ammonium molybdate, Phthalic anhydride และ Ascorbic acid (เกษตร, 2551) ในการทำให้เกิดสีของสารประกอบเชิงซ้อนกับไอออนฟอสเฟต ดังสมการ



โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

การทำกราฟมาตรฐานสารละลายฟอสเฟต

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานไอออนฟอสเฟตความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยชั่งสารแอนไฮไดรด์โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) มา 0.1451 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรจนถึงขีดปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานไอออนฟอสเฟตความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร (Stock solution) จากนั้นบีบเอาสารละลายดังกล่าวมา 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรจนถึงขีดปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานไอออนฟอสเฟตความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. ปิเปตสารละลายที่เตรียมได้ในข้อ 1. มา 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 และ 10.0 มิลลิลิตรลงในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

3. เติมรีเอเจนต์ผงประมาณ 0.1 กรัม ลงในแต่ละขวดปริมาตร จากนั้นปรับปริมาตรให้ถึงขีดปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นกรองสารละลาย นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 890 nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer สีของสารละลายมาตรฐานไอออนฟอสเฟตที่เตรียมได้แสดงในรูปที่ 2.2

4. เขียนกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้น

การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณไอออนฟอสเฟต

1. ชั่งน้ำยางขึ้น 10 กรัมลงในบีกเกอร์ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นหยดกรดไนตริกความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยปริมาตร ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เพื่อให้เนื้อยางจับตัวกัน

2. นำไปอุ่นบนเครื่องอังไอน้ำ คั้นแยกเอาเซรุ่มออกมาจากเนื้อยาง กรองเอาเศษยางออก จากนั้นปิเปตเอาเซรุ่มมา 1 มิลลิลิตร ลงในขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร เติมรีเอเจนต์ผง (Antimonypotassiumtate, Ascorbic acid, Ammoniummolybdate และ Phthalic anhydride) หนัก 0.1 กรัม ลงในขวดปริมาตร จากนั้นปรับปริมาตรให้ถึงขีดปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นกรองสารละลาย นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 890 nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

3. นำค่าการดูดกลืนที่วัดได้เทียบกับกราฟมาตรฐานสารละลายฟอสเฟต

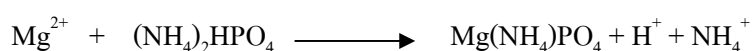


รูปที่ 3.2 สีของสารละลายมาตรฐานไอออนฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 0.0 0.20 0.40 0.60 0.80 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร จากขวาไปซ้าย ตามลำดับ

3.3.2 การปรับสภาพน้ำยางข้นก่อนการทดลอง

เมื่อทำการศึกษาสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางข้นในหัวข้อ 3.3.1 แล้ว ก่อนที่จะนำน้ำยางข้นดังกล่าวมาเตรียมตัวอย่างน้ำยางข้นที่มีไอออนฟอสเฟตปนอยู่จะต้องทำการปรับสภาพน้ำยางข้นให้ไม่มีไอออนฟอสเฟตก่อนโดยใช้วิธีการตกตะกอนกับ $MgCl_2$ ดังวิธีต่อไปนี้

1) นำตัวอย่างน้ำยางข้นปริมาตร 500 มิลลิลิตร ใส่ลงบีกเกอร์ขนาด 650 มิลลิลิตร จากนั้นใช้สารละลาย $MgCl_2$ ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ จากบิวเรตต์ตามปริมาณที่สมมูลกับปริมาณไอออนฟอสเฟตที่หาได้ในหัวข้อข้างต้นโดยคำนวณได้จากสมการเคมีข้างล่าง



2) ปรับสภาพน้ำยางข้นให้มีค่า pH = 10 ด้วยสารละลาย NH_4OH ความเข้มข้น 1 โมลาร์เพื่อให้เกิดการตกตะกอนของ $Mg(NH_4)PO_4$ (Mendham J. et al., 2000) (ปกติ น้ำยางข้นมี pH = 9.5 – 10) จากนั้นคนน้ำยางข้นด้วย Magnetic stirrer จะได้ตะกอนของ $Mg(NH_4)PO_4$ ตกลงมาที่ก้นบีกเกอร์

3) แยกตะกอนของ $Mg(NH_4)PO_4$ ออกจากน้ำยางข้นโดยใช้วิธีกรอง

4) นำตัวอย่างน้ำยางชั้นที่กรองได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณไอออนฟอสเฟต และปริมาณแมกนีเซียมที่อาจเหลือตกค้างจากการทำปฏิกิริยาเพื่อปรับสภาพน้ำยางชั้นให้เหมือนกัน และลดการรบกวนการทดลองจากปัจจัยอื่น

3.3.3 การเตรียมตัวอย่างน้ำยางชั้นที่มีไอออนฟอสเฟตปนอยู่

เตรียมตัวอย่างน้ำยางชั้นที่มีไอออนฟอสเฟตตกค้างอยู่ โดยเติม $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ลงไปในน้ำยางชั้นปริมาตร 1 ลิตร ให้มีความเข้มข้นของไอออนฟอสเฟตเป็น 20 40 60 80 100 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตัวอย่างน้ำยางชั้นที่ไม่มีการเติม $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ใช้เป็นตัวอย่างควบคุมในการทดลอง)

3.3.4 การติดตามผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อคุณสมบัติต่างๆของน้ำยางชั้น

1) วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ค่าความคงตัวเชิงกล ค่าจำนวนกรดไขมันที่ระเหยค่าความหนืดของน้ำยางชั้นที่ปริมาณไอออนฟอสเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เตรียมในหัวข้อข้างต้น โดยทำการติดตามคุณสมบัติดังกล่าวทุกๆ สัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน

2) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสถียรเชิงกล ค่าความหนืด และจำนวนกรดไขมันระเหย และเวลา (สัปดาห์) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าวเพื่อดูผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพน้ำยางชั้น

3.3.5 การศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อกระบวนการขึ้นรูป และสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการจุ่มแบบพิมพ์

นำตัวอย่างน้ำยางชั้นในหัวข้อ 3.3.3 มาเตรียมน้ำยางคอมพาวด์เพื่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ถุงมือแพทย์ จากนั้นดูผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1) การศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อคุณสมบัติของน้ำยางคอมพาวด์

ในหัวข้อนี้จะทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพ การจับตัวของเนื้อยาง และค่าความหนืด ของน้ำยางคอมพาวด์ที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ

2) การเตรียมน้ำยางคอมพาวด์

นำน้ำยางชั้นที่มีปริมาณฟอสเฟตความเข้มข้นต่างๆ มาเตรียมน้ำยางคอมพาวด์สำหรับขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ถุงมือแพทย์ผิวเรียบไม่มีแป้งซึ่งส่วนผสมของสารเคมีแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของสารเคมี และน้ำยางที่ใช้เตรียมน้ำยางคอมพาวด์

สาร	ส่วนโดยน้ำหนักแห้ง (phr)
60% น้ำยางชั้นชนิดแอมโมเนียสูง	100
20 % KOH	0.8 – 1.0
50% ดิสเพสชั่นกำมะถัน	0.8 – 1.0
50% ZDEC dispersion	0.8
SDBC solution	0.2
50% Wingslay L	0.25
50% ZnO Dispersion	0.8

3.3.6 การเตรียมน้ำยางคอมพาวด์ที่ได้จากกระบวนการแบบจุ่มแบบพิมพ์

นำตัวอย่างน้ำยางคอมพาวด์ที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตความเข้มข้นต่างๆ ในหัวข้อ 3.3.5 มาขึ้นรูปด้วยวิธีการจุ่มแม่แบบลงในสารช่วยจับตัวน้ำยางก่อนแล้วจึงจุ่มในน้ำยางคอมพาวด์ ซึ่งสารช่วยให้น้ำยางจับตัว คือ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้แม่แบบถุงมือขนาดกลางเป็นแม่แบบจุ่มวิธีการทดลองมีดังนี้

1) นำแม่แบบถุงมือมาล้างด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยปริมาตรที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง นำแม่แบบมาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

2) นำแม่แบบถุงมือที่สะอาดมาจุ่มลงในสารละลายร้อยละ 20 โดยปริมาตรของ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ เป็นเวลา 1 นาที (อุณหภูมิสารละลายประมาณ 60 องศาเซลเซียส) แล้วยกขึ้น จากนั้นทำให้แห้งโดยอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที ซึ่งจะได้แม่แบบถุงมือที่ถูกเคลือบด้วยสารช่วยในการจับตัว (Coagulant)

3) ปลอຍให้แม่แบบถุงมือเย็นลงถึงอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปจุ่มลงในถังน้ำยางคอมพาวด์ที่ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วินาที เมื่อครบเวลาให้ยกแม่แบบถุงมือออกมา นำไปอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียสเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงของยาง

4) ม้วนขอบถุงมือ ล้างถุงมือด้วยน้ำอุ่น เป่าให้แห้ง ทาแป้งแคลเซียมคาร์บอเนตให้ทั่วถุงมือยางแล้วลอกถุงมือออกจากถุงแม่แบบ

3.3.7 การตรวจสอบคุณภาพของถุงมือที่เตรียมขึ้น

นำถุงมือที่เตรียมได้มาศึกษาลักษณะทั่วไป มิติ ขนาด ความหนา ลักษณะผิว และการรั่วซึมของถุงมือตามมาตรฐานที่กำหนด โดยเปรียบเทียบถุงมือแต่ละชั้นที่ได้จากน้ำยางคอมพาวด์ที่ความเข้มข้นของไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ

1) การศึกษาลักษณะทั่วไป มิติ ขนาด ความหนาของถุงมือที่เตรียมขึ้น

ศึกษาลักษณะทั่วไปของถุงมือ เช่น สี การคืนรูป ความแข็งแรง อ่อนของถุงมือ เป็นต้น ส่วนการศึกษามิติของถุงมือ ทำได้โดยวัดถุงมือ ณ ตำแหน่งที่กำหนดซึ่งความกว้างฝ่ามือและความยาวต้องเป็นไปตามที่กำหนดตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม (อุตสาหกรรม , 2548) โดยใช้ไมโครเวอร์เนียในการวัด ตามตำแหน่งจึงถุงมือที่แสดงในรูปที่ 3.3

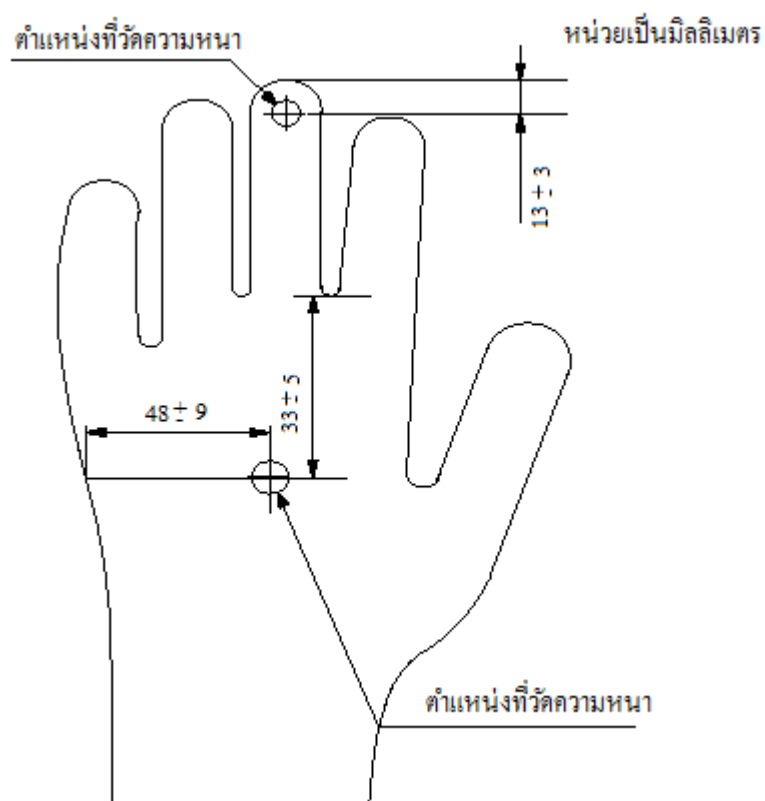
2) การศึกษาการรั่วซึมของถุงมือ

1. สวมถุงมือตัวอย่างกับท่อสวมแมนเดรลแล้วฉีดด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสม เช่น วงแหวน (O-ring) โดยไม่ให้ขอบของถุงมือตัวอย่างสูงกว่าปลายท่อสวมแมนเดรลเกิน 40 มิลลิเมตร

2. เติมน้ำที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 36 องศาเซลเซียส ปริมาตร 1000 ± 50 มิลลิเมตร ลงในอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ ยกถุงมือขึ้นเพื่อให้แน่ใจว่าทุกส่วนของถุงมือได้รับการทดสอบ ยกเว้นส่วน 40 มิลลิเมตร จากขอบถุงมือ

3. ตรวจสอบทันทีว่ามีน้ำรั่วซึมออกจากถุงมือตัวอย่างหรือไม่ ถ้าไม่มีการรั่วซึม ให้เขว่นไว้ 2 นาที ถึง 4 นาที นับจากเทน้ำลงในถุงมือ ตรวจพิจารณาการรั่วซึมซ้ำอีกครั้งหนึ่ง รอยรั่วซึมในระยะ 40 มิลลิเมตร จากขอบถุงมือไม่ถือเป็นข้อบกพร่อง

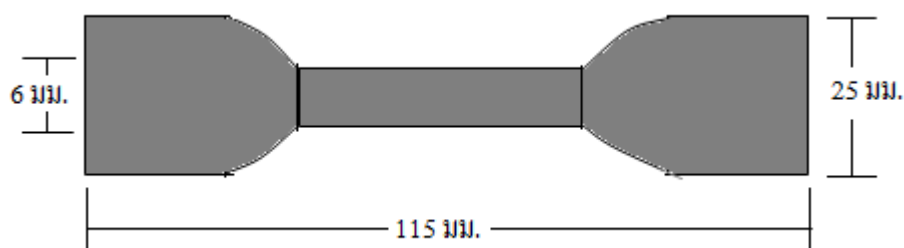
หมายเหตุ จำนวนตัวอย่างถุงมือที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ 20 ชิ้น



รูปที่ 3.3 ตำแหน่งต่างๆ บนถุงมือยางที่นำไปศึกษาลักษณะทั่วไป มิติ ขนาด และ ความหนาของถุงมือ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2548)

3.3.8 ทดสอบการต้านแรงดึงและความทนต่อแรงยืดจนขาดของชิ้นตัวอย่างถุงมือยาง ก่อนบ่มแรง และหลังบ่มแรง

1) นำชิ้นตัวอย่างถุงมือที่บ่มแรง (70 ± 2 °C เป็นเวลา 16 ± 2 ชั่วโมง) และไม่บ่มแรงของแต่ละตัวอย่างถุงมือที่ตัดมาจากบริเวณฝ่ามือด้วยเครื่องตัดจำนวน 3 ชิ้น โดยใช้หัว ดाय Type C ตามที่กำหนดในมาตรฐาน ASTM D412 ซึ่งมีขนาดดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ขนาดของชิ้นทดสอบคัมเบลล์ ดाय Type C

2) วัดความหนาของชิ้นตัวอย่างทั้ง 3 แล้วหาค่าเฉลี่ยความหนาของชิ้นตัวอย่าง เพื่อนำค่าดังกล่าวไปประกอบตอนทำการวัดค่าแรงดึง

3) นำชิ้นตัวอย่างไปทดสอบด้วยเครื่อง Instron universal testing machine รุ่น 5560 โดยใช้ crosshead speed ที่ 500 มิลลิเมตรต่อนาที สมบัติการทนต่อแรงดึงที่ทดสอบคือ ค่า Tensile strength และ ค่า Elongation at break นำค่าที่ได้ไปเฉลี่ยแล้วบันทึกผล

หมายเหตุ ทุกการศึกษาจะทำ 3 ซ้ำ และมีตัวอย่างที่ไม่มีการเติมไอออนฟอสเฟตเป็นตัวควบคุม (Blank)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้น

นำค่าความเสถียรเชิงกล กรดไขมันระเหย ปริมาณการจับตัวของเนื้อยาง และค่าความหนืดของน้ำยางข้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตความเข้มข้นต่างมาเขียนกราฟกับเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำยาง ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าดังกล่าวกับเวลา และความเข้มข้นของไอออนฟอสเฟตที่เจือปนอยู่

3.4.2 การศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้น

นำค่า Tensile strength และค่า Elongation at break ของตัวอย่างถุงมือ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับค่าความเข้มข้นไอออนฟอสเฟตที่เจือปนในน้ำยางข้นที่ใช้ผลิตถุงมือ

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

ผลการศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้นและผลิตภัณฑ์ยางแสดงดังหัวข้อต่อไปนี้

4.1 คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางข้น

เพื่อที่จะทำการศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้นว่าเป็นอย่างไร จึงต้องทำการวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางก่อนเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบซึ่งจากผลการทดลองพบว่า คุณสมบัติของน้ำยางข้นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งผลของการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1

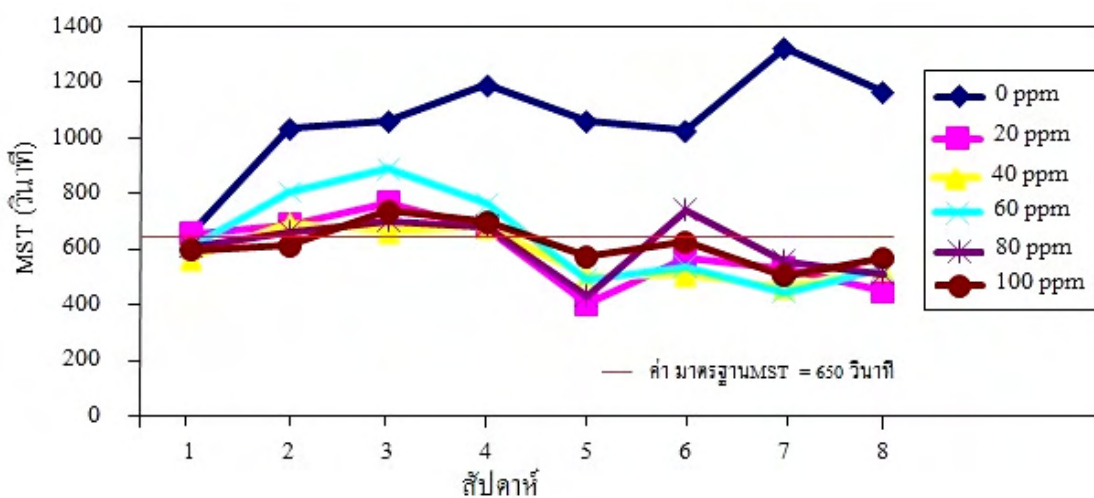
ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางข้นที่ใช้ในการทดลอง

คุณสมบัติของน้ำยางข้น	ค่าจากการทดลอง	ค่ามาตรฐาน
ลักษณะของน้ำยาง	ของเหลวข้นสีขาวขุ่น	ของเหลวข้นสีขาวขุ่น
ค่าคงตัวเซิงกล (sec)	600	650
ค่าความเป็นด่าง (%w/w)	0.91	0.60
ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (%w/w)	63.70	61.50
ค่าปริมาณเนื้อยางแห้ง (%w/w)	61.18	60
ค่าปริมาณกรดไขมันที่ระเหย	0.067	0.2
ค่าความเป็นกรด ค่า	10.2	10 -11
ค่าความหนืด (cps)	89.86	-
ปริมาณแมกนีเซียม (ppm)	145.61	-
ปริมาณไอออนฟอสเฟต (ppm)	181.27	-

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นว่าปริมาณไอออนฟอสเฟตและปริมาณไอออนแมกนีเซียมที่มีอยู่ในน้ำยางชันมีค่าค่อนข้างสูงซึ่งจะต้องทำการกำจัดไอออนเหล่านี้ออกก่อนที่จะนำน้ำยางไปทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

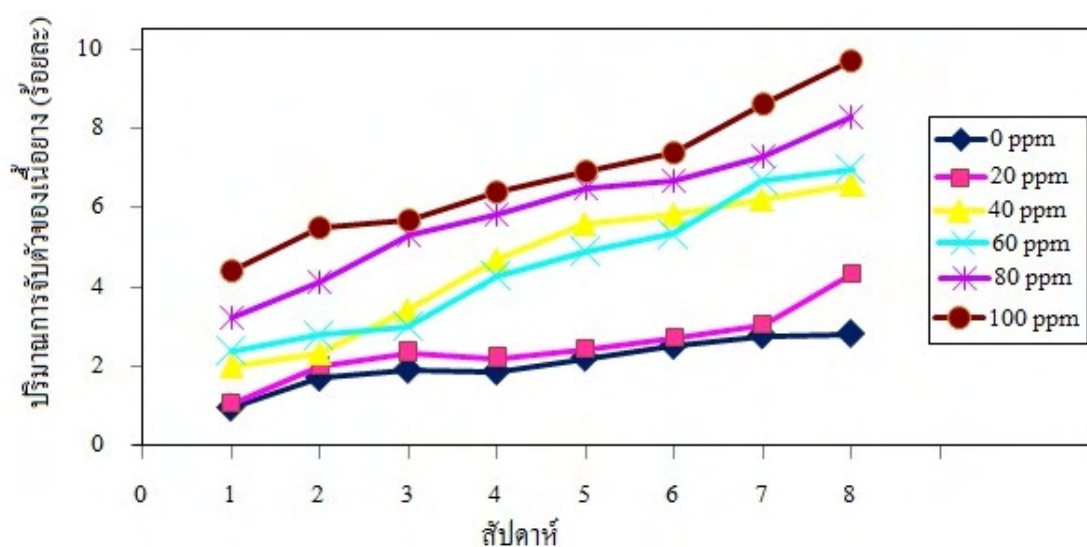
4.2 ผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางชัน

จากการติดตามค่าความเสถียรเชิงกล ค่ากรดไขมันที่ระเหย ค่าปริมาณการจับตัวของเนื้อมะพร้าวและค่าความหนืดของน้ำยางชันที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ ทุกๆ สัปดาห์เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าค่าความเสถียรเชิงกลของตัวอย่างน้ำยางชันที่มีไอออนฟอสเฟตเจือปนอยู่ จะมีค่าต่ำกว่าค่าความเสถียรเชิงกลของตัวอย่างที่ไม่มีไอออนฟอสเฟตเจือปนอยู่ ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.1 และจากกราฟจะเห็นว่าในสัปดาห์ที่ 1 ถึง สัปดาห์ที่ 3 ค่าความเสถียรเชิงกลของทุกตัวอย่างน้ำยางชันจะมีค่าเพิ่มขึ้น และหลังจากสัปดาห์ที่ 3 ของการเก็บรักษาน้ำยางค่าความเสถียรเชิงกลจะลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 5 และค่อนข้างคงที่ในสัปดาห์ที่ 6 ถึงสัปดาห์ที่ 8 และค่าความเสถียรเชิงกลของตัวอย่างน้ำยางชันที่มีไอออนฟอสเฟตปนอยู่ 20 - 100 ppm จะมีค่าต่ำกว่าค่าความเสถียรเชิงกลมาตรฐาน (650 วินาที) หลังจากการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 5



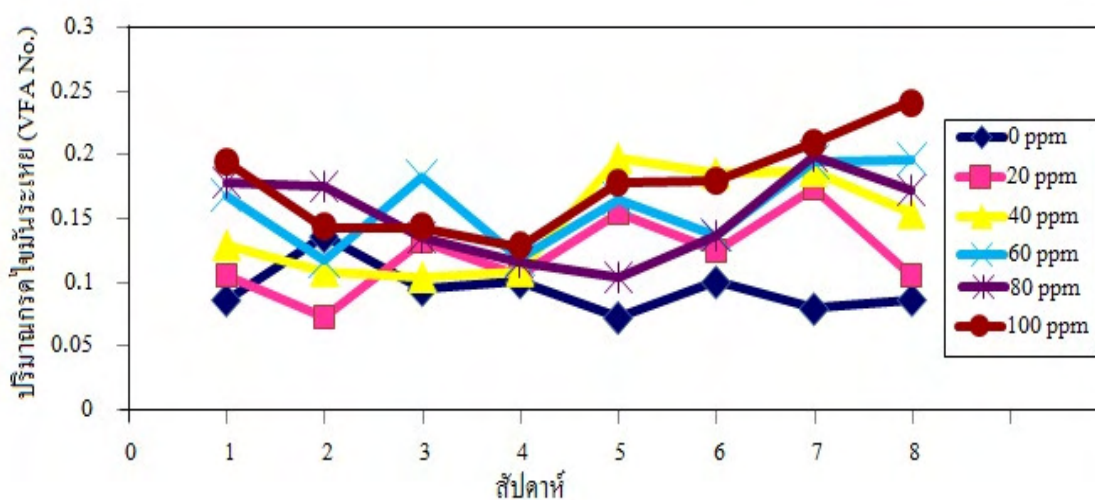
รูปที่ 4.1 ค่าความเสถียรเชิงกลของน้ำยางชันที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตความเข้มข้นต่างๆ ในแต่ละสัปดาห์

จากค่าความเสถียรเชิงกลที่ลดลงของตัวอย่างน้ำยางชั้นที่มีไอออนฟอสเฟตปนอยู่จะแสดงถึงการสูญเสียเสถียรภาพของน้ำยางชั้น กล่าวคือ น้ำยางชั้นมีแนวโน้มจับตัวกันได้ง่ายขึ้นทำให้ทนต่อการปั่น และการขนย้ายต่ำ ซึ่งการลดลงของค่าความเสถียรเชิงกลดังกล่าวจะสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณการจับตัวกันของเนื้อยางดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.2 โดยทั่วไปปริมาณการจับตัวกันของเนื้อยางในน้ำยางจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการเก็บรักษาน้ำยางเพิ่มขึ้นอยู่แล้ว แต่จากกราฟในรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ชัดเจนว่าการจับตัวของเนื้อยางจะเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติโดยจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของไอออนฟอสเฟตที่เจือปนในน้ำยางชั้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าไอออนฟอสเฟตทำให้น้ำยางจับตัวกันได้ง่ายและมากขึ้น



รูปที่ 4.2 ค่าปริมาณการจับตัวของเนื้อยางในน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตความเข้มข้นต่างๆในแต่ละสัปดาห์

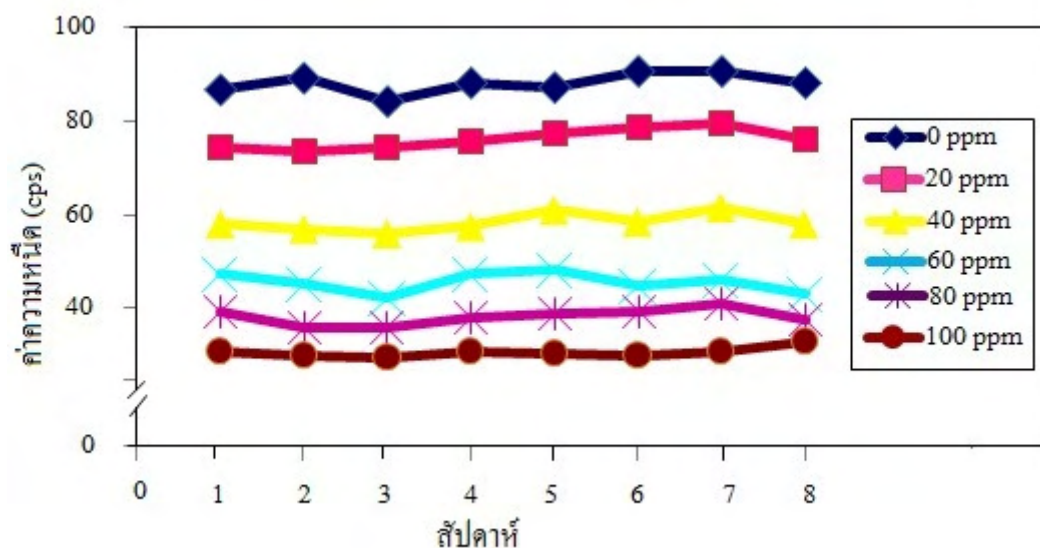
ค่ากรดไขมันระเหยเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพตัวหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยค่าดังกล่าวจะเป็นตัวบ่งถึงสภาพของน้ำยางชั้นว่าถูกทำลายด้วยจุลินทรีย์มากน้อยเท่าใด ซึ่งถ้าค่ากรดไขมันระเหยมีค่าสูงแสดงว่าน้ำยางถูกทำลายด้วยจุลินทรีย์มาก ทำให้น้ำยางบูด หรือเน่า และจับตัวกันได้เร็วมากขึ้น และในการทดลองนี้พบว่าแนวโน้มของค่ากรดไขมันระเหยของทุกตัวอย่างน้ำยางชั้นจะมีค่าลดลงในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 และจะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 5 ถึง 8 ของระยะเวลาในการเก็บรักษาดังแสดงกราฟในรูปที่ 4.3 การเพิ่มขึ้นของค่ากรดไขมันระเหยจะพบมากในตัวอย่างที่มีค่าของปริมาณไอออนฟอสเฟตปนอยู่สูง ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าไอออนฟอสเฟตมีผลทำให้ค่าปริมาณกรดไขมันระเหยเพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลให้น้ำยางชั้นเสื่อมสภาพเร็วขึ้น



รูปที่ 4.3 ค่ากรดไขมันระเหยของน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟต ความเข้มข้นต่างๆในแต่ละสัปดาห์

ค่าความหนืดของน้ำยางชั้นเป็นเครื่องชี้ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการควบคุมการผลิตของผลิตภัณฑ์จากน้ำยางที่ใช้กระบวนการการจุ่มแบบพิมพ์ในการผลิต ซึ่งมีผลต่อความหนาของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมความหนืดของน้ำยางให้เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ยางนั้นๆ ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่าค่าความหนืดของน้ำยางชั้นจะมีค่าลดลงเมื่อมีปริมาณไอออนฟอสเฟตปนอยู่เพิ่มขึ้น แต่ในแต่ละตัวอย่างค่าความหนืดค่อนข้างจะคงที่เมื่อเทียบกับเวลาในการเก็บรักษา ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.4

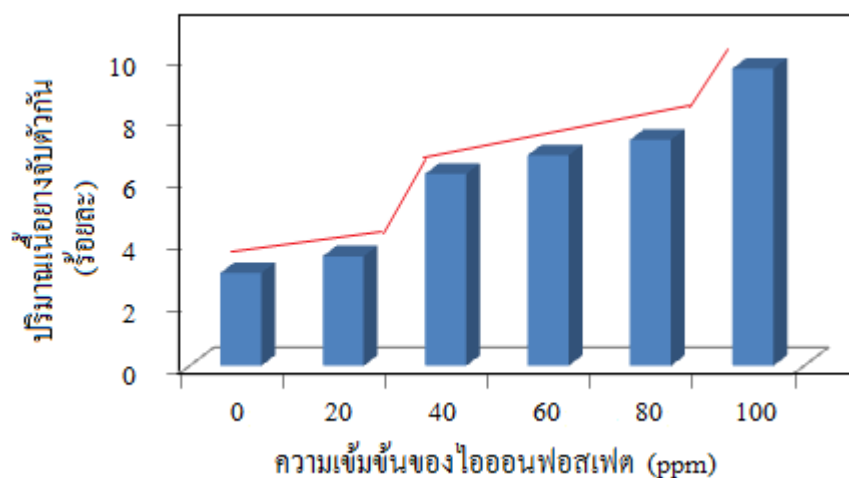
จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นว่าไอออนฟอสเฟตที่ตกค้างอยู่ในน้ำยางจะส่งผลเสียต่อเสถียรภาพและคุณภาพของน้ำยางชั้น โดยจะทำให้มีน้ำยางชั้นมีค่าความเสถียรเชิงกลและค่าความหนืดลดลง ส่วนค่าปริมาณการจับตัวกันของเนื้อยางและค่ากรดไขมันระเหยมีค่าสูงขึ้น



รูปที่ 4.4 ค่าความหนืดของน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟต
ความเข้มข้นต่างๆในแต่ละสัปดาห์

4.3 ผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อคุณสมบัติของน้ำยางคอมพาวด์

จากการติดตามปริมาณการจับตัวของเนื้อยาง ค่าความหนืดของน้ำยางคอมพาวด์ และการตกตะกอนของสารเคมีในน้ำยางคอมพาวด์ที่มีสูตรการเตรียมดังแสดงในตารางที่ 3.1 พบว่า ปริมาณเนื้อยางที่จับตัวของเนื้อยางในน้ำยางคอมพาวด์ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณไอออนฟอสเฟตในน้ำยางเพิ่มขึ้น และพบว่าที่จุดที่น้ำยางคอมพาวด์มีปริมาณไอออนฟอสเฟตความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm) จะเป็นจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณการจับตัวของเนื้อยางมากที่สุด และอาจถือว่าเป็นจุดวิกฤต (Critical point) ของการมีไอออนฟอสเฟตในน้ำยางคอมพาวด์ได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแสดงในแผนภูมิแท่งในรูปที่ 4.5 ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของตัวอย่างน้ำยางคอมพาวด์ที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ ปนอยู่โดยค่าความหนืดน้ำยางคอมพาวด์ที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตปนอยู่จะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณไอออนฟอสเฟตเพิ่มขึ้น และจากการสังเกตการตกตะกอนของสารเคมีในน้ำยางคอมพาวด์ พบว่า จะมีการตกตะกอนของสารเคมี โดยเฉพาะกัมมะถันเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีปริมาณไอออนฟอสเฟตปนอยู่ในน้ำยางมากขึ้น



รูปที่ 4.5 ค่าปริมาณการจับตัวของเนื้อเยื่อในน้ำยางคอมพาวด์ที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตความเข้มข้นต่างๆ

4.4 ผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยาง

4.4.1 ความหนาของถุงมือ

ถุงมือที่เตรียมขึ้นมาได้จะต้องมีความหนาเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการวัดความหนาของถุงมือตามตำแหน่งต่างๆ ที่มาตรฐานระบุไว้ ซึ่งความหนาที่วัดได้แสดงในตารางที่ 4.2 และถุงมือที่เตรียมได้แสดงในรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.2 ความหนาของถุงมือที่ได้จากน้ำยางข้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ ปนอยู่

ความเข้มข้นของไอออนฟอสเฟต (ppm) ในน้ำยางที่ใช้ทำถุงมือ	ความหนา (มม.)	
	ฝ่ามือ (ค่าเฉลี่ย)	นิ้วมือ (ค่าเฉลี่ย)
0	0.23 ± 0.003	0.24 ± 0.005
20	0.22 ± 0.005	0.23 ± 0.005
40	0.23 ± 0.005	0.24 ± 0.004
60	0.22 ± 0.006	0.24 ± 0.005
80	0.21 ± 0.005	0.22 ± 0.005
100	0.21 ± 0.004	0.22 ± 0.005

จากตารางข้างต้นถุงมือที่เตรียมได้มีความหนาตามมาตรฐานที่กำหนดไว้



รูปที่ 4.6 ถุงมือยางขนาดกลางที่เตรียมขึ้นมาได้

4.4.2 การร่วซึมของถุงมือยาง

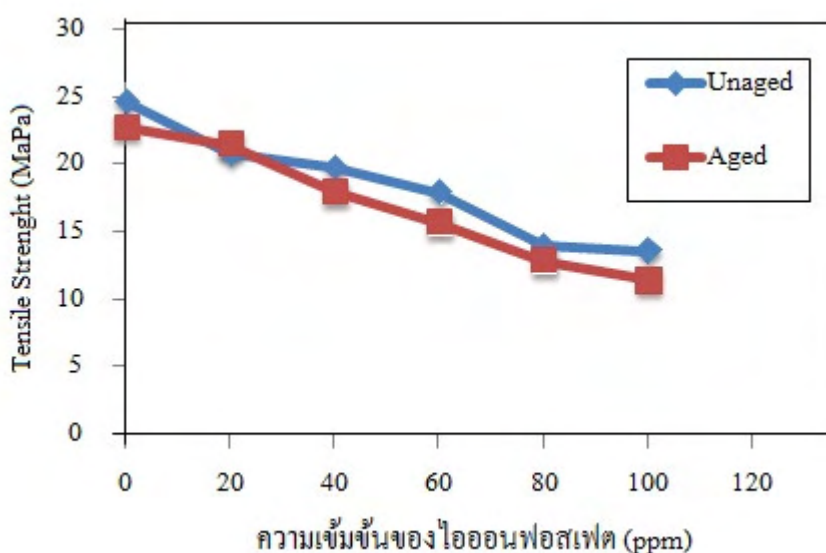
จากการทดสอบการร่วซึมของถุงมือยางจำนวน 20 ชิ้นของแต่ละตัวอย่าง น้ำยางคอมพาวด์ที่มีไอออนฟอสเฟตแต่ละค่า พบว่ามีการร่วซึมของถุงมือยางที่ผลิตจากน้ำยางคอมพาวด์ที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 60 ถึง 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การร่วซึมของถุงมือที่เตรียมได้

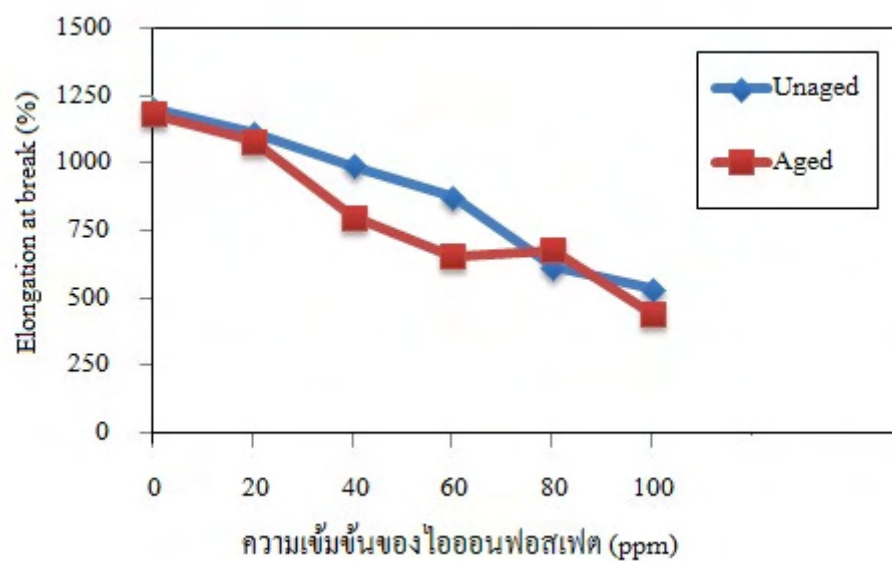
ความเข้มข้นของ ไอออนฟอสเฟต (ppm) ในน้ำยางที่ใช้ทำถุงมือ	จำนวนการร่วซึม (จากตัวอย่าง 20 ชิ้น)	คิดเป็นร้อยละ
0	0	0
20	0	0
40	0	0
60	2	10
80	2	10
100	4	20

4.4.3 ผลของไอออนที่มีต่อความแข็งแรงของถุงมือยาง

ค่าทนทานต่อแรงดึง (Tensile strength) และค่ายืด ณ จุดขาด (Elongation at break) ของตัวอย่างถุงมือที่บ่มเร่ง และไม่บ่มเร่งที่ได้จากน้ำยางที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ แสดงในกราฟรูปที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ ซึ่งจากกราฟจะเห็นว่า ค่าทนทานต่อแรงดึง และค่ายืด ณ จุดขาดของตัวอย่างที่บ่มเร่งและไม่บ่มเร่งจะมีค่าลดลง เมื่อปริมาณไอออนฟอสเฟตในน้ำยางที่ใช้ทำถุงมือเพิ่มมากขึ้น นั่นแสดงว่า ไอออนฟอสเฟตที่อยู่ในน้ำยางชั้นที่ใช้เตรียมถุงมือนั้นมีผลต่อความคงทน หรือ ความแข็งแรงของถุงมือยางโดยตรง ซึ่งการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Karunanayake L. & Priyanthi Perera G.M



รูปที่ 4.7 ค่าทนทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ของตัวอย่างถุงมือที่บ่มเร่ง (Aged) และไม่บ่มเร่ง (Unaged) ที่ได้จากน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ



รูปที่ 4.8 ค่ายืด ณ จุดขาด (Elongation at break) ของตัวอย่างถุงมือที่ บ่มเร่ง (Aged) และไม่บ่มเร่ง (Unaged) ที่ได้จากน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลงานวิจัย

5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพของน้ำยางข้นและผลิตภัณฑ์ยางทำได้โดยการติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวบ่งชี้คุณภาพของทั้งน้ำยางข้น และผลิตภัณฑ์ยาง และนอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาผลของไอออนดังกล่าวที่มีต่อคุณสมบัติของน้ำยางคอมพาวด์และกระบวนการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยางด้วย

จากการติดตามค่าความเสถียรเชิงกล ค่ากรดไขมันระเหย ค่าปริมาณการจับตัวของเนือยาง และค่าความหนืดของน้ำยางข้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ ทุกๆสัปดาห์เป็นเวลา 2 เดือน พบว่า ค่าความเสถียรเชิงกลของตัวอย่างน้ำยางข้นที่มีไอออนฟอสเฟตปนอยู่จะมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างน้ำยางข้นที่ไม่มีไอออนฟอสเฟตปนอยู่ โดยมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน คือ ต่ำกว่า 650 วินาทีในสัปดาห์ที่ 6 หลังการเก็บน้ำยางไว้ แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความสัมพันธ์ที่เด่นชัดของการเปลี่ยนแปลงค่าความเสถียรเชิงกลกับปริมาณไอออนฟอสเฟตที่มีอยู่ในน้ำยางข้น แต่ก็พอสรุปได้ว่า ปริมาณไอออนฟอสเฟตเพียง 20 ppm ก็มีผลทำให้ค่าความเสถียรเชิงกลลดต่ำลงถึงร้อยละ 47 และการลดลงของค่าความเสถียรเชิงกลจะสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณการจับตัวของเนือยางในน้ำยางข้น โดยปริมาณการจับตัวกันของเนือยางจะเพิ่มตามเวลาในการเก็บรักษาน้ำยางและความเข้มข้นของไอออนฟอสเฟตในน้ำยาง ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่ากรดไขมันระเหย พบว่า น้ำยางที่มีไอออนฟอสเฟตปนอยู่สูงจะมีค่ากรดไขมันระเหยสูงกว่าตัวอย่างที่มีไอออนฟอสเฟตปนอยู่ต่ำกว่า และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ค่ากรดไขมันระเหยของทุกตัวอย่างยังคงมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานกำหนดในช่วงของการศึกษาและในกรณีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของน้ำยางข้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตค่าต่างๆ พบว่า ค่าความหนืดของตัวอย่างน้ำยางข้นที่มีไอออนฟอสเฟตปนอยู่จะมีค่าลดลงตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของไอออนฟอสเฟตในน้ำยาง

ส่วนในการศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อคุณสมบัติของน้ำยางคอมพาวด์และกระบวนการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยาง พบว่า ปริมาณการจับตัวกันของเนือยางในน้ำยางคอมพาวด์จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณไอออนฟอสเฟตที่ปนอยู่ ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของน้ำยางคอมพาวด์พบว่ามีค่าลดต่ำลงตามปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นของไอออนฟอสเฟตในน้ำยาง และจากการสังเกตด้วยสายตาเปล่าพบว่าการตกตะกอนสารเคมี โดยที่เห็นเด่นชัด คือกำมะถัน โดยพบว่ากำมะถันจะจับตัวกันที่ก้นภาชนะมากขึ้นเมื่อตัวอย่างมีปริมาณไอออนฟอสเฟตปนเพิ่มขึ้น ดังนั้นถุ่

มือที่ได้จากกระบวนการจุ่มแบบพิมพ์บางตัวอย่างจะมีเม็ดหรือคราบของสารเคมีปนอยู่ในเนื้อยางหรือผิวของถุงมือยาง

การศึกษาผลของไอออนฟอสเฟตที่มีต่อเสถียรภาพและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยาง จะทำได้โดยการศึกษา ลักษณะทั่วไป มิติ การร่วซึมและสมบัติเชิงกลของถุงมือยาง ซึ่งพบว่า ถุงมือที่เตรียมขึ้นมาได้มีความหนา ขนาดเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด แต่พบมีการร่วซึมของถุงมือยางที่ได้จากน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตปนอยู่ที่ 60 - 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนสมบัติเชิงกลของตัวอย่างถุงมือที่บ่มแรงและไม่บ่มแรง พบว่า ค่าทนทานต่อแรงดึง และค่ายืด ณ จุดขาดของถุงมือที่ได้จากน้ำยางชั้นที่มีปริมาณไอออนฟอสเฟตปนอยู่ จะมีค่าลดลงตามปริมาณไอออนฟอสเฟตที่ปนอยู่ในน้ำยางชั้น

จากผลการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการมีปริมาณไอออนฟอสเฟตตกค้างอยู่ในน้ำยางชั้นจะส่งผลเสียต่อเสถียรภาพและคุณภาพของทั้งน้ำยางชั้นและผลิตภัณฑ์ยาง โดยจะทำให้ น้ำยางชั้นจับตัวกันเร็วขึ้น เวลาในการเก็บรักษาน้อยลง และผลิตภัณฑ์ยางที่ได้มีคุณภาพด้อยลง ซึ่งผลดังกล่าวจะส่งผลเสียต่อทั้งผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่จะได้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ไม่ดี มีการปนเปื้อนของสารเคมีที่ใช้ในการผลิต และผู้ผลิตที่อาจจะมียอดทุนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำยางที่เก็บรักษาไว้อาจการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์บูดเน่าเร็ว หรือต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมีเพิ่มขึ้นในการรักษาสภาพน้ำยางชั้น และในส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นได้อาจมีข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานและผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องดังกล่าวไม่อาจสามารถนำกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบใหม่ (Non-reused) ได้ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เหมือนกับพลาสติกอื่นๆ ซึ่งจะทำให้ต้นทุนของผู้ผลิตมากขึ้นอย่างไม่จำเป็น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองที่ได้ข้างต้นเราก็พอสรุปได้ว่าในน้ำยางชั้นที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ จะมีไอออนฟอสเฟตปนอยู่และไอออนฟอสเฟตดังกล่าวก็ส่งผลเสียต่อคุณภาพและเสถียรภาพของทั้งตัวน้ำยางเองและผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาด้วย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีความบางที่ต้องควบคุมมาตรฐานให้ดี เพราะถ้าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่ดีจะส่งผลเสียโดยตรงต่อผู้ใช้ ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงมีข้อเสนอแนะว่า ทางโรงงานผลิตน้ำยางชั้นควรเอาใจใส่ในการควบคุมการเติมสารเคมีที่มีไอออนฟอสเฟตลงในน้ำยาง และน่าจะกำหนดให้มีการตรวจสอบและรายงานค่าปริมาณไอออนฟอสเฟตที่อยู่ในน้ำยาง เพื่อเป็นการระบุคุณภาพของน้ำยางชั้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. เกษตร ชัยมณีนวชัย. การวิเคราะห์หาปริมาณไอออนฟอสเฟตในน้ำทิ้งด้วยรีเอเจนต์ผง. วารสารศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฯ, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 2551.
2. พงษ์ธร แซ่ฮ้อย และชาคริต สิริสิงห. ยาง : กระบวนการผลิตและการทดสอบ. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2550.
3. วราภรณ์ ขจรไชยกูล. ยางธรรมชาติ : การผลิตและการใช้งาน (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)). ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซีโนดีไซน์, กรุงเทพมหานคร, 2549.
4. บุญธรรม นิธิอุทัย. ปฏิบัติการเทคโนโลยีการยาง. ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี, 2532.
5. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. วิธีทดสอบน้ำยางขึ้น. กรุงเทพมหานคร, 2545.
6. อุตสาหกรรม, กระทรวง. มาตรฐานถุงมือยางสำหรับตรวจโรคชนิดใช้ครั้งเดียว : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ, 2548.
7. Karunanayake L. & Priyanthi Perera G.M. Effect of Magnesium and Phosphate Ions on the Stability of Concentrated Natural Rubbers and the Properties of Natural Rubber Latex - Dipped Products. *Journal of Applied Polymer Science*, 2005, 99, 3120 - 3124.
8. Mendham J. et al. **Vogel's : Textbook of quantitative chemical analysis.** 6th ed. England: Pearson Education Limited, 2000.
9. Damrong_Khumkhet. กระบวนการจุ่มแบบพิมพ์ (Dipping process) [Online]. Available URL : http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Damrong_Khumkhet/Chapter3.pdf