



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การตรวจหาปริมาณกรดระเหยง่ายในน้ำยางธรรมชาติ
ด้วยเทคนิควัดการนำไฟฟ้า

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี

30 มิถุนายน 2552

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การตรวจหาปริมาณกรดระเหยง่ายในน้ำยางธรรมชาติ
ด้วยเทคนิควัดการนำไฟฟ้า

(Determination of volatile fatty acid in natural rubber latex
using a conductivity technique)

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสาวนีย์ ก่อวุฒิภูรังษี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชุดโครงการ การพัฒนาอุตสาหกรรมยางพารา

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปของผู้บริหาร
(Executive Summary)

ชื่อโครงการ : การตรวจหาปริมาณกรดระเหยง่ายในน้ำยางธรรมชาติด้วยเทคนิควัดการนำไฟฟ้า

(Determination of volatile fatty acid in natural rubber latex using a conductivity technique)

หัวหน้าโครงการ หน่วยงานที่สังกัด และที่อยู่

ชื่อ-สกุล : ผศ. เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรัมย์

หน่วยงาน : ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ที่อยู่ : 181 ถนนเจริญประดิษฐ์ อ.เมือง จ. ปัตตานี

โทรศัพท์/โทรสาร : 073 312213 / 073 331099

E-mail : ksaovane@bunga.pn.psu.ac.th

ระยะเวลาดำเนินงาน 10 เดือน

ตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2550 ถึง 30 มิถุนายน 2551

ปัญหาที่ทำวิจัยและความสำคัญ

น้ำยางสดที่ไหลออกจากต้นยาง แบคทีเรียในอากาศและจากเปลือกของต้นยางจะลงไปปนน้ำยาง เพื่อกินสารอาหาร และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดกรดระเหยง่ายขึ้นในน้ำยาง น้ำยางจะเริ่มจับตัวเป็นเม็ดเล็ก ๆ แล้วค่อย ๆ หนืดขึ้น จนกระทั่งน้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพ ดังนั้น โรงงานน้ำยางข้นหรือพ่อค้าที่รับซื้อน้ำยางสดจากเกษตรกรชาวสวนยาง จึงมีการตรวจสอบปริมาณของกรดระเหยง่ายที่มีอยู่ในน้ำยางระหว่างการซื้อขายน้ำยางพบว่าจำเป็นต้องใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมงในการตรวจสอบปริมาณกรดระเหยง่ายในน้ำยาง ทำให้เสียเวลาไม่สามารถทราบปริมาณของกรดระเหยง่ายของน้ำยางได้ทันที และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย วัสดุ สารเคมี และค่าจ้างแรงงานในการทดสอบ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าในน้ำยาง ด้วยการใช้เทคนิควัดค่าการนำไฟฟ้าที่ทำให้ทราบอัตราทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำยาง ทำให้ทราบสมบัติของน้ำยาง สามารถวัดค่าการนำไฟฟ้าและใช้เป็นแนวทางทำให้ทราบว่าปริมาณของกรดระเหยง่ายที่มีอยู่ในน้ำยางมากหรือน้อย ถือเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย จึงมีความสำคัญและน่าสนใจ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการตรวจหาปริมาณกรดระเหยง่ายในน้ำยางธรรมชาติ โดยเทคนิคที่ง่ายและรวดเร็ว ด้วยการวัดค่าการนำไฟฟ้าในน้ำยาง

ผลการดำเนินงาน

น้ำยางสดจากสวนยางที่ไม่ใส่สารละลายแอมโมเนีย สามารถตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าได้ 3.45 ± 0.03 mS/cm เนื่องจากในน้ำยางมีไอออนของสารอินทรีย์ และอนินทรีย์อยู่ เช่น โปรตีน กรดอะมิโน คาร์โบไฮเดรต และไอออนของ

โลหะหนัก (Mg^{+2}) จึงทำให้ค่าการนำไฟฟ้าได้ค่อนข้างสูง ค่าการนำไฟฟ้าจะลดลงอย่างช้าๆ จนถึง 2.89 ± 0.02 mS/cm ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง ต่อจากนั้นน้ำยางจะค่อยๆ หนืดขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งน้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพ มีค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นเป็น 6.16 ± 0.03 mS/cm ส่วนน้ำยางที่ใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยางสดปริมาณ 0.05% , 0.13%, 0.25%, 0.34% และ 0.59% NH_3 พบว่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางมีค่า 4.45 ± 0.03 , 5.32 ± 0.02 , 5.42 ± 0.02 , 5.59 ± 0.03 และ 5.62 ± 0.03 mS/cm ตามลำดับ โดยค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ระยะเวลาการเก็บน้ำยางไว้ด้วยแอมโมเนียปริมาณที่แตกต่างกัน มีผลให้ค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปแตกต่างกันอย่างมาก

สำหรับน้ำยางที่ไม่ใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยางหรือใส่แอมโมเนียปริมาณต่ำ (0.05-0.25% NH_3) การนำไฟฟ้าจะมีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะเวลาที่เก็บไว้ช่วงสั้นๆ (1-2 วัน) ส่วนน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณสูง (>0.25% NH_3) พบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงแรก ซึ่งเกิดจากอิออนของสารละลายแอมโมเนียอิสระที่ละลายในน้ำยาง หลังจากเก็บน้ำยางไว้ระยะหนึ่ง ค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เนื่องจากมีอิออนของกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาวในน้ำยางทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียในน้ำยาง เกิดเป็นเกลือของสบู่แอมโมเนียม (สบู่เนียร์, 2550) ซึ่งสามารถแตกตัวเป็นอิออนในน้ำยาง ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตามระยะเวลาการเก็บน้ำยางไว้ แสดงว่าน้ำยางธรรมชาติมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา และปริมาณของแอมโมเนียที่ใช้เก็บรักษาน้ำยาง

น้ำยางสด มีค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนไปตามระยะเวลาและปริมาณของอิออนทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำยาง ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากกรดที่ระเหยได้ ซึ่งมีขนาดของสายโซ่โมเลกุลสั้น เช่น มีจำนวนคาร์บอน 1, 2, 3 หรือ 4 อะตอมต่อโมเลกุล โดยน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 0.2% และ 0.3% หลังจากน้ำยางเกิดการจับตัวและมีเข้รุ่มเกิดขึ้น นำเข้รุ่มมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC (High performance liquid chromatograph) พบว่าเข้รุ่มประกอบด้วยกรดอะซิติค (คาร์บอนอะตอม = 2) ปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ กรดบิวไทริก กรดโพรไพโอนิก และกรดฟอร์มิก (คาร์บอนอะตอม = 4, 3 และ 1) ตามลำดับ

สารละลายแอมโมเนียและกรดอะซิติคเป็นกรดและเบสอ่อน มีค่าการนำไฟฟ้าไม่สูงนัก หากสารละลายแอมโมเนียและกรดอะซิติคอยู่รวมกัน จะทำปฏิกิริยาต่อกันกลายเป็นแอมโมเนียมอะซิเตท ซึ่งแอมโมเนียมอะซิเตทเป็นเกลือที่สามารถละลายน้ำแตกตัวเป็นอิออนได้ 100% ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก ทำนองเดียวกัน กรดไขมันที่มีโมเลกุลยาวที่มีอยู่ในน้ำยาง จะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียในน้ำยางกลายเป็นเกลือแอมโมเนียมของกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาวหรือสบู่ ซึ่งสามารถละลายน้ำ แตกตัวเป็นอิออนได้ 100% เช่นเดียวกัน ทำให้ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มสูงขึ้นด้วย

กรณีที่มีกรดอะซิติคที่เกิดขึ้นในน้ำยาง กรดอะซิติคจะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียในน้ำยาง เกิดเป็นแอมโมเนียมอะซิเตท สามารถวัดค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหลังจากเก็บน้ำยางไว้ระยะหนึ่ง ดังนั้นน้ำยางธรรมชาติสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่ำ จะมีกรดระเหยง่ายเกิดขึ้นมากในช่วงระยะเวลานั้นๆ และค่าการนำไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้จึงมีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณสูง แอมโมเนียสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำยางได้ กรดระเหยง่ายที่เกิดขึ้นจึงน้อย ค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มอย่างช้าๆ เนื่องจากมีอิออนที่เกิดจากกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาว

การเจือจางน้ำยางด้วยน้ำให้มีความเข้มข้นลดน้อยลง แล้วตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่าการนำไฟฟ้ามีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการเก็บน้ำยางและความเข้มข้นของน้ำยาง โดยน้ำยางที่มีความ

เข้มข้นมากจะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าน้ำยางที่มีความเข้มข้นน้อย และอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าการนำไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเก็บน้ำยางไว้ด้วย

การเจือจางน้ำยางมีผลให้ค่า pH ของน้ำยางเปลี่ยนแปลงไปเร็วขึ้น โดยการเจือจางน้ำยางให้มีความเข้มข้นที่น้อยลง มีผลทำให้น้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียแล้วมีค่า pH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ก็ไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนเหมือนการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า

การตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ทำให้ทราบจำนวนไอออนทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำยาง เหมาะที่จะนำมาใช้ในการตรวจสอบสมบัติเบื้องต้นของน้ำยาง โดยเฉพาะช่วงระหว่างการซื้อขายน้ำยางสดของพ่อค้า คนกลาง หรือชาวสวนยาง เป็นการตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น อันเนื่องจากการมีไอออนของเกลือแอมโมเนียม หรือกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในน้ำยางสด หากน้ำยางมีค่าการนำไฟฟ้าสูง น้ำยางจะมีกรดระเหยง่ายในปริมาณที่สูงด้วย ซึ่งวิธีการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้านี้ มีความสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย

สรุปผลการวิจัย

การตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยาง ทำให้ทราบว่าเมื่อไอออนเกิดขึ้นในน้ำยางที่เก็บไว้ มีความเป็นไปได้ในการใช้ตรวจสอบสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางได้ น้ำยางที่เก็บไว้นานจะมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณน้อย และมี VFA เกิดขึ้น ดังนั้นการวัดค่าการนำไฟฟ้าสามารถใช้เป็นแนวทางหนึ่งเพื่อตรวจสอบว่ามีไอออนที่เกิดขึ้นจากกรดระเหยง่ายปริมาณมากหรือน้อยในน้ำยางที่เก็บไว้ หรือระหว่างซื้อขายน้ำยาง ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ใช้เวลาสั้น ไม่กินพื้นที่

ข้อเสนอแนะ

การตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ทำให้ทราบจำนวนไอออนอิสระที่มีอยู่ทั้งหมดในน้ำยาง ส่งผลให้สามารถควบคุมสมบัติของน้ำยางในการผลิตได้ง่ายขึ้น

- ศึกษาการนำไฟฟ้าเพิ่มเติม โดยการเก็บตัวอย่างน้ำยางจากแหล่งที่ปลูกหรือพันธุ์ยางที่แตกต่างกัน
- ศึกษาใช้สารเคมีชนิดอื่นร่วมกับแอมโมเนียในการเก็บรักษาน้ำยาง แล้วตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าที่เปลี่ยนไป และหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับสารเคมีที่มีอยู่ในน้ำยางในช่วงระยะเวลาต่างๆ
- ศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางคอมปาวด์ที่เปลี่ยนไป โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางที่ระยะเวลาต่างๆ และติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าสัมพันธ์กับสารเคมีชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติของน้ำยาง เช่น ความเสถียร หรือระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำยางไว้

ผลงานวิชาการ

เผยแพร่ผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการยางพาราแห่งชาติ เรื่อง “รวมพลังวิจัย ขับเคลื่อนเศรษฐกิจยางไทย อย่างยั่งยืน” วันที่ 5-6 มิถุนายน 2552 ณ ห้องฟินิกซ์ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพค เมืองทองธานี จังหวัดนนทบุรี จัดโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ร่วมกับกรมวิชาการเกษตร สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.)

บทคัดย่อ

น้ำยางสดที่กรีดยและรวบรวมจากต้นในสวนยางพารา แบคทีเรียจากสภาพแวดล้อมและเปลือกของต้นยางจะเข้าไปในน้ำยาง และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดกรดระเหยง่ายขึ้นในน้ำยาง ทำให้น้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพ ในการซื้อขายน้ำยางจึงจำเป็นต้องตรวจสอบปริมาณของกรดระเหยง่ายที่มีอยู่ในน้ำยาง พบว่าต้องใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง ทำให้เสียเวลา และสิ้นเปลืองค่าวัสดุ สารเคมี และค่าจ้างแรงงานในการทดสอบ การใช้เทคนิคใหม่ด้วยเครื่องตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ซึ่งเป็นการวัดการนำไฟฟ้าของไอออนทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำยางสด พบว่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางจะมีค่าเพิ่มขึ้นแปรตามปริมาณของกรดระเหยง่ายซึ่งมีอยู่ในน้ำยาง น้ำยางที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูง จะมีปริมาณกรดระเหยง่ายในน้ำยางสูงด้วย ดังนั้นวิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้าในน้ำยางจึงมีแนวโน้มที่จะสามารถใช้ตรวจวัดสมบัติของน้ำยางได้เช่นเดียวกับการตรวจวัดปริมาณกรดระเหยง่ายของน้ำยาง ซึ่งวิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้านี้เป็นวิธีการที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย

Abstract

Fresh natural rubber latex is tapped and collected from rubber plantations. Bacteria from environment and rubber tree bark will get into the latex and grows rapidly. Consequently, volatile fatty acid (VFA) is formed and will finally cause the latex to coagulate. Therefore, natural rubber latex purchasing market needs to determine of VFA which will take proximately 1-2 hours. This causes a waste of time and a cost for chemicals as well as labor. In this work, new method of using conductivity technique for measuring conductivity value of total ions in fresh natural rubber latex was investigated. It was found that the conductivity was coincidently increased as VFA in latex. Latex with high conductivity will also give a high amount of VFA. Therefore, measurement of conductivity of latex tends to be able to use for measuring the latex property, as a determination of VFA. This conductivity method offers an easy, convenience, less time and low cost.

สารบัญ

หน้า

บทสรุปของผู้บริหาร	i
บทคัดย่อ	iv
Abstract	iv
สารบัญ	v
สารบัญรูปภาพ	vii
สารบัญตาราง	viii

เนื้อหาวิจัย

1. ความสำคัญและความเป็นมาของการวิจัย	1
2. วัตถุประสงค์	1
3. ทฤษฎี แนวคิดในการวิจัย และผลงานที่เกี่ยวข้อง	1
4. วิธีการ	3
5. ผลการวิจัย	3
5.1 การวิเคราะห์เซรุ่มของน้ำยาง	3
5.2 การศึกษาลักษณะของกราฟมาตรฐาน	5
5.2.1 สารละลายแอมโมเนีย	7
5.2.2 สารละลายแอมโมเนีย กรดอะซิติก และ แอมโมเนียมอะซิเตท	7
5.2.3 สารละลายแอมโมเนียมลอเรต	8
5.2.4 สารละลายแอมโมเนีย แอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต	9
5.2.5 สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตทผสมร่วมกับแอมโมเนีย	10
5.2.6 สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท และ แอมโมเนียมลอเรต ในสารละลายแอมโมเนีย	11
5.3 การเก็บตัวอย่างน้ำยางสด	15
5.4 สมบัติทั่วไปพื้นฐานของน้ำยาง	15
5.5 การเก็บน้ำยางที่ระยะเวลาต่างๆ	16
5.5.1 ผลของแอมโมเนียต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยาง	16
5.5.2 ผลของแอมโมเนียต่อค่า pH ของน้ำยาง	18
5.5.3 ผลของแอมโมเนียต่อกรดระเหยง่ายในน้ำยาง	20

5.6 น้ำยางธรรมชาติ และการเจือจางน้ำยาง	22
5.6.1 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางเจือจาง	22
5.6.2 ค่า pH ของน้ำยางเจือจาง	25
5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า และกรดระเหยง่าย	26
6. สรุป	29
7. ข้อเสนอแนะ	29
8. เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	31

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 โครมาโทแกรมของ (a) สารมาตรฐานกรดผสมระหว่างกรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดไพรไพโอนิก และกรดบิวไทรก เจือจาง 100 (b) เซลล์ในน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.2% NH_3 เจือจาง 100 เท่า	4
รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของสารละลายแอมโมเนีย แอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต	5
รูปที่ 3 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนีย กรดอะซิติก แอมโมเนียมอะซิเตท และ แอมโมเนียมลอเรต	6
รูปที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้นต่างๆ	7
รูปที่ 5 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนีย กรดอะซิติก และ แอมโมเนียมอะซิเตท	8
รูปที่ 6 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมลอเรตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	9
รูปที่ 7 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนีย แอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต ที่ความเข้มข้นต่างๆ	9
รูปที่ 8 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท ความเข้มข้นต่างๆ (0, 0.04, 0.08, 0.16, และ 0.20 M) ในสารละลายแอมโมเนียความเข้มข้นต่างๆ (0%-0.5% NH_3)	9
รูปที่ 9 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท ความเข้มข้นต่างๆ ในตัวกลางน้ำ และ สารละลายแอมโมเนีย (0.3%-0.5% NH_3)	10
รูปที่ 10 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย แอมโมเนียมอะซิเตท (AA) ความเข้มข้น 0 , 0.4, 0.08, 0.16 และ 0.2 M ในสารละลายแอมโมเนียความเข้มข้นต่างๆ	12
รูปที่ 11 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย แอมโมเนียมลอเรต (AL) ความเข้มข้น 0 , 0.4, 0.08, 0.16 และ 0.2 M ในสารละลายแอมโมเนียความเข้มข้นต่างๆ	12
รูปที่ 12 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมลอเรต ผสมรวมกับแอมโมเนียมอะซิเตท (A+L) ที่ความเข้มข้น 0 , 0.4, 0.08, 0.16 และ 0.2 M ในสารละลายแอมโมเนียความเข้มข้นต่างๆ	12
รูปที่ 13 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย แอมโมเนียมอะซิเตท (AA), แอมโมเนียมลอเรต (AL) และแอมโมเนียมลอเรต ผสมรวมกับแอมโมเนียมอะซิเตท (A+L)ในสารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้นต่างๆ	13
รูปที่ 14 กราฟมาตรฐานค่าการนำไฟฟ้าและความเข้มข้นเกลือแอมโมเนียมในสารละลายแอมโมเนีย	14
รูปที่ 15 การนำไฟฟ้าของน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ต่อเวลาในการเก็บรักษา (a) : เวลาเก็บ 0 - 10 วัน ; (b) : เวลาเก็บ 0 - 30 วัน	17
รูปที่ 16 ค่า pH ของน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ต่อเวลาในการเก็บรักษา (a) : เวลาเก็บ 0 - 10 วัน ; (b) : เวลาเก็บ 0 - 30 วัน	18

รูปที่ 17	ค่า VFA ของน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ต่อเวลาในการเก็บรักษา	20
รูปที่ 18	น้ำยางสด ไม่ใส่แอมโมเนีย และ เจือจางด้วยน้ำสัดส่วนต่างๆ	22
รูปที่ 19	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.25%NH ₃ ความเข้มข้น 10, 20 และ 40 %	22
รูปที่ 20	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.59%NH ₃ ความเข้มข้น 10, 20 และ 40 %	23
รูปที่ 21	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.025% และ 0.59%NH ₃ ความเข้มข้น 10, 20 และ 40 %	23
รูปที่ 22	ค่า pH ของน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.25% และ 0.59%NH ₃ ความเข้มข้น 10, 20 และ 40 %	24
รูปที่ 23	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ที่ระยะในเวลาต่างๆ (0, 2, 5 และ 10 วัน)	26
รูปที่ 24	ค่า VFA ของน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ที่ระยะเวลาต่างๆ (0, 2, 5 และ 10 วัน)	26
รูปที่ 25	ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า และ VFA ของน้ำยางที่เก็บรักษาด้วย แอมโมเนียปริมาณต่างๆ ต่อเวลาในการเก็บรักษา	27
รูปที่ 26	ความสัมพันธ์ของกรดระเหยง่ายที่ตรวจพบในน้ำยาง และค่าการนำไฟฟ้า	28

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดระเหยง่ายที่มีอยู่ในน้ำยาง	15
------------	---	----

เนื้อหาวิจัย

1. ความสำคัญและความเป็นมาของการวิจัย

โดยทั่วไปหลังจากกรีดยางและน้ำยางไหลออกจากต้นยาง แบททีเรียในอากาศและจากเปลือกของต้นยางจะลงไปบนน้ำยาง เพื่อกินสารอาหาร และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดการระเหยง่ายขึ้นในน้ำยาง น้ำยางจะเริ่มจับตัวเป็นเม็ดเล็กๆ แล้วค่อยๆ หนืดขึ้น อนุภาคน้ำยางจะเริ่มจับตัวกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้น จนกระทั่งน้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพ โดยน้ำยางจะถูกแยกออกจากกันเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อยางและส่วนที่เป็นเซรุ่ม ในเวลาต่อมา น้ำยางจะเริ่มเกิดการบูดเน่าและมีกลิ่นเหม็น ดังนั้นจำเป็นต้องควบคุมคุณภาพของน้ำยาง โดยการใส่สารที่เป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Colleur et al, 1961)

ปัจจุบันการผลิตน้ำยางขึ้นมีมากขึ้น โรงงานน้ำยางขึ้นหรือพ่อค้าที่รับซื้อน้ำยางสดจากเกษตรกรชาวสวนยาง จะมีการตรวจสอบปริมาณของกรดอะซิติกในน้ำยางระหว่างการซื้อขายน้ำยาง น้ำยางต้องมีคุณภาพดี ค่าปริมาณกรดอะซิติกในน้ำยางควรมีค่าต่ำ และไม่ควรรู้เวลาในการตรวจสอบนานจนเกินไป แต่ความเป็นจริง พบว่าจำเป็นต้องใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมงในการตรวจสอบปริมาณกรดอะซิติกในน้ำยาง ทำให้เสียเวลา ไม่สามารถทราบค่ากรดอะซิติกของน้ำยางได้ทันที และสิ้นเปลืองค่าวัสดุ สารเคมี และค่าจ้างแรงงานในการทดสอบ

ดังนั้นหากสามารถตรวจสอบปริมาณของกรดอะซิติกในน้ำยาง ด้วยวิธีการที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ใช้เวลาน้อย และประหยัดค่าใช้จ่ายต่ำ เช่น การใช้เทคนิคการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ซึ่งเป็นการตรวจวัดปริมาณไอออนทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำยางในรูปของค่าการนำไฟฟ้า การนำไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้ สามารถเทียบกับปริมาณของกรดอะซิติกที่มีอยู่ในน้ำยาง จึงเป็นที่น่าสนใจ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการตรวจหาปริมาณกรดอะซิติกในน้ำยางธรรมชาติ โดยเทคนิคที่ง่ายและรวดเร็ว ด้วยการวัดค่าการนำไฟฟ้า

3. ทฤษฎี แนวคิดในการวิจัย และผลงานที่เกี่ยวข้อง

จากสถิติของสถาบันวิจัยยาง (2549) ได้รายงานว่าอุตสาหกรรมน้ำยางขึ้นมีการขยายตัวการผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี โดยปี 2548 การผลิตน้ำยางขึ้นมีปริมาณเพิ่มขึ้น 18.68% ดังนั้นน้ำยางสดที่ใช้เป็นวัตถุดิบจึงมีความสำคัญที่ต้องควบคุมคุณภาพให้ดี ซึ่งโดยทั่วไปพบว่าหลังจากกรีดยางและน้ำยางสดไหลออกมาจากต้นยางแล้ว น้ำยางจะคงสภาพอยู่ได้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง ไม่เกิน 6 ชั่วโมง แล้วอนุภาคน้ำยางจะเกิดการจับตัวเป็นก้อน สูญเสียสภาพน้ำยางไป เนื่องจากแบคทีเรียในอากาศและจากเปลือกของต้นยางจะลงไปบนน้ำยาง เพื่อกินสารอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำยาง เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ซึ่งจะมีปริมาณแตกต่างกัน ขึ้นกับพันธุ์ยาง อายุต้นยาง ฤดูกาลกรีดยาง รวมทั้งวิธีการกรีดยาง (Hasma, 1991) แบคทีเรียจะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดการระเหยง่ายขึ้น ทำให้น้ำยางสูญเสียสภาพ และปริมาณกรดอะซิติกในน้ำยางจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บน้ำยางไว้ (เสาวนีย์, 2547) จึงจำเป็นต้องใส่สารเคมีเพื่อเก็บรักษาน้ำยาง

โดยทั่วไปสารเคมีที่ใช้เก็บรักษาน้ำยางมักใช้แอมโมเนีย โดยแอมโมเนียปริมาณที่แตกต่างกัน สามารถควบคุมสมบัติของน้ำยางให้มีปริมาณของกรดระเหยง่ายเกิดขึ้นแตกต่างกัน หากเก็บรักษาน้ำยางด้วยแอมโมเนียปริมาณต่ำ จะใช้สารเคมีชนิดอื่นร่วมด้วย ได้แก่ ซิงค์ออกไซด์ ที่เอมที่ดี ทำให้สามารถขนส่งลำเลียงน้ำยางไประยะทางไกล เช่น ส่งออกสู่ต่างประเทศ หรือน้ำยางที่เก็บไว้ในสต็อกก่อนนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ โดยน้ำยางไม่เกิดการสูญเสียสภาพ และสามารถนำไปแปรรูปในระยะเวลาตามที่กำหนดได้ โดยปริมาณกรดระเหยง่ายในน้ำยางต้องมีค่าต่ำ หรือไม่เปลี่ยนแปลง

โรงงานผลิตน้ำยางธรรมชาติชั้นชนิดแอมโมเนียสูง (HA-latex) และน้ำยางชั้นชนิดแอมโมเนียต่ำ (LA latex) จะใส่สารช่วยเก็บรักษาน้ำยางชนิดที่ส่งรวมทั้งใส่กรดลอริกลงไปในน้ำยางด้วย เพื่อให้มีน้ำยางมีความเสถียรเพิ่มขึ้น มีการกำหนดคุณภาพของน้ำยางให้มีปริมาณกรดระเหยง่ายที่มีอยู่ในน้ำยาง ให้ได้ตามมาตรฐานที่ระบุ เช่น ปริมาณกรดระเหยง่ายในน้ำยางต้องไม่เกิน 0.04 ในมาตรฐานอุตสาหกรรมไทย เป็นต้น

นอกจากนี้แอมโมเนียที่ใส่ลงไปในน้ำยางเพื่อเก็บรักษาสภาพน้ำยาง ส่วนหนึ่งจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของแอมโมเนียม ซึ่งมีผลต่อความเสถียรของน้ำยาง โดยแอมโมเนียที่อยู่ในน้ำยางจะทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของโปรตีนและไขมันฟอสโฟไลปิดที่ผิวของอนุภาคยาง โดยสารพวกโปรตีนจะแตกตัวให้พอลิเปปไทด์กับกรดอะมิโน ส่วนฟอสโฟไลปิดจะแตกตัวให้สารพวกกลีเซอรอล อนุผลของกรดไขมัน อนุผลของฟอสโฟไลปิด และอนุผลของสารอินทรีย์ (วรารณ, 2525) โดยอนุผลที่เกิดขึ้น จะทำปฏิกิริยากับอนุผลบวกของแอมโมเนีย เกิดเป็นเกลือแอมโมเนียมหรือสบู่ขึ้นในน้ำยาง ส่งผลให้น้ำยางมีความเสถียรเพิ่มขึ้นและค่า KOH number มีค่าเพิ่มขึ้น (บุญธรรม, 2532)

โดยทั่วไปสบู่เป็นเกลือของกรดไขมันที่มีจำนวนความยาวของสายโซ่คาร์บอนตั้งแต่ 6-18 สามารถละลายน้ำ และแตกตัวเป็นไอออน ทำให้น้ำไฟฟ้าได้ ตรงผิวของอนุภาคยางมีการดูดซับสบู่ไว้ (Pendel and Gorton, 1978) ทำให้ผิวอนุภาคยางมีไอออนลบมากขึ้น ศักไฟฟ้าตรงผิวอนุภาคยางเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เกิดแรงผลักระหว่างอนุภาคยางเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ ภูษิต (2538) พบว่าสบู่โพแทสเซียมลอเรตให้ค่า MST สูงกว่าสบู่โพแทสเซียมจากน้ำมันละหุ่งเล็กน้อย เมื่อปริมาณแอมโมเนียในน้ำยางเพิ่มขึ้น ค่า MST ของน้ำยางจะเพิ่มขึ้นด้วย สำหรับเสาวนีย์และคณะ (2547) ได้ใส่สบู่โพแทสเซียมลอเรตปริมาณต่างๆ (0, 0.1, 0.25, 0.5, 1.5 และ 2.0%) ลงไปในน้ำยางชั้น LA ส่งผลให้ MST และการนำไฟฟ้าในน้ำยาง (Electrical conductivity) มีค่าเพิ่มขึ้น ตามปริมาณสบู่ที่เพิ่มขึ้น

การควบคุมคุณภาพของน้ำยาง โดยการตรวจสอบปริมาณกรดระเหยง่ายในน้ำยาง ต้องใช้เวลานานเกือบ 2 ชั่วโมง หากมีวิธีการตรวจหาปริมาณกรดระเหยง่ายในน้ำยางธรรมชาติ โดยเทคนิคที่ง่ายและรวดเร็ว เช่น การใช้เทคนิคการวัดค่าการนำไฟฟ้าในน้ำยาง จะทำให้สะดวก รวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่ายได้

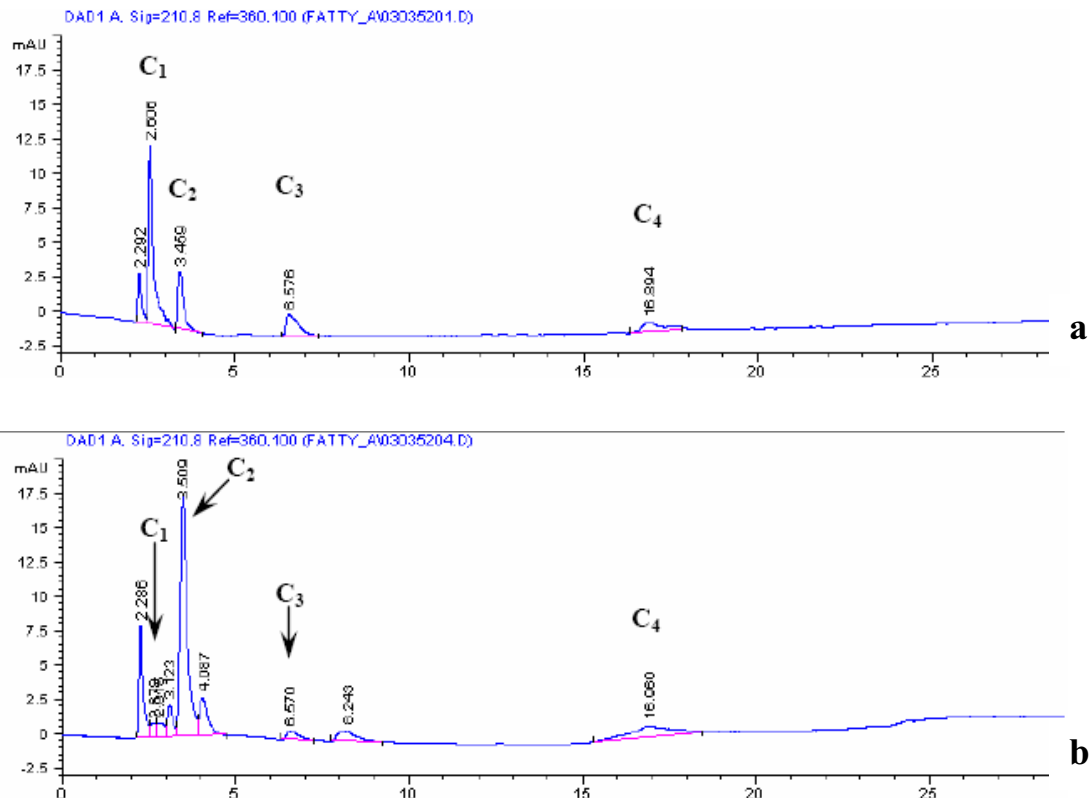
4. วิธีการ

- 4.1 เตรียมโครมาโทกราฟของสารละลายมาตรฐานกรดผสม ซึ่งประกอบด้วย กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดโพรไพโอนิก และกรดบิวไทรก (Formic acid, Acetic acid, Propionic acid และ Butyric acid) และ โครมาโทกราฟของเซรุ่มจากน้ำยางสด ซึ่งส่วนของยางถูกแยกออกไปแล้ว นำสารตัวอย่างมาวิเคราะห์ชนิดของกรดระเหยง่ายที่มีอยู่ในเซรุ่มของน้ำยาง เทียบกับโครมาโทกราฟของสารละลายมาตรฐานกรด โดยใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC (High performance liquid chromatograph)
- 4.2 เตรียมกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของกรดที่ระเหยได้ (น้ำหนักโมเลกุลต่ำ) และกรดที่ไม่ระเหย (น้ำหนักโมเลกุลสูง) ในสถานะของสารละลายที่ไม่มีแอมโมเนีย (blank) และมีแอมโมเนียปริมาณต่างๆ
 - แปรสัดส่วนความเข้มข้นต่างๆ ของกรดที่ระเหยได้ (น้ำหนักโมเลกุลต่ำ) และกรดที่ไม่ระเหย (น้ำหนัก โมเลกุลสูง) ในสารละลาย blank และ ในสถานะที่มีสารละลายแอมโมเนีย โดยเตรียมสารละลายให้มีค่าการนำไฟฟ้าช่วงเดียวกับค่าการนำไฟฟ้าในน้ำยางสดที่เก็บรักษา
- 4.3 เก็บตัวอย่างน้ำยางสดจากสวนยางพาราในเขตพื้นที่อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี โดยไม่ใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยาง และใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยางด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ
- 4.4 ตรวจสอบสมบัติทั่วไปพื้นฐานของน้ำยางตามมาตรฐานสากล เช่น
 - DRC, TSC, Alkalinity, Volatile fatty acid, pH
 - ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า
- 4.5 เก็บน้ำยางสดไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลาต่างๆ คือ 0, 2, 5, 10, 15, 20 และ 30 วัน
 - ตรวจสอบสมบัติ การนำไฟฟ้า ค่า pH และ VFA ของน้ำยาง
- 4.6 เตรียมน้ำยางเจือจางด้วยน้ำ ชนิดที่ไม่มีประจุ ทำให้มีความเข้มข้นช่วง 10-20%
 - ติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า ที่ระยะเวลาต่างๆ
 - ติดตามการเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่ระยะเวลาต่างๆ
- 4.7 ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการนำไฟฟ้า และค่า VFA ที่ระยะเวลาต่างๆ

5. ผลการวิจัย

5.1 การวิเคราะห์เซรุ่มของน้ำยาง

วิเคราะห์ชนิดของกรดระเหยง่าย ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในเซรุ่มของน้ำยางสด ด้วยการนำตัวอย่างน้ำยางมาปั่นแยกจนได้เซรุ่มใส นำเซรุ่มที่ได้มาเจือจางให้มีปริมาตร 100 เท่า แล้วนำสารละลายผสมมาฉีดเข้าเครื่อง HPLC ทำนองเดียวกันสารละลายมาตรฐานกรดผสม ซึ่งประกอบด้วยกรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดโพรไพโอนิก และกรดบิวไทรก นำมาเจือจางให้มีความเข้มข้น 100 ppm เพื่อใช้เตรียมเป็นโครมาโทกราฟของกรดมาตรฐาน ใช้สำหรับเปรียบเทียบลักษณะของโครมาโทแกรมของกรดมาตรฐานที่ได้จากเครื่อง HPLC กับโครมาโทแกรมของเซรุ่มน้ำยางตัวอย่างที่นำมาตรวจวิเคราะห์ ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครมาโทแกรมของ (a) สารมาตรฐานกรดผสมระหว่างกรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดโพรไพโอนิก และ กรดบิวไทริก เจือจาง 100 (b) เซรุ่มในน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.2% NH_3 เจือจาง 100 เท่า

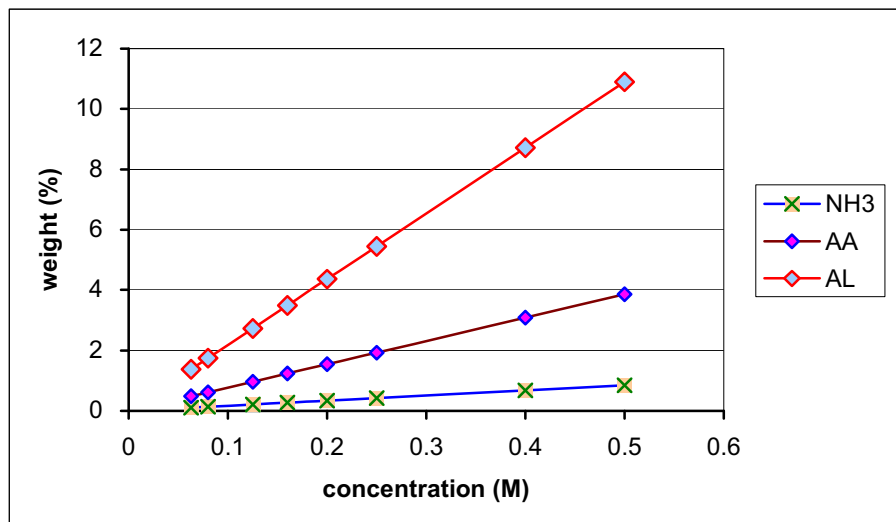
รูปที่ 1 ลักษณะโครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดผสมประกอบด้วยกรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดโพรไพโอนิก และกรดบิวไทริก (Formic acid, Acetic acid, Propionic acid และ Butyric acid) นำมาเจือจาง ให้มีความเข้มข้น 100 ppm ดังแสดงในรูปที่ 1 (a) ส่วนน้ำยางสดซึ่งเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 0.2% หลังจากให้น้ำยางเกิดการจับตัวเป็นก้อนตามธรรมชาติแล้ว นำเซรุ่มมาตรวจสอบสารที่เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในเซรุ่มด้วยเครื่อง HPLC ดังแสดงในรูปที่ 1 (b) พบว่าลักษณะโครมาโทแกรมของเซรุ่มน้ำยาง มีพิกที่บ่งชี้ถึงการมีกรดระเหยง่ายเป็นองค์ประกอบอยู่ในเซรุ่มของน้ำยาง เช่นเดียวกับโครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดผสม ซึ่งประกอบด้วย กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดโพรไพโอนิก และกรดบิวไทริก

น้ำยางสด เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่ำ (0.1-0.2% NH_3) สามารถรักษาสภาพน้ำยางได้ไม่นานแล้วน้ำยางจะเกิดการสูญเสียความเสถียร หลังจากให้น้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพจับตัวเป็นก้อน และมีเซรุ่มเกิดขึ้น นำเซรุ่มมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า ทำการวิเคราะห์เซรุ่มด้วยเครื่อง HPLC (ทำนองเดียวกับการทดลองใช้สารตัวอย่างกรดมาตรฐาน) พบว่า เซรุ่มในน้ำยางสดที่จับตัวหลังจากเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 0.2% ประกอบด้วย กรดอะซิติก (คาร์บอนอะตอม = 2) ปริมาณมากที่สุด ส่วนกรดที่มีปริมาณรองลงมาคือ กรดบิวไทริก กรดโพรไพโอนิก และกรดฟอร์มิก (คาร์บอนอะตอม = 4, 3 และ 1) ตามลำดับ ดังนั้นกรดอะซิติกจะนำมาใช้เป็นตัวแทนของกรดที่ระเหยได้ในน้ำยางที่เกิดขึ้น เพื่อศึกษาลักษณะของกราฟมาตรฐาน และตรวจหาค่าการนำไฟฟ้าในหัวข้อต่อไป

5.2 การศึกษาลักษณะของกราฟมาตรฐาน

กรดที่ระเหยได้ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่ใช้ คือ กรดอะซิติก ส่วนกรดที่ไม่ระเหยซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลสูงที่ใช้ คือ กรดลอริก หากอยู่ในสถานะที่มีแอมโมเนีย กรดที่มีอยู่จะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียเกิดเป็นแอมโมเนียมอะซิเตท และ กรดที่ไม่ระเหยในสถานะที่มีแอมโมเนียอยู่เช่นเดียวกัน จะเกิดเป็นแอมโมเนียมลอเรต ดังนั้นเกลือของกรดระเหยง่าย หรือกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาวที่เกิดขึ้นในน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย จึงเป็นแอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต นอกจากนี้แอมโมเนียมลอเรตจะเป็นสบู่ที่นิยมใส่ลงไปน้ำยางเพื่อเพิ่มความเสถียรแก่น้ำยางด้วย

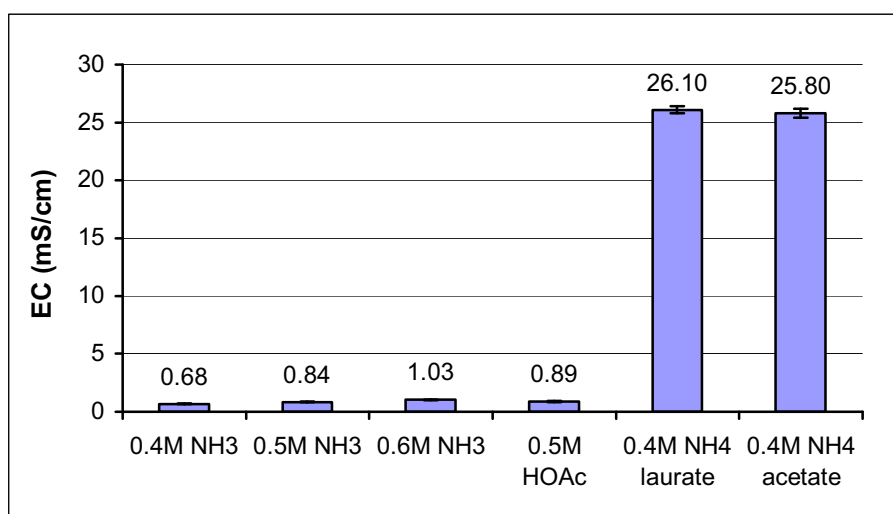
เกลือแอมโมเนียมของกรดระเหยง่าย (แอมโมเนียมอะซิเตท) และเกลือแอมโมเนียมของกรดไขมันที่มีสายโซ่โมเลกุลยาวซึ่งไม่ระเหย (แอมโมเนียมลอเรต) ถือว่าเป็นเกลือแอมโมเนียมที่มีอยู่ในน้ำยางซึ่งเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย และมีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า โดยสารละลายแอมโมเนีย แอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความสัมพันธ์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่มีอยู่ในสารละลายแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของสารละลายแอมโมเนีย แอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต

สารละลายแอมโมเนีย (NH_3) แอมโมเนียมอะซิเตท (AA) และแอมโมเนียมลอเรต (AL) ที่ระดับความเข้มข้น 0.06-0.5M มีความสัมพันธ์เป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักในสารละลายดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งทำให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่าสารเคมีที่มีอยู่ในน้ำยางความเข้มข้นเท่ากัน จะมีปริมาณคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของสารเคมีอยู่ในสารตัวอย่างแตกต่างกัน (โดยทั่วไปสำหรับน้ำยางจะระบุปริมาณแอมโมเนียที่ใช้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักน้ำยางหรือน้ำหนักในส่วนของน้ำ 100 กรัม) ในรายงานนี้จะระบุปริมาณของสารเคมีที่ใช้เตรียมกราฟมาตรฐาน ความเข้มข้นหน่วยเป็นโมลาร์ (M) และอาจจะระบุเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสารเคมีที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้ เช่น สารละลายแอมโมเนียที่ใช้ความเข้มข้น 0.4M มีปริมาณเนื้อสารแอมโมเนีย 0.68% โดยน้ำหนัก ส่วนสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต ความเข้มข้น 0.4M มีสารแอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรตปริมาณเท่ากับ 3.08% และ 8.72% โดยน้ำหนัก เป็นต้น

สำหรับสารเจือปนในน้ำยางธรรมชาติ ซึ่งสามารถนำไฟฟ้าได้ มีอออนบวกและอออนลบ ประกอบด้วย สารละลายแอมโมเนีย ซึ่งเป็นสารเคมีที่เติมลงไปในน้ำยางเพื่อเก็บรักษาสภาพน้ำยาง และสารซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในน้ำยาง ได้แก่ กรดอะซิติก และสารละลายเกลือแอมโมเนียม (เช่น แอมโมเนียมอะซิเตท และ แอมโมเนียมลอเรต) เป็นต้น สารที่เจือปนในน้ำยางเหล่านี้สามารถแตกตัวเป็นอออน ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางเปลี่ยนแปลงไป หากเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของสารเคมีดังกล่าว ที่ระดับความเข้มข้น 0.4, 0.5 และ 0.6M พบว่ามีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 3



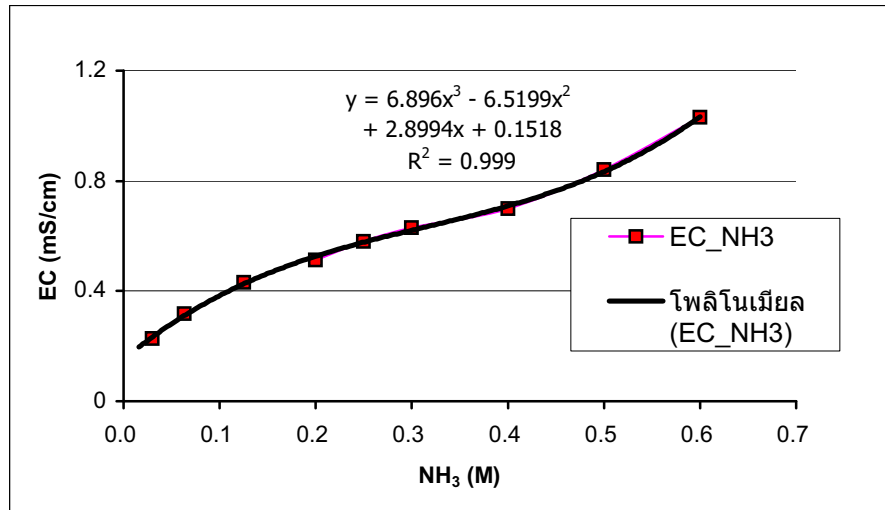
รูปที่ 3 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนีย กรดอะซิติก แอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต

จากรูปที่ 3 จะเห็นว่าสารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.4, 0.5 และ 0.6 M (หรือ 0.68%, 0.85% และ 1% NH₃) มีค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ คือ 0.68 0.84 และ 1.03 mS/cm ตามลำดับ เช่นเดียวกัน กรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้น 0.5M เป็นกรดอ่อน มีค่าการนำไฟฟ้า 0.89 mS/cm ใกล้เคียงกับสารละลายแอมโมเนียที่ระดับความเข้มข้นเท่ากัน หากเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของแอมโมเนียกับสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรตที่ระดับของความเข้มข้น 0.4 M เท่ากัน (หรือแอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต ปริมาณ 3.08% และ 8.72% ตามลำดับ) พบว่าการนำไฟฟ้ามีค่าค่อนข้างสูง คือ 26.1 และ 25.8 mS/cm ตามลำดับ แสดงว่า แอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต ซึ่งเป็นเกลือของเบสอ่อนและเกลือของกรดอ่อน ที่ระดับความเข้มข้นเท่ากัน 0.4 M มีค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูงใกล้เคียงกัน และมีค่าสูงกว่าการนำไฟฟ้าของเบสอ่อนและกรดอ่อนมาก

ดังนั้นจึงตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนีย กรดอะซิติก แอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้

5.2.1 สารละลายแอมโมเนีย

สารละลายแอมโมเนียเป็นเบสอ่อน สามารถละลายน้ำได้บางส่วนเท่านั้น ส่วนที่ละลายน้ำสามารถแตกตัวเป็นไอออน ทำให้วัดค่าการนำไฟฟ้าได้ สารละลายแอมโมเนียที่มีความเข้มข้นระหว่าง 0.05M-0.6M วัดค่าการนำไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้นต่างๆ

จากรูปที่ 4 จะเห็นว่า สารละลายแอมโมเนียความเข้มข้นต่างๆ จะมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เป็นไปตามสมการโพลีโนเมียล ดังสมการ คือ $y = 6.896x^3 - 6.5199x^2 + 2.8994x + 0.1518$

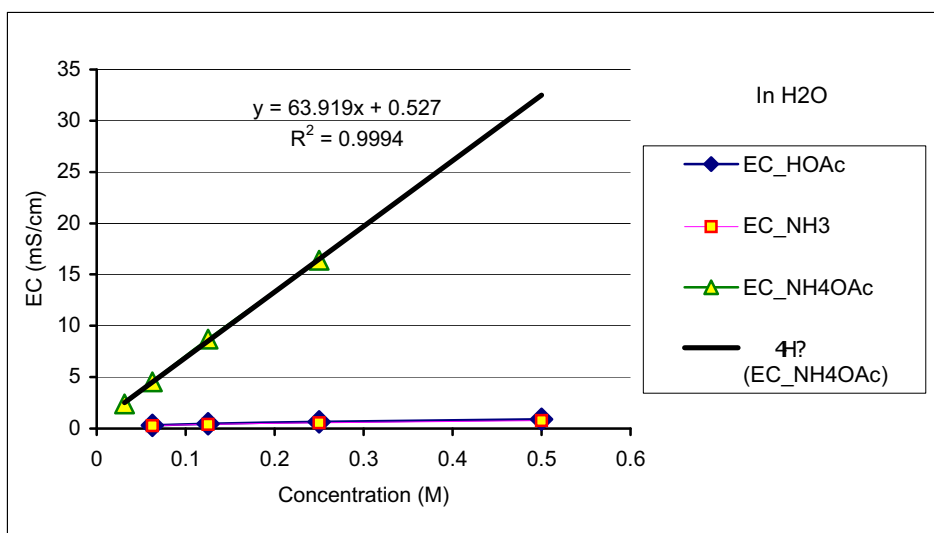
เมื่อ y = ค่าการนำไฟฟ้า
 x = ค่าความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท

มีค่าความน่าเชื่อถือ 99.9%

5.2.2 สารละลายแอมโมเนีย กรดอะซิติก และ แอมโมเนียมอะซิเตท

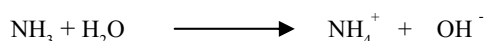
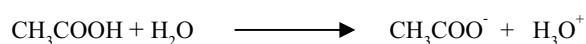
โดยทั่วไปน้ำยางธรรมชาติจะเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย การเก็บรักษาน้ำยางไม่ดีทำให้มีกรดระเหยง่ายเกิดขึ้นในน้ำยาง จากการวิเคราะห์เชรุ่มของน้ำยางสด โดยการนำน้ำยางมาปั่นแยกเชรุ่มด้วยความเร็วสูง 20,000 รอบต่อนาที และวิเคราะห์เชรุ่มด้วยเครื่อง HPLC พบว่าน้ำยางที่เก็บรักษาดี มีกรดระเหยง่ายในน้ำยางปริมาณน้อยมาก ส่วนน้ำยางสดที่สูญเสียสภาพหรือเก็บรักษาไม่ดี จะมีกรดระเหยง่ายในน้ำยางค่อนข้างมาก โดยกรดที่ตรวจพบด้วยเครื่อง HPLC ส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดอะซิติก รองลงมาคือ บิวไทโอนิก โพรไพโอนิก และ กรดฟอร์มิก ตามลำดับ

หากพิจารณาความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนีย และกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้นเท่ากัน เช่น 0.5M จะพบว่าค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันน้อยมาก คือ 0.84 และ 0.89 mS/cm ตามลำดับ อย่างไรก็ตามกรดอะซิติกที่เกิดขึ้นในน้ำยาง จะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียในน้ำยาง เกิดเป็นแอมโมเนียมอะซิเตท ค่าการนำไฟฟ้าจะเกิดสูงขึ้นอย่างมาก ดังรูปที่ 5

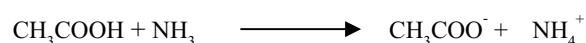


รูปที่ 5 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนีย กรดอะซิติก และ แอมโมเนียมอะซิเตท

จากรูปที่ 5 สารละลายกรดอะซิติก (HOAc) และแอมโมเนีย (NH₃) ความเข้มข้นระหว่าง 0.05-0.50 M มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 320-890 และ 280-780 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ตามลำดับ ซึ่งถือว่ามีความการนำไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ และใกล้เคียงกัน เนื่องจากกรดอะซิติกและแอมโมเนียเป็นกรดและเบสอ่อนตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 25°C มีค่าคงที่ของการแตกตัวเป็นไอออนของกรดอ่อน (CH₃COOH) กับคู่เบส (CH₃COO⁻) เท่ากับ 1.8×10^{-5} และ 5.6×10^{-10} เช่นเดียวกันค่าคงที่ของการแตกตัวเป็นไอออนของเบสอ่อน (NH₃) และคู่กรด (NH₄⁺) มีค่าเท่ากับ 1.8×10^{-5} และ 5.6×10^{-10} ตามลำดับ (Chang., 2007) สมการการแตกตัวมีดังนี้



กรณีที่สารเคมีทั้งสองชนิดคือ กรดอะซิติก และแอมโมเนียผสมรวมกัน จะเกิดปฏิกิริยากลายเป็นเกลือแอมโมเนียมอะซิเตท ซึ่งสามารถแตกตัวเป็นไอออนในตัวกลางน้ำได้ 100% ดังสมการ



ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก ความสัมพันธ์ของค่าการนำไฟฟ้ากับความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท เป็นสมการเชิงเส้น ดังสมการ $y = 63.919x + 0.527$

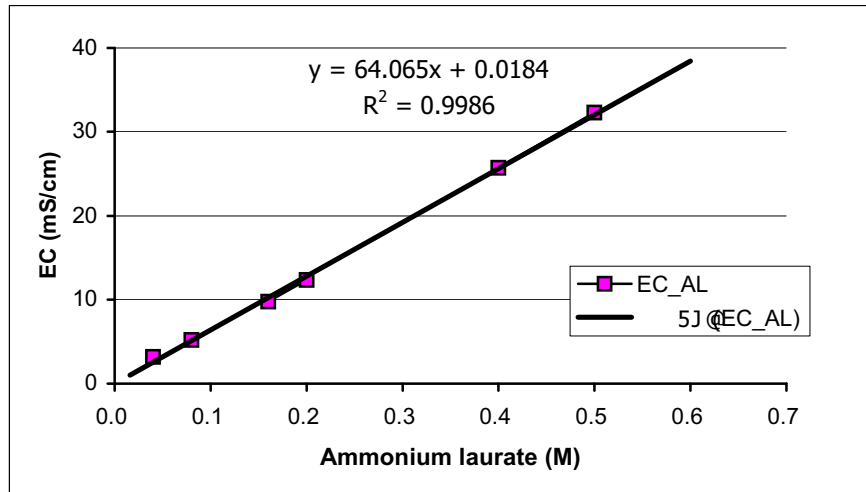
เมื่อ y = ค่าการนำไฟฟ้า

x = ค่าความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท

มีค่าความน่าเชื่อถือ 99.9%

5.2.3 สารละลายแอมโมเนียมลอเรต

น้ำยาที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณที่มากเพียงพอ ส่วนหนึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาวในน้ำยางเกิดเป็นสบู่แอมโมเนียม ส่งผลทำให้การนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มสูงขึ้น สำหรับสารละลายของแอมโมเนียมลอเรต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมลอเรตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

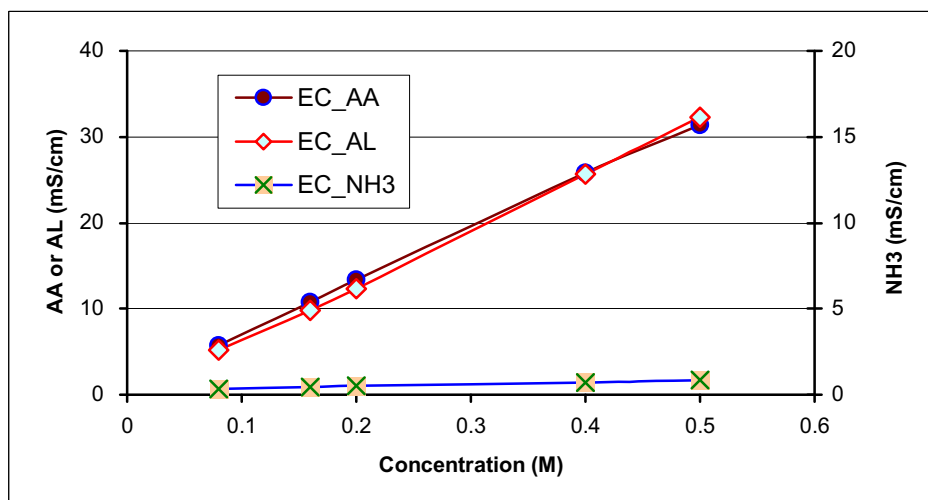
จากรูปที่ 6 สารละลายแอมโมเนียมลอเรต (AL) เป็นเกลือแอมโมเนียมของกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาว สามารถแตกตัวในน้ำได้ 100% ให้ไอออนที่มีประจุบวกและลบ ทำให้การนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของแอมโมเนียมลอเรต โดยสารละลายแอมโมเนียมลอเรต ความเข้มข้นระหว่าง 0.04-0.50 M มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็นสมการเชิงเส้น ดังสมการ คือ $y = 64.065x + 0.0184$

เมื่อ y = ค่าการนำไฟฟ้า
 x = ค่าความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมลอเรต

มีค่าความน่าเชื่อถือ 99.9%

5.2.4 สารละลายแอมโมเนีย แอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนีย แอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรตที่ความเข้มข้นต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 7

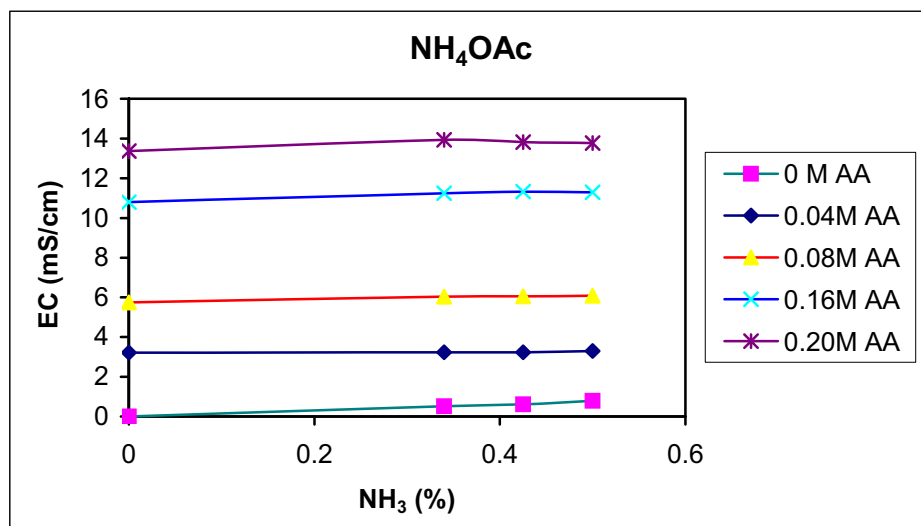


รูปที่ 7 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนีย แอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรตที่ความเข้มข้นต่างๆ

จากรูปที่ 7 สารละลายแอมโมเนีย (NH_3) แอมโมเนียมอะซิเตท (AA) และแอมโมเนียมลอเรต (AL) ที่ความเข้มข้น 0.08-0.50 M มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.33-0.84 mS/cm, 5.73-31.4 mS/cm และ 5.2-32.3 mS/cm ตามลำดับ หากเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียกับสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตทและแอมโมเนียมลอเรต จะเห็นว่าที่ระดับความเข้มข้นเท่ากัน สารละลายแอมโมเนียจะมีช่วงของค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำมากเทียบกับสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต ส่วนสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตทและแอมโมเนียมลอเรตมีค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกัน ซึ่งสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตทและแอมโมเนียมลอเรตที่มีอยู่ในน้ำยางจะอยู่ในสภาวะที่เป็นด่างหรือมีแอมโมเนียอยู่ด้วย ดังนั้นจึงทำการทดลองตรวจวัดการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท และแอมโมเนียมลอเรต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในสภาวะที่มีแอมโมเนียอยู่ปริมาณแตกต่างกันต่อไป

5.2.5 แอมโมเนียมอะซิเตทในสารละลายแอมโมเนีย

สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตทในสภาวะที่มีแอมโมเนีย ความเข้มข้นต่างๆ มีค่าการนำไฟฟ้า ดังรูปที่ 8



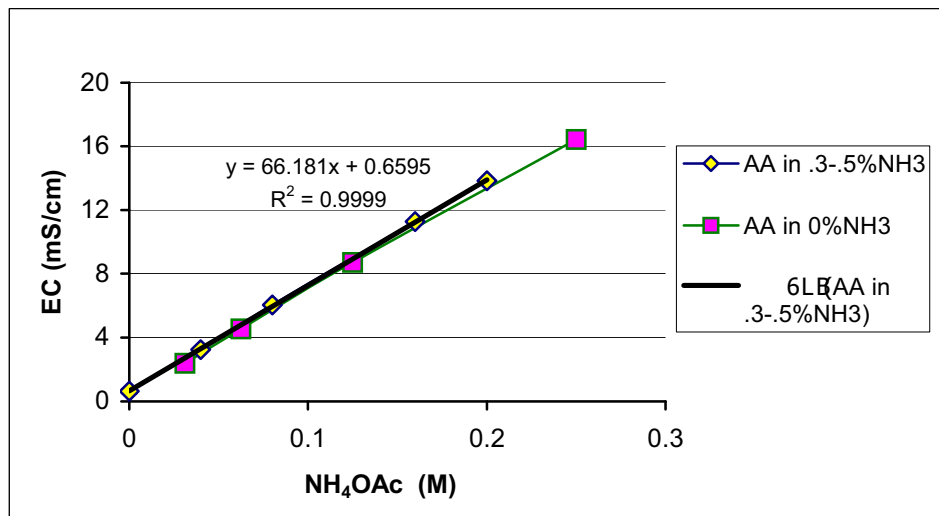
รูปที่ 8 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท ความเข้มข้นต่างๆ (0, 0.04, 0.08, 0.16, และ 0.20 M) ในสารละลายแอมโมเนียความเข้มข้นต่างๆ (0%-0.5% NH_3)

จากรูปที่ 8 สารละลาย blank หรือน้ำที่ไม่มีแอมโมเนียเจือปนอยู่ การนำไฟฟ้ามีค่าต่ำเท่ากับ 8 $\mu\text{S/cm}$ และสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท (AA) ความเข้มข้น 0.04, 0.08, 1.16 และ 0.20M ในสภาวะที่ไม่มีแอมโมเนีย (0% NH_3) มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3.23, 6.02, 11.35 และ 13.93 mS/cm ตามลำดับ โดยการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท สำหรับสารละลายแอมโมเนียความเข้มข้น 0.20, 0.25 และ 0.30 M (หรือ 0.34%, 0.42% และ 0.51% NH_3) มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 513, 617 และ 793 $\mu\text{S/cm}$ ตามลำดับ ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นช้าๆ ตามปริมาณแอมโมเนียที่มีอยู่ หากมีสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตทผสมรวมอยู่กับสารละลายแอมโมเนีย จะเห็นว่าการนำไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของแอมโมเนียมอะซิเตท

สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตตความเข้มข้นต่างๆในสภาวะที่มีแอมโมเนีย (0.3-0.5% NH_3) มีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้าเป็นสมการเชิงเส้นตรง ดังแสดงในรูปที่ 9 มีสมการ คือ $y = 66.181x + 0.659$

เมื่อ y = ค่าการนำไฟฟ้า
 x = ค่าความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต
 มีค่าความน่าเชื่อถือ 99.99%

สำหรับสภาวะที่ไม่มีแอมโมเนีย (0% NH_3) พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต มีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตตที่มีอยู่ ให้กราฟสมการเชิงเส้น ซึ่งมีแนวโน้มทำนองเดียวกับแอมโมเนียมอะซิเตตที่มีอยู่ในสารละลายแอมโมเนีย โดยมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังรูปที่ 9

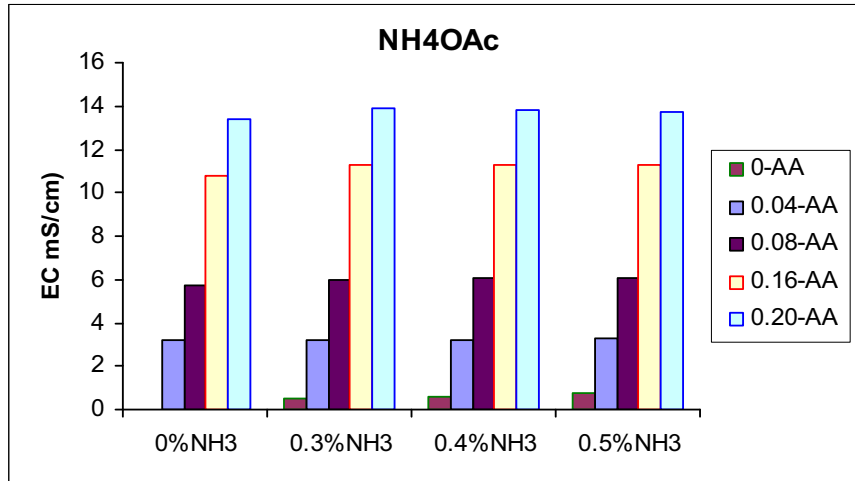


รูปที่ 9 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต ความเข้มข้นต่างๆ ในตัวกลางน้ำ และสารละลายแอมโมเนีย (0.3%-0.5% NH_3)

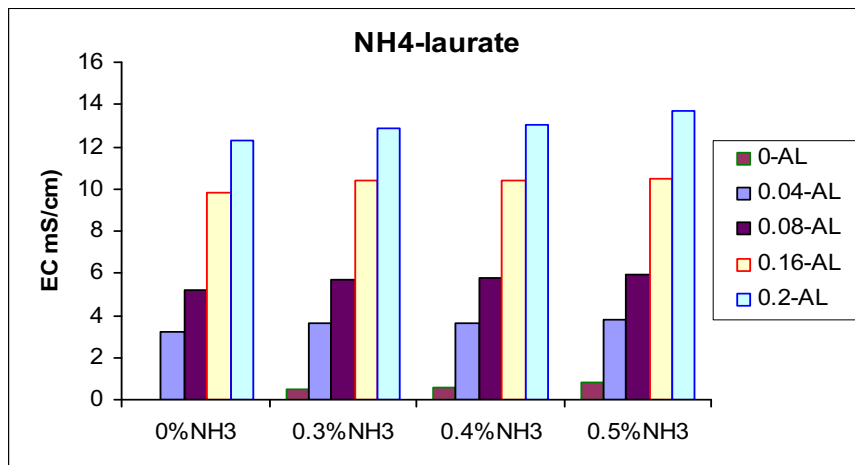
จากรูปที่ 9 สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต (AA) ความเข้มข้นต่างๆ ในช่วง 0 ถึง 0.2 M ที่สภาวะมีน้ำเป็นตัวทำละลาย และในสภาวะที่มีแอมโมเนียความเข้มข้น 0.3%-0.5% ผสมอยู่ด้วย พบว่าสารละลายทั้งสองสภาวะมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต ส่วนสารละลายแอมโมเนียความเข้มข้น 0.3%-0.5% ที่ผสมอยู่ด้วยมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นกรณีของกรดระเหยง่ายที่เกิดขึ้นในน้ำยางซึ่งเก็บรักษาด้วยสารละลายแอมโมเนีย กรดระเหยง่ายที่เกิดขึ้นในน้ำยางจะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียเกิดเป็นเกลือแอมโมเนียมอะซิเตตขึ้น จะมีการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของแอมโมเนียมอะซิเตตเช่นเดียวกัน ปริมาณแอมโมเนียมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งได้ทำการศึกษาเพิ่มเติม ความเข้มข้นของสารละลายเกลือแอมโมเนียมที่ปนอยู่ด้วยในสารละลายที่สภาวะซึ่งมีแอมโมเนียอยู่ปริมาณต่างๆ ในหัวข้อที่ 5.2.6 ต่อไป

5.2.6 สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต และ แอมโมเนียมลอเรต ในสารละลายแอมโมเนีย

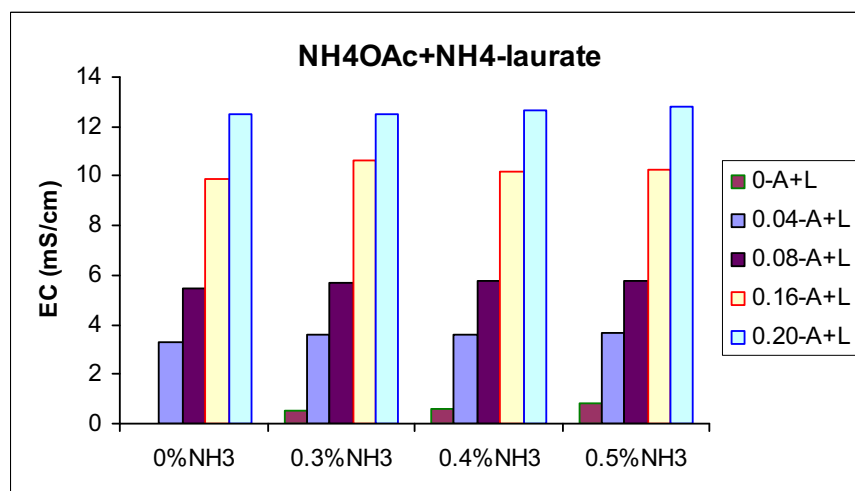
ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต แอมโมเนียมลอเรต และแอมโมเนียมลอเรตผสมร่วมกับแอมโมเนียมอะซิเตต ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในสารละลายแอมโมเนีย ดังแสดงในรูปที่ 10-12



รูปที่ 10 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย แอมโมเนียมอะซิเตท (AA) ความเข้มข้น 0 , 0.4, 0.08, 0.16 และ 0.2 M ในสารละลายแอมโมเนียมความเข้มข้นต่างๆ



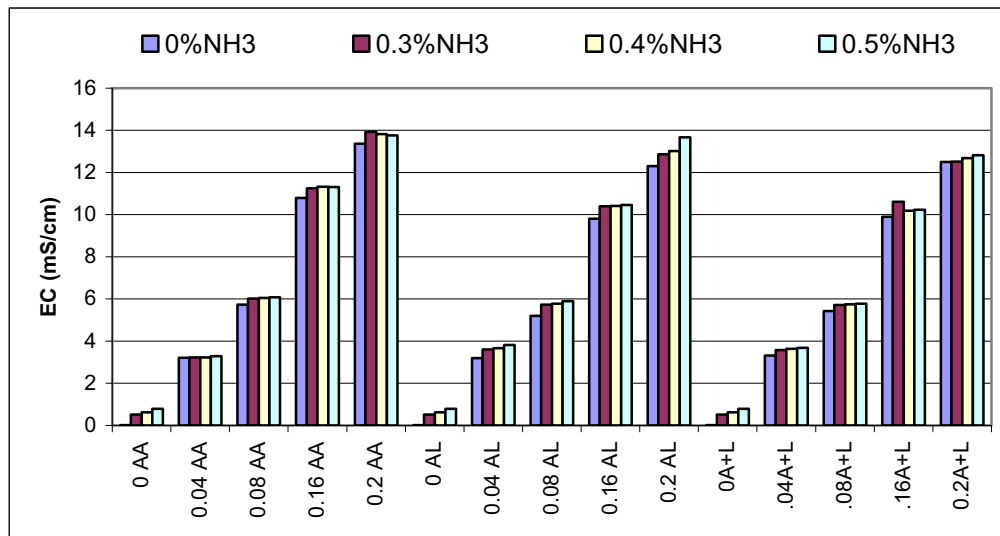
รูปที่ 11 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย แอมโมเนียมลอเรต (AL) ความเข้มข้น 0 , 0.4, 0.08, 0.16 และ 0.2 M ในสารละลายแอมโมเนียมความเข้มข้นต่างๆ



รูปที่ 12 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแอมโมเนียมลอเรต ผสมรวมกับแอมโมเนียมอะซิเตท (A+L) ที่ความเข้มข้น 0 , 0.4, 0.08, 0.16 และ 0.2 M ในสารละลายแอมโมเนียมความเข้มข้นต่างๆ

จากรูปที่ 10-12 สารละลายแอมโมเนียมความเข้มข้น 0, 0.2, 0.25 และ 0.3M (หรือ 0%, 0.34%, 0.42% และ 0.51% NH_3) หากไม่มีแอมโมเนียมลอเรต (AL) และ แอมโมเนียมอะซิเตท (AA) พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายมีค่าค่อนข้างต่ำอยู่ในช่วง 0.5-0.8 mS/cm แต่กรณีที่สารละลายแอมโมเนียมความเข้มข้นต่างๆ ผสมกับแอมโมเนียมลอเรต (AL), แอมโมเนียมอะซิเตท (AA) และแอมโมเนียมลอเรตปนอยู่กับแอมโมเนียมอะซิเตท (A+L) ความเข้มข้น 0, 0.04, 0.08, 0.16 และ 0.20 M ตามลำดับ พบว่า การนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ตามความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมลอเรต (AL) และ แอมโมเนียมอะซิเตท (AA) เนื่องจากสารละลายเกลือแอมโมเนียมสามารถแตกตัวในตัวเองได้ 100%

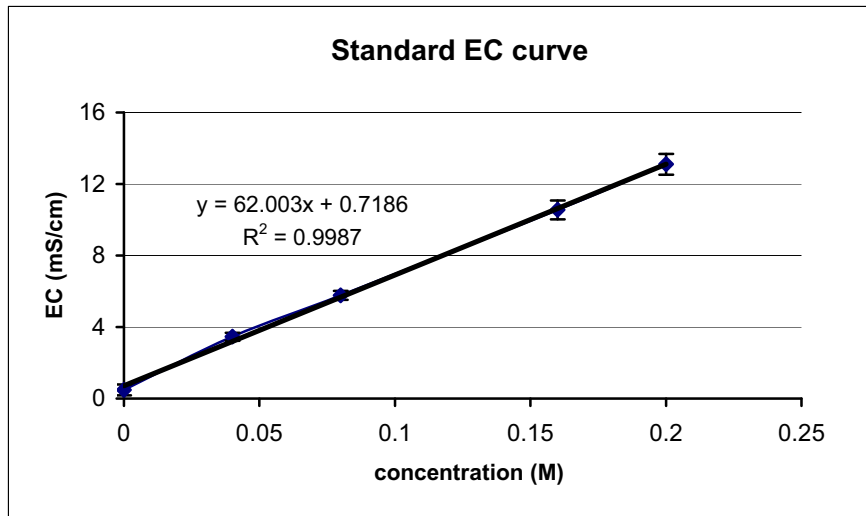
อย่างไรก็ตามสารละลายเกลือแอมโมเนียมที่มีความเข้มข้นเท่ากัน ซึ่งผสมอยู่ในสารละลายแอมโมเนียมความเข้มข้นต่างๆ (0%, 0.34%, 0.42% และ 0.51% NH_3) มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย แอมโมเนียมอะซิเตท (AA), แอมโมเนียมลอเรต (AL) และแอมโมเนียมลอเรต ผสมรวมกับแอมโมเนียมอะซิเตท (A+L) ในสารละลายแอมโมเนียม ความเข้มข้นต่างๆ

จากรูปที่ 13 สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท (AA), แอมโมเนียมลอเรต (AL) และแอมโมเนียมลอเรต ผสมรวมกับแอมโมเนียมอะซิเตท (A+L) มีความเข้มข้น 0, 0.4, 0.08, 0.16 และ 0.20 M ผสมอยู่ในสารละลายแอมโมเนียมความเข้มข้นต่างๆ (0%, 0.34%, 0.42% และ 0.51% NH_3) ซึ่งเป็นสภาวะเดียวกับน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย จะเห็นว่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท (AA), แอมโมเนียมลอเรต (AL) และแอมโมเนียมลอเรตผสมรวมกับแอมโมเนียมอะซิเตท (A+L) หากพิจารณาการนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละชุดหรือกลุ่มของสารละลายเกลือแอมโมเนียมที่มีความเข้มข้นต่างๆ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลายเกลือแอมโมเนียม แต่ความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมไม่มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

นำค่าการนำไฟฟ้าในรูปที่ 13 มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและการนำไฟฟ้า ได้ผลดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 กราฟมาตรฐานค่าการนำไฟฟ้าและความเข้มข้นเกลือแอมโมเนียมในสารละลายแอมโมเนีย

จากรูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของสารละลายเกลือแอมโมเนียม ความเข้มข้น 0-0.2 M เจือปนร่วมอยู่ในสารละลายแอมโมเนียที่ระดับความเข้มข้น 0-0.3 M (หรือ 0-0.5% NH_3) พบว่า สารละลายผสมที่ประกอบด้วยสารละลายแอมโมเนีย เกลือแอมโมเนียมของกรดไขมันที่มีโมเลกุลสั้น และเกลือของกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาวปนอยู่ด้วย ได้แก่ แอมโมเนียมอะซิเตท (AA) แอมโมเนียมลอเรต (AL) และแอมโมเนียมลอเรตผสมรวมอยู่กับแอมโมเนียมอะซิเตท (A+L) มีสถานะทำนองเดียวกับน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย และมีกรดระเหยง่าย หรือเกลือของสบู่แอมโมเนียมเกิดขึ้น สามารถใช้วิธีการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า เพื่อหาค่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือแอมโมเนียมที่มีเจือปนอยู่ โดยค่าการนำไฟฟ้าและความเข้มข้นของสารละลายมีความสัมพันธ์กันเป็นสมการเชิงเส้น ดังสมการคือ

$$y = 62.003x + 0.7186$$

โดย y = ค่าการนำไฟฟ้า

x = ค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง

ได้ค่าความเข้มข้นของสารที่เจือปนอยู่ มีค่าความน่าเชื่อถือ 99.9%

ดังนั้นรูปที่ 14 สามารถใช้เป็นกราฟมาตรฐานตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายเกลือแอมโมเนียมที่มีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกัน ในกรณีที่น้ำยางธรรมชาติเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณน้อยกว่า 0.25% NH_3 ในน้ำยาง 100 กรัม หรือ 0.42% ในส่วนของน้ำ 100 กรัมในน้ำยางที่มีความเข้มข้น 40% (หรือมี $\text{NH}_3 < 0.25\text{M}$ ในส่วนของน้ำในน้ำยาง) จะมีกรดระเหยง่ายเกิดขึ้นในน้ำยาง สามารถตรวจหาความเข้มข้นเฉลี่ยของสารที่เจือปน ซึ่งเป็นเกลือแอมโมเนียมของกรดไขมันที่มีโมเลกุลสั้น และเกลือของกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาว (ได้แก่ แอมโมเนียมอะซิเตท แอมโมเนียม ลอเรต หรือแอมโมเนียมลอเรตผสมรวมกับแอมโมเนียมอะซิเตท) ด้วยการวัดค่าการนำไฟฟ้าได้ แล้วแทนค่าในสมการ

5.3 การเก็บตัวอย่างน้ำยางสด

การเก็บตัวอย่างน้ำยางสดจากสวนยางพาราในเขตอำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี โดยไม่ใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยาง และใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยางด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ คือ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.6% NH_3 หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำยางสดจากสวนยางในช่วงวันแรก พบว่าน้ำยางที่ไม่ใส่สารละลายแอมโมเนียจะมีค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้น 3.45 ± 0.03 mS/cm ต่อจากนั้นค่าการนำไฟฟ้าจะลดลงเรื่อยๆ จนถึง 2.89 ± 0.02 mS/cm ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง แล้วน้ำยางจะค่อยๆ หนืดขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งน้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพ ช่วงนี้น้ำยางจะเริ่มจับตัวเป็นก้อน ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าได้ 6.16 ± 0.03 mS/cm. ซึ่งค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากในน้ำยางมีกรดระเหยง่ายเกิดขึ้นในน้ำยาง

ตรวจสอบเซรุ่มของน้ำยางด้วยเครื่อง HPLC พบว่า เซรุ่มของน้ำยางสดที่ยังไม่สูญเสียสภาพ พบว่ามีกรดฟอร์มิก และกรดอะซิติกปริมาณ 3.67% และ 4.36% ตามลำดับ ส่วนเซรุ่มของน้ำยางสดที่จับตัวหลังจากเก็บรักษาดด้วยแอมโมเนีย 0.2% และ 3% เป็นเวลานาน 3 เดือน พบว่า ในเซรุ่มประกอบด้วยกรดอะซิติก ปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ กรดบิวไทริก กรดโพรไพโอนิก และกรดฟอร์มิก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดระเหยง่ายที่มีอยู่ในน้ำยาง

Acid in serum	Formic acid	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid
Coag-E2 (%)	0.93	48.24	4.36	20.71
Coag-E3 (%)	1.30	41.84	5.27	18.95

น้ำยางที่เก็บไว้นาน จะมีกรดระเหยง่ายเกิดเพิ่มมากขึ้นในน้ำยาง ทำให้น้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพ อนุภาคยางจับตัวเป็นก้อน เกิดเซรุ่มขึ้น มีกลิ่นเหม็น และน้ำยางอาจมีราดำเกิดขึ้นด้วย เนื่องจากในน้ำยางมีโปรตีนอยู่ สำหรับเซรุ่มของน้ำยางที่จับตัวแล้ว มีกรดระเหยง่ายเกิดขึ้นปริมาณแตกต่างกัน ตามปริมาณแอมโมเนียที่ใช้เก็บรักษาน้ำยาง นอกจากนี้ น้ำยางที่เก็บรักษาดด้วยแอมโมเนียปริมาณที่สูงขึ้น จะสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้นตามปริมาณของแอมโมเนียที่ใส่ในน้ำยาง

5.4 สมบัติทั่วไปพื้นฐานของน้ำยาง

น้ำยางสดเก็บตัวอย่างจากสวนยางพารา นำตัวอย่างน้ำยางมาตรวจสอบสมบัติทั่วไป ตามมาตรฐานสากล พบว่าเนื้อยางแห้งในน้ำยาง (DRC) มีค่า $35.53 \pm 0.15\%$ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยาง (TSC) มีค่า $39.55 \pm 0.08\%$ ความแตกต่างระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยาง กับปริมาณเนื้อยางแห้ง มีปริมาณสูงประมาณ 4% แสดงว่า ในน้ำยางสดนอกจากอนุภาคของยางที่เป็นสารอินทรีย์ในน้ำยางแล้ว มีสิ่งเจือปนอื่นที่เป็นของแข็งพวกสารอินทรีย์และอนินทรีย์ปะปนอยู่อีกในน้ำยางค่อนข้างมาก ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และ เรซิน รวมทั้งมีอ็อกซิเจนของโลหะหนักเจือปนอยู่ด้วย (เสาวนีย์, 2547) ทำให้หลังจากเก็บน้ำยางไว้ระยะหนึ่ง น้ำยางจะมีค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น น้ำยางสดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.78 ± 0.01 ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) ของน้ำยางสดที่เก็บในสวนยางได้ 3.45 ± 0.03 mS/cm หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำยางสดด้วยสารละลายแอมโมเนียปริมาณต่างๆ (0.1%-0.6% NH_3) พบว่า

ค่าอัลคาไลน์ (Alkalinity) มีค่าเท่ากับ 0.05%, 0.13%, 0.25%, 0.34% และ 0.59% โดยน้ำหนักน้ำยาง หรือ ค่าอัลคาไลน์ มีค่า 0.08%, 0.22%, 0.42%, 0.57% และ 0.98 % ในส่วนของน้ำ 100 กรัมในน้ำยาง หรือ แอมโมเนียในน้ำยางในส่วนของน้ำ มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.05, 0.13, 0.25, 0.33 และ 0.58 M) *

หมายเหตุ * น้ำยางมี TSC = 40% ดังนั้น ความเข้มข้นของแอมโมเนีย = $0.59 \times 100 / 60 / 100 \times 1000 / 17 = 0.58 \text{ M}$

สำหรับในรายงาน จะเสนอผลการทดลองโดยการระบุชนิดของน้ำยางตามค่าอัลคาไลน์ที่ตรวจวัดได้ เป็นเปอร์เซ็นต์ของแอมโมเนียในน้ำยาง 100 กรัม (%NH₃ in latex)

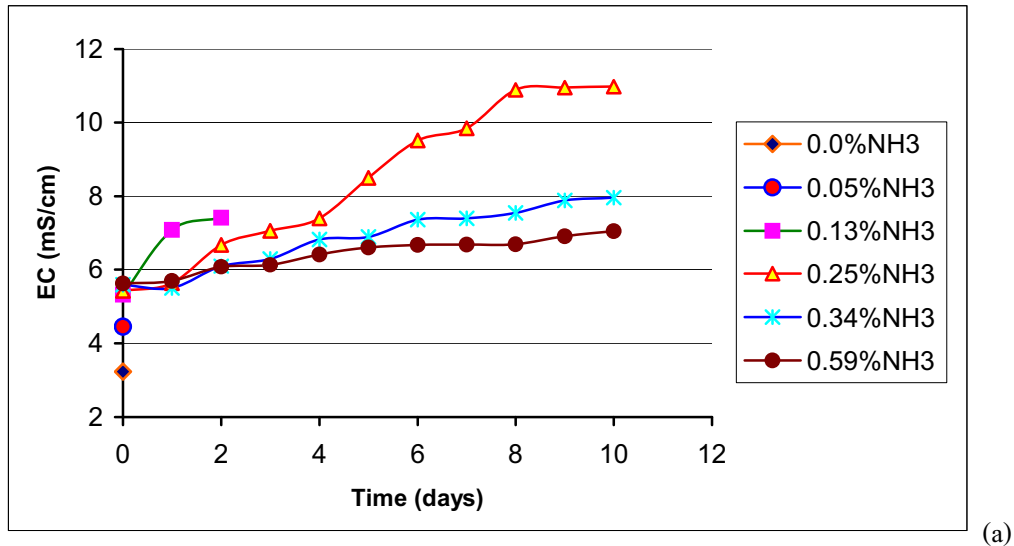
5.5 การเก็บน้ำยางที่ระยะเวลาต่างๆ

น้ำยางสดจากสวนยางในเขตอำเภอโคกโพธิ์ (ไม่ใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยาง) และเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณ 0.1-0.6% พบว่าน้ำยางสดมีค่าอัลคาไลน์เท่ากับ 0.05%, 0.13%, 0.25%, 0.34% และ 0.59% โดยน้ำหนักน้ำยาง นำตัวอย่างน้ำยางสดมาตรวจสอบสมบัติต่างๆ คือ การนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดระเหยง่าย (VFA) ซึ่งมีอยู่ในน้ำยางได้ผลดังนี้

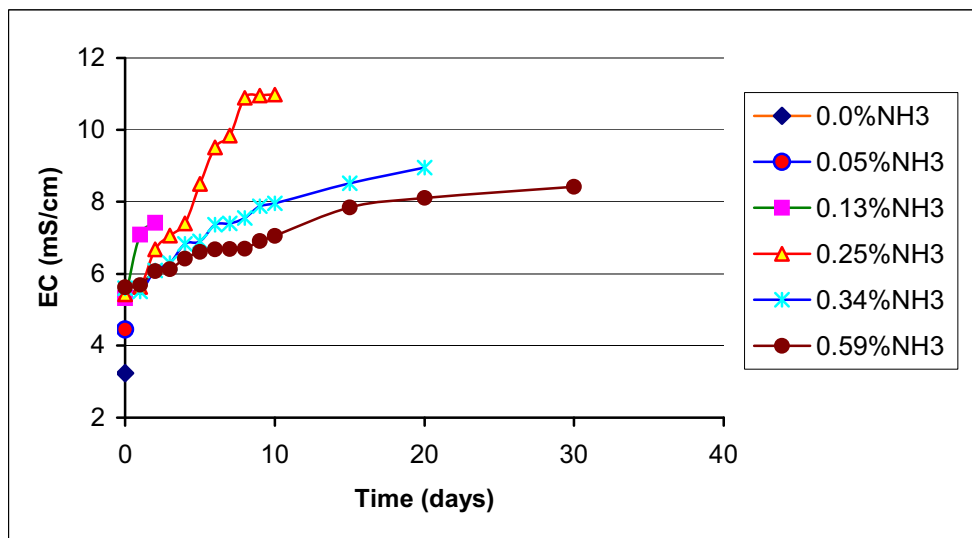
5.5.1 ผลของแอมโมเนียต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยาง

น้ำยางสดที่เก็บจากสวนยางไม่ใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยาง มีค่าการนำไฟฟ้า $3.45 \pm 0.03 \text{ mS/cm}$ หลังจากใส่ 0.05%, 0.13%, 0.25%, 0.34% และ 0.59% NH₃ พบว่า การนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารละลายแอมโมเนียที่ใส่ คือ มีค่า 4.45 ± 0.03 , 5.32 ± 0.02 , 5.42 ± 0.02 , 5.59 ± 0.03 และ $5.62 \pm 0.03 \text{ mS/cm}$ ตามลำดับ ดังรูปที่ 15 (a) สำหรับน้ำยางที่ไม่ใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยาง และใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยางปริมาณ 0.05% NH₃ พบว่า น้ำยางจะเกิดการสูญเสียสภาพจับตัวเป็นก้อนภายในเวลา 6 -12 ชั่วโมง และการนำไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจาก การไม่ใส่สารเคมีเก็บรักษาสภาพน้ำยาง หรือใส่แอมโมเนียในปริมาณที่น้อยเกินไป (0.05% NH₃) ทำให้น้ำยางมีช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Blackley, 1997) แบคทีเรียจะกินสารอาหารในน้ำยาง และให้สารที่เป็นกรดที่ระเหยได้ในน้ำยาง เช่น กรดฟอร์มิกและกรดอะซิติก เป็นต้น ดังนั้นการนำไฟฟ้าในน้ำยางจึงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งน้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพภายใน 1 วัน ส่วนน้ำยางที่เก็บรักษาด้วย 0.13% NH₃ น้ำยางจะเกิดการสูญเสียสภาพในวันที่ 2

สารละลายแอมโมเนียที่เติมลงไปในน้ำยาง จะเกิดการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างอออนที่มีอยู่ในน้ำยาง ได้แก่ แมกนีเซียมอออน (Mg⁺²) หรืออออนของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำยาง ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามสิ่งเจือปนที่มีประจุบวกในน้ำยางมีปริมาณน้อยมาก จึงไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าที่ชัดเจนช่วงเริ่มต้น ต่อจากนั้นค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียในปริมาณน้อยจะมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และการนำไฟฟ้าจะมีค่าสูงกว่าน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณที่สูง (0.34-0.59% NH₃) สำหรับน้ำยางที่เก็บรักษาด้วย 0.05-0.13% NH₃ พบว่าในช่วงเวลา 1-2 วัน การนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังรูปที่ 15 แล้วน้ำยางจะเกิดการสูญเสียสภาพ และจับตัวเป็นก้อนในเวลาต่อมา เนื่องจากมีกรดระเหยง่ายเกิดขึ้นในน้ำยาง



(a)



(b)

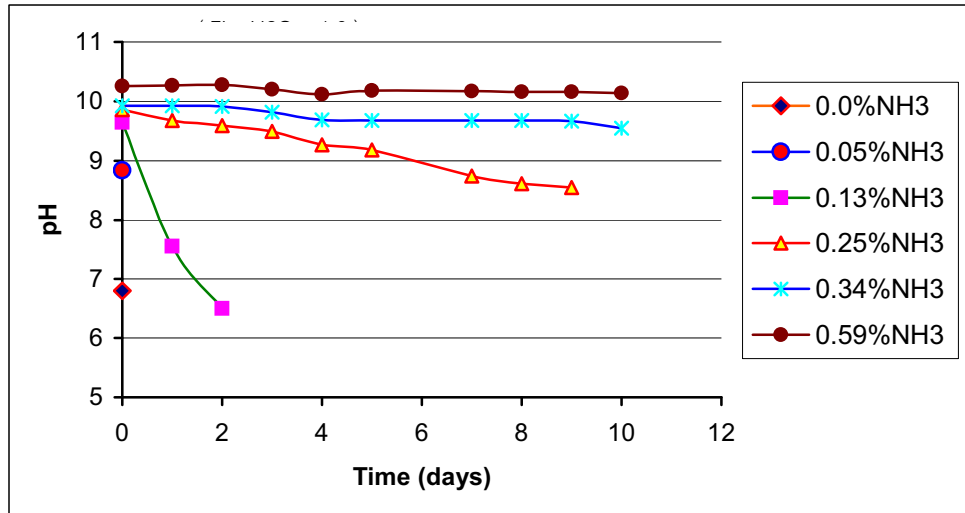
รูปที่ 15 การนำไฟฟ้าของน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ต่อเวลาในการเก็บรักษา

(a) : เวลาเก็บ 0 - 10 วัน ; (b) : เวลาเก็บ 0 - 30 วัน

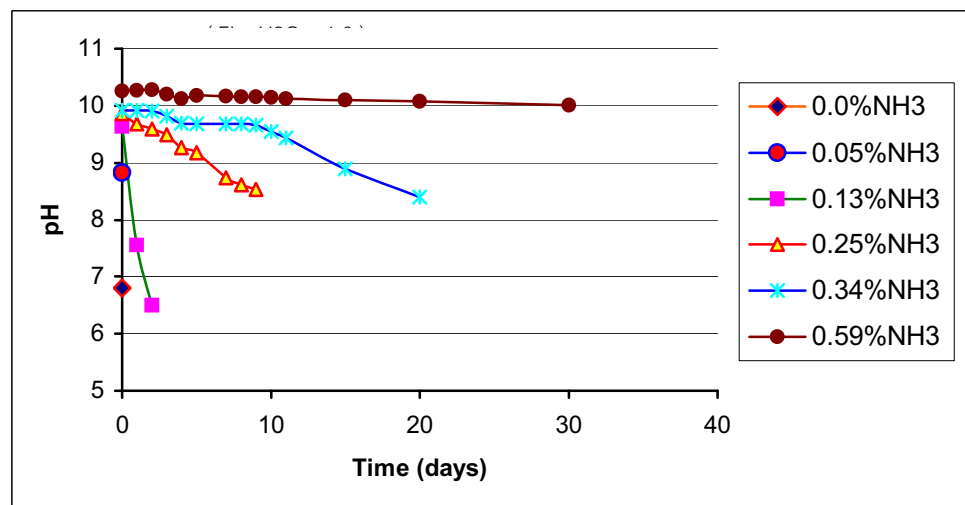
จากรูปที่ 15 (a) ช่วงวันที่ 1-10 วัน ของการเก็บรักษาน้ำยางด้วย 0.25% NH₃ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นค่อนข้างสม่ำเสมอ จนกระทั่งน้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพ ส่วนน้ำยางที่เก็บรักษาด้วย 0.34-0.59% NH₃ มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วง 10 วันแรกของการเก็บรักษา โดยน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณที่น้อยกว่าจะมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในอัตราที่เร็วกว่า เนื่องจากแอมโมเนียมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้น้อยกว่า ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณมากจะมีค่าการนำไฟฟ้าค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ เนื่องจากมีเกลือแอมโมเนียมของสบู่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ นั่นเอง (เสาวนีย์และคณะ, 2550) ดังนั้นหากต้องการเก็บรักษาน้ำยางในระยะเวลาที่นานขึ้น ต้องใช้สารละลายแอมโมเนียในปริมาณที่สูงขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าจะค่อย ๆ สูงขึ้นหลังจากเก็บไว้ ดังรูปที่ 15 (b) กรณีที่น้ำยางสดมีสารเคมีเก็บรักษาน้ำยางในปริมาณที่มากเพียงพอ ช่วง pH ของน้ำยางไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ

แบคทีเรีย จะไม่เกิดกรดที่ระเหยได้ในน้ำยางเพิ่มขึ้น แต่จะค่อยๆ มีสบู่ออกขึ้นในน้ำยางแทน ค่าการนำไฟฟ้าจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เช่นเดียวกัน โดยไอออนที่เพิ่มขึ้น จะเป็นไอออนของเกลือแอมโมเนียมที่เกิดขึ้นในน้ำยาง

5.5.2 ผลของแอมโมเนียต่อค่า pH ของน้ำยาง



(a)



(b)

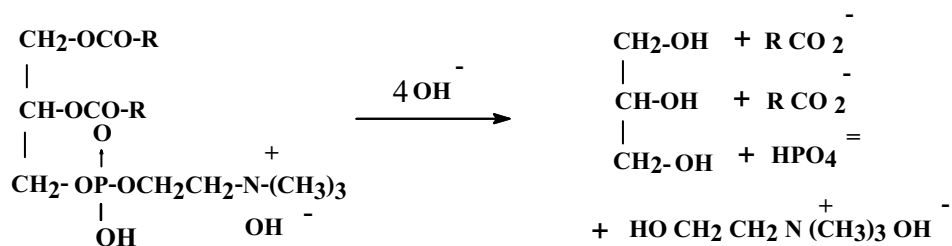
รูปที่ 16 ค่า pH ของน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ต่อเวลาในการเก็บรักษา

(a) : เวลาเก็บ 0 - 10 วัน ; (b) : เวลาเก็บ 0 - 30 วัน

จากรูปที่ 16 (a) ผลของปริมาณแอมโมเนียต่อค่า pH ของน้ำยาง จะเห็นว่าน้ำยางสดที่กรีดจากต้นยางไม่ใส่สารละลายแอมโมเนียมีค่า pH 6.8 ± 0.1 แต่หลังจากใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยาง 0.05%, 0.13%, 0.25%, 0.34% และ 0.59% NH₃ โดยน้ำหนักน้ำยาง พบว่าน้ำยางมีความเป็นเบสเพิ่มขึ้น มีค่า pH เท่ากับ 8.83, 9.64, 9.86, 9.92 และ 10.26 ตามลำดับ โดย pH มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณของแอมโมเนียที่ใส่ เนื่องจากสารละลายแอมโมเนียมีสมบัติเป็นเบสอ่อน น้ำยางที่ใส่สารละลายแอมโมเนียจึงมีสภาพความเป็นเบสเพิ่มขึ้นด้วย ไอออนลบในน้ำยางจะ

มีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า pH และ การนำไฟฟ้าในน้ำยางมีค่าสูงขึ้น และไอออนลบตรงผิวของอนุภาคยางมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้พลังงานผลักระหว่างผิวของอนุภาคยางจะมีค่าสูงขึ้น อนุภาคของยางจะมีแรงผลักกัน ไม่เกิดการรวมตัวกันเป็นก้อน น้ำยางจึงมีความเสถียรเพิ่มขึ้นด้วย สามารถเก็บรักษาน้ำยางได้นานขึ้นตามปริมาณของแอมโมเนียที่มีค่าเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตามแอมโมเนียเป็นสารเคมีที่ระเหยได้ และเป็นเบสอ่อน มีค่าคงที่ของการแตกตัวค่อนข้างต่ำ ($K_b = 1.8 \times 10^{-5}$) (Chang, 2007) จึงมีไอออนที่แตกตัวเกิดขึ้นในน้ำยางปริมาณเพียงเล็กน้อย ดังนั้นค่า pH และค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจึงมีค่าเพิ่มขึ้นไม่มากนัก น้ำยางที่ใส่แอมโมเนียปริมาณน้อย (0.05% NH_3) จะเกิดการสูญเสียสภาพข้างข้างเร็ว ภายใน 6 ชั่วโมง เนื่องจากน้ำยางมีค่า pH อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (คือ ประมาณ 8) ซึ่งมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสูงขึ้น (Blackley, 1966) และกรดระเหยง่ายที่เกิดขึ้นในน้ำยางมีค่าสูงขึ้นด้วย (รูปที่ 17) ดังนั้นในทางปฏิบัติจะใส่แอมโมเนียการเก็บรักษาน้ำยางปริมาณ 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์ (Sekhar, 1976) โดยการเพิ่มปริมาณของแอมโมเนียในน้ำยาง มีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำยางลดลง เนื่องจากแอมโมเนียที่มีปริมาณมากขึ้น ทำให้ pH ของน้ำยางมีสภาพเป็นด่างเพิ่มขึ้น และน้ำยางคงสภาพความเป็นด่างได้ในระยะเวลาที่นานขึ้น ดังรูปที่ 16 (b) สภาพความเป็นด่างสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียซึ่งมีอยู่ในน้ำยางได้ ทำให้กรดระเหยง่ายซึ่งเกิดจากแบคทีเรียย่อยสลายสารอาหารในน้ำยางจะมีค่าต่ำลงด้วย นอกจากนี้ค่า pH ของน้ำยางจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำยางเนื่องจากในน้ำยางมีสารประกอบพวกไลปิด แอมโมเนียส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ในการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของฟอสโฟไลปิด และโปรตีน กลายเป็นอนุผลของกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ความยาวของโซ่ยาว เช่น พวก ฟอสโฟไลปิดชนิดแอลฟาเลซิธิน (α -Lecithin) ซึ่งเกาะอยู่บนผิวของอนุภาคยางซึ่งเกิดการไฮโดรไลซิส (Blackley, 1997) ดังสมการ



การไฮโดรไลซิสของ ฟอสโฟไลปิด ชนิด α -Lecithin

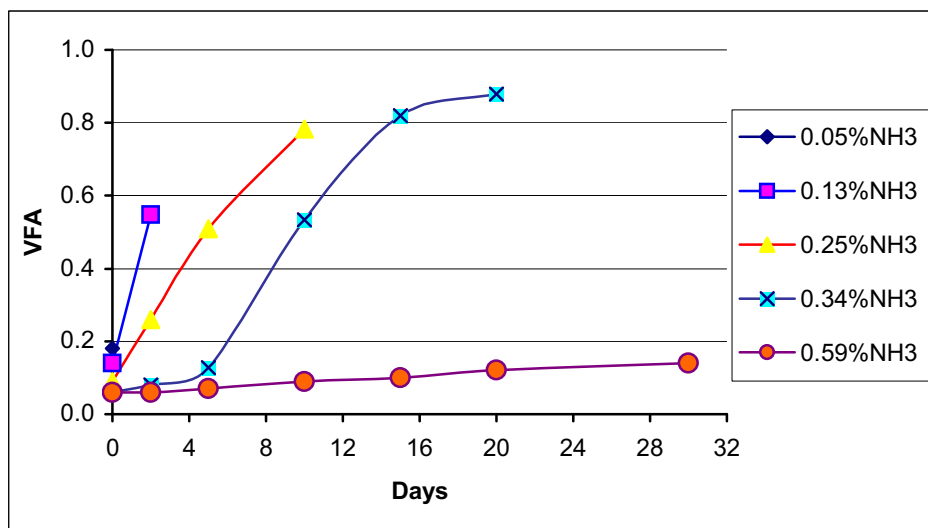
อนุผลกรดที่เกิดขึ้นนี้ ได้แก่ กรดสเตียริก กรดโอเลอิก และกรดอะมิโนเป็นต้น จะเข้าไปแทนที่โปรตีนซึ่งห่อหุ้มตรงผิวของอนุภาคยาง ต่อจากนั้นโลหะไอออนซึ่งมีอยู่ในน้ำยาง เช่น แคลเซียมไอออน หรือแมกนีเซียมไอออนซึ่งมีประจุบวก จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับไอออนลบของกรดไขมันตรงบริเวณผิวของอนุภาคยาง ทำให้เกิดเป็นเกลือของโลหะซึ่งไม่ละลายน้ำ พลังงานผลักระหว่างผิวของอนุภาคยางลดลง น้ำยางจะค่อยๆ หนืดขึ้น จนในที่สุดอนุภาคยางรวมตัวเป็นก้อน น้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพ (Woo, 1973)

การใส่แอมโมเนียปริมาณ 0.13% โดยน้ำหนักนํ้ายาง พบว่า pH ของนํ้ายางมีค่าลดต่ำลงค่อนข้างเร็วมากในช่วง 1-2 วัน และนํ้ายางจะเริ่มเกิดการสูญเสียสภาพที่ช่วง pH ประมาณ 8 ซึ่งเป็นช่วงที่แบคทีเรียที่คงเหลืออยู่ในนํ้ายางเกิดการเจริญเติบโตได้ดี ลักษณะของนํ้ายางที่สูญเสียสภาพ จะค่อยๆ หนืดขึ้น จนในที่สุดนํ้ายางจะเกิดการจับตัวเป็นก้อน ตรวจวัดค่า pH ของนํ้ายางลดลงเหลือ 6.5 แสดงว่าต้องมีกรดเกิดขึ้นในนํ้ายาง ซึ่งเป็นกรดระเหยง่ายที่เกิดจากจุลินทรีย์ในนํ้ายาง ค่า pH ในนํ้ายางจึงลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว และค่าการนำไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในอัตราค่อนข้างเร็วด้วย ส่วนการใส่แอมโมเนียในปริมาณที่สูงขึ้น 0.25-0.59% ค่า pH ของนํ้ายางจะเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ตามปริมาณของแอมโมเนียที่มีอยู่ในนํ้ายาง หากมีกรดระเหยง่ายเกิดขึ้นในนํ้ายาง ค่า pH จะลดลงเร็วขึ้น

เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานํ้ายางเท่ากัน จะเห็นว่านํ้ายางที่ใส่แอมโมเนียในปริมาณที่ต่ำ จะมีค่า pH ลดลงเร็วกว่านํ้ายางที่มีแอมโมเนียในปริมาณสูงกว่า ให้ผลสอดคล้องกับปริมาณของกรดที่ระเหยได้ง่ายที่เกิดขึ้นในนํ้ายาง คือ นํ้ายางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณน้อยจะมีกรดที่ระเหยได้เกิดขึ้นปริมาณมาก ได้แก่ กรดฟอรั่มิก กรดอะซิติก และกรดโพรไพโอนิก ซึ่งกรดระเหยง่ายที่เกิดขึ้นในปริมาณสูง มีผลให้ค่า pH ของนํ้ายางลดต่ำลง

5.5.3 ผลของแอมโมเนียต่อกรดระเหยง่ายในนํ้ายาง

นํ้ายางสดจากสวนซึ่งเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณ 0.05%, 0.13%, 0.25%, 0.34% และ 0.59% NH_3 โดยน้ำหนักนํ้ายาง นำมาตรวจสอบปริมาณกรดระเหยง่ายที่เกิดขึ้นในนํ้ายางในระยะเวลาต่างๆ ที่เก็บรักษา ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 17



รูปที่ 17 ค่า VFA ของนํ้ายางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ต่อเวลาในการเก็บรักษา

จากรูปที่ 17 จะเห็นว่าปริมาณกรดระเหยง่าย (VFA) ที่มีอยู่ในน้ำยาง ขึ้นอยู่กับ ปริมาณแอมโมเนีย และระยะเวลาในการเก็บรักษาน้ำยาง โดยแอมโมเนียปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้น มีผลให้อัตราการเพิ่มขึ้นของ VFA ลดลง เพราะแอมโมเนียมีสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตแบคทีเรีย (เสาวนีย์, 2547) น้ำยางสดที่เก็บรักษาตั้งแต่เริ่มต้นจากสวนยาง จะทำให้มีค่า VFA ต่ำ ($VFA = 0.03$) หากเริ่มต้นเก็บรักษาน้ำยางไม่ดี จะมี VFA ในน้ำยางเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น อย่างไรก็ตามการใช้แอมโมเนียในปริมาณต่ำ 0.05% โดยน้ำหนักน้ำยาง มีผลให้น้ำยางค่อยๆ หนืดขึ้น และน้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพในระยะเวลาที่สั้นมาก ภายใน 12 ชั่วโมง พบว่า VFA มีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ($VFA = 0.2$) เนื่องจากน้ำยางมี pH อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ($pH = 8$) สำหรับน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณ 0.13% โดยน้ำหนักน้ำยาง พบว่าในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาน้ำยางไว้ VFA จะมีค่าสูงขึ้นอย่างมากเช่นเดียวกัน ($VFA = 0.5$) แสดงว่าแอมโมเนียปริมาณน้อยเกินไปจะไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ และน้ำยางจะเกิดการสูญเสียสภาพภายใน 2 วัน

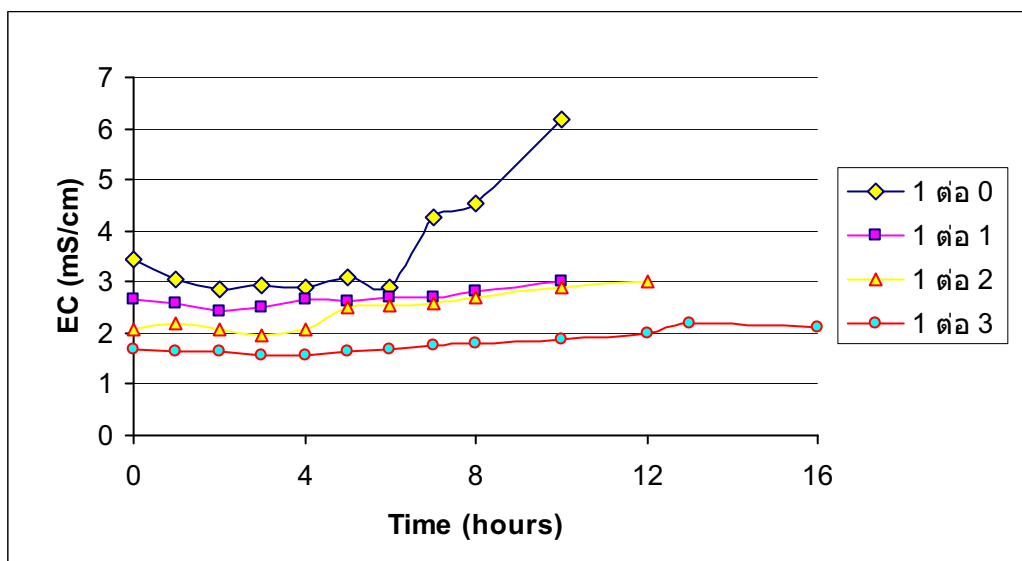
การเก็บรักษาน้ำยางด้วยแอมโมเนียปริมาณ 0.25% โดยน้ำหนักน้ำยาง ค่า VFA จะเพิ่มขึ้นค่อนข้างรวดเร็วในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นในอัตราเร็วค่อนข้างคงที่จนกระทั่งน้ำยางสูญเสียสภาพภายในเวลา 10 วัน หากแอมโมเนียเพิ่มปริมาณเป็น 0.34% พบว่า VFA จะมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในช่วง 2 วันแรก และค่า VFA จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 10 ของการเก็บ หลังจากเก็บน้ำยางไว้เวลา 14 วัน พบว่าน้ำยางสดจะเกิดการสูญเสียสภาพในลักษณะที่น้ำยางค่อยๆ หนืดขึ้น ส่วนการใส่แอมโมเนียปริมาณ 0.59% พบว่า VFA มีค่าค่อนข้างคงที่ในช่วงแรก สามารถเก็บรักษาน้ำยางได้นาน (> 30 วัน) เนื่องจากน้ำยางมีแอมโมเนียมีปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้เกิดการไฮโดรไลซิสของฟอสโฟไลปิด เกิดเป็นกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาวไปห่อหุ้มที่ผิวของอนุภาคยางทำให้น้ำยางไม่เกิดการรวมตัวกัน (Blackley, 1997)

สำหรับค่า VFA เริ่มต้นของน้ำยางไม่เท่ากับศูนย์ ถึงแม้ว่าจะเก็บรักษาน้ำยางด้วยแอมโมเนียในปริมาณสูงถึง 0.40% แสดงว่าในช่วงเริ่มต้นหลังจากกรีดยางและน้ำยางไหลออกจากต้นยางแล้ว แบคทีเรียในอากาศและจากเปลือกของต้นยางจะลงไปปนน้ำยาง เพื่อกินสารอาหารซึ่งไม่ใช่ยาง เช่น น้ำตาลและโปรตีน ทำให้ปริมาณแบคทีเรียในน้ำยางเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว การที่แบคทีเรียกินสารอาหารในน้ำยางและเกิดการย่อยสลาย ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นจะให้สารซึ่งเป็นกรดที่ระเหยได้ มีขนาดของโมเลกุลเล็ก มีความยาวโซ่สั้น หากกรดระเหยง่ายที่เกิดขึ้นมาก ทำให้มีผลต่อค่า pH ของน้ำยางเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงในหัวข้อ 5.5.2 และน้ำยางจะเกิดการสูญเสียสภาพ อนุภาคยางรวมตัวกันเป็นก้อน (John, 1974) ดังนั้น เพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพของน้ำยาง ไม่ให้อนุภาคของเม็ดยางในน้ำยางเกิดการรวมตัวกันเองตามธรรมชาติ จึงใส่สารแอมโมเนียในปริมาณที่มากเพียงพอ ($> 0.4\%$) ลงไปในน้ำยางเพื่อเก็บรักษาน้ำยาง เมื่อใส่แอมโมเนียในปริมาณที่มากขึ้น จะสามารถลดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดีขึ้น และทำให้แบคทีเรียทำปฏิกิริยากับสารพวกคาร์โบไฮเดรตในน้ำยาง ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของแบคทีเรียได้น้อยลง ส่งผลให้ปริมาณกรดที่ระเหยได้ในน้ำยางลดลงด้วย

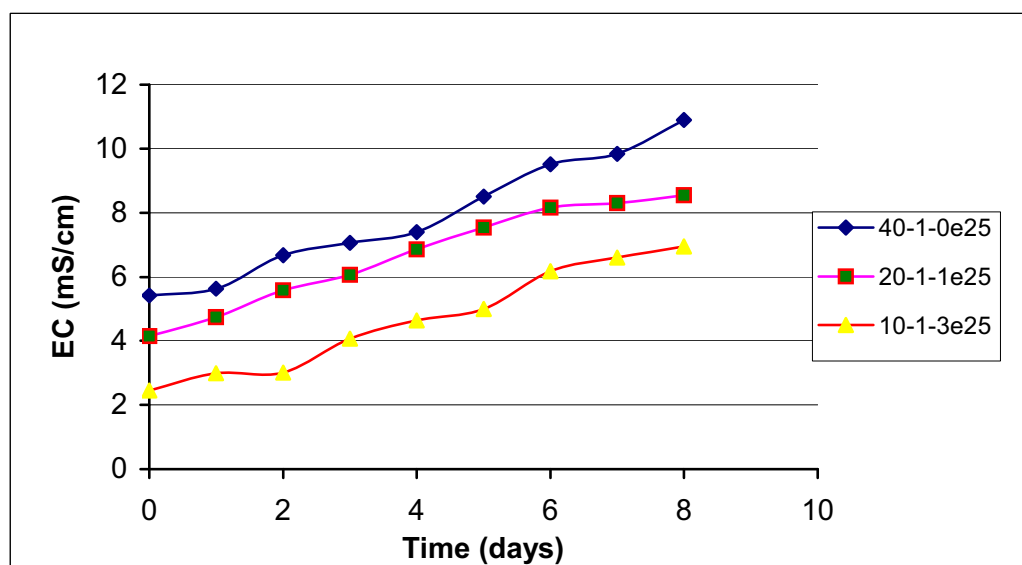
5.6 นํ้ายางธรรมชาติ และการเจือจางนํ้ายาง

5.6.1 ค่าการนำไฟฟ้าของนํ้ายางเจือจาง

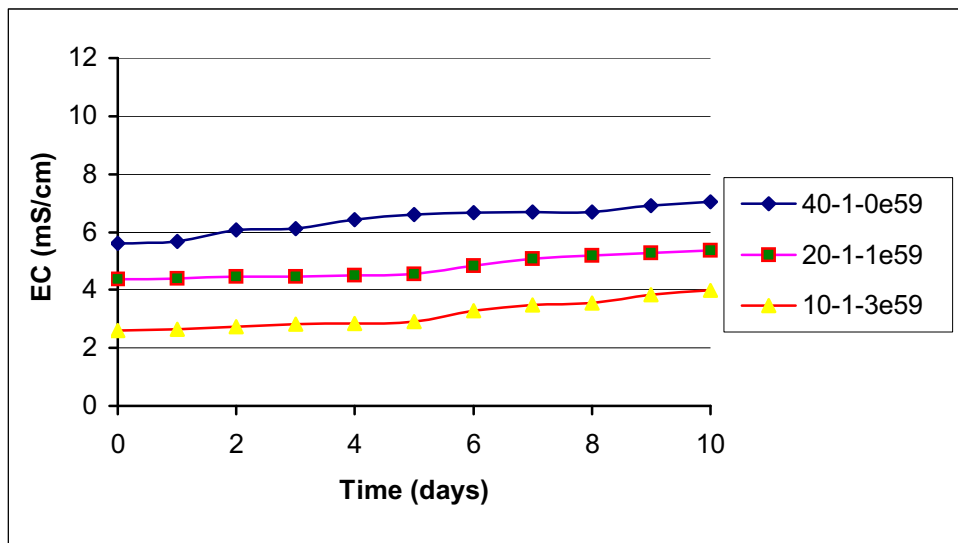
นํ้ายางสด (ความเข้มข้น = 40%) จากสวนยาง ไม่ใส่สารละลายแอมโมเนีย ทำให้มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 10-20% โดยการนำนํ้ายางนำมาเจือจางด้วยนํ้าที่ปราศจากประจุ ในอัตราส่วนต่างๆ คือ 1:0, 1:1, 1:3 โดยนํ้าหนัก แล้วตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปทุกชั่วโมง ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 18 ส่วนนํ้ายางสดที่เก็บรักษาคด้วย 0.25% และ 0.59% NH_3 นำมาเจือจางด้วยนํ้า มีความเข้มข้น 10, 20 และ 40 % มีค่าการนำไฟฟ้าของนํ้ายางที่เปลี่ยนแปลงไปทุกวัน ในระยะเวลา 10 วัน และ 30 วัน ดังแสดงในรูปที่ 19-20 และรูปที่ 21 ตามลำดับ



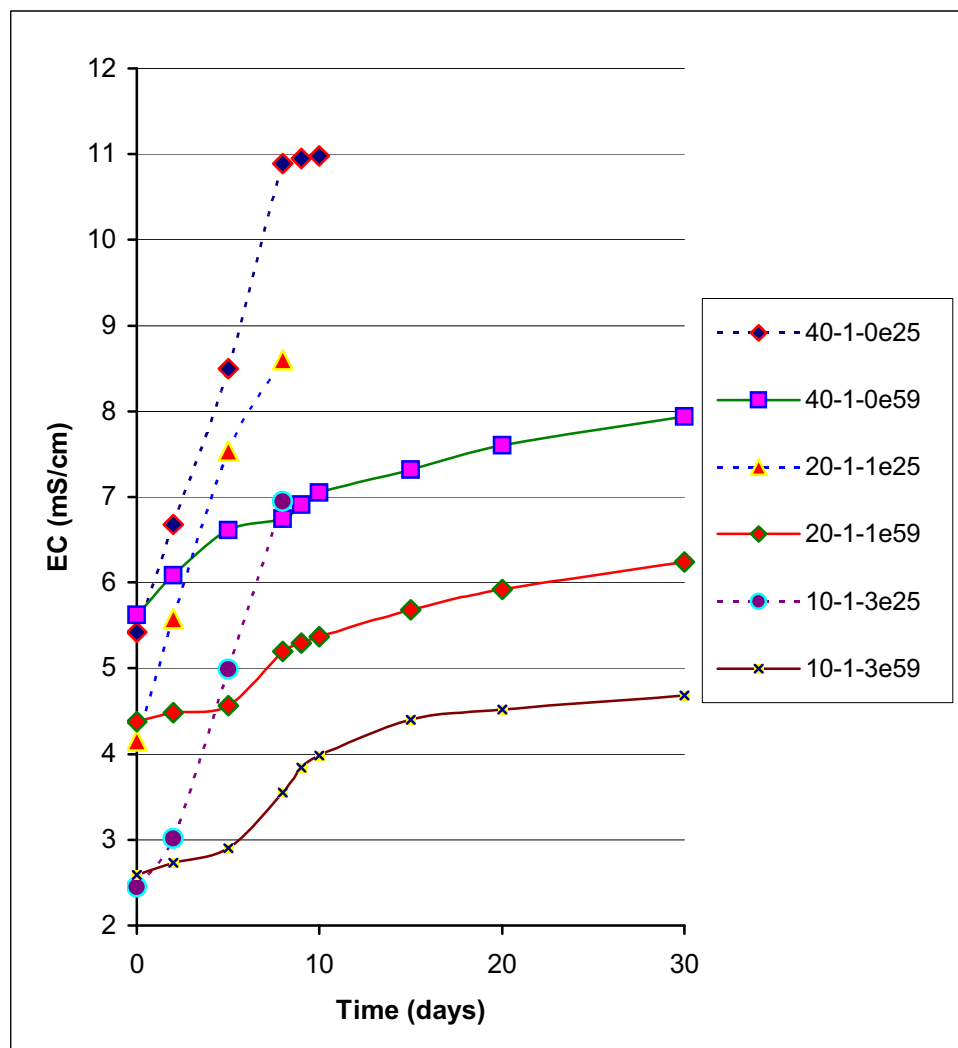
รูปที่ 18 นํ้ายางสด ไม่ใส่แอมโมเนีย และ เจือจางด้วยนํ้าสัดส่วนต่างๆ



รูปที่ 19 ค่าการนำไฟฟ้าของนํ้ายางสดที่เก็บรักษาคด้วย 0.25% NH_3 ความเข้มข้น 10, 20 และ 40 %



รูปที่ 20 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.59%NH₃ ความเข้มข้น 10, 20 และ 40 %



รูปที่ 21 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.025% และ 0.59%NH₃ ความเข้มข้น 10, 20 และ 40 %

จากรูปที่ 18 น้ำยางสด (ความเข้มข้น = 40%) จากสวนยาง ไม่ใส่สารละลายแอมโมเนีย ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าได้ 3.45 ± 0.03 mS/cm ค่าการนำไฟฟ้าจะลดลงเรื่อยๆ จนถึง 2.89 ± 0.02 mS/cm ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง ต่อจากนั้นน้ำยางจะค่อยๆ หนืดขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งน้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพ มีค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นเป็น 6.16 ± 0.03 mS/cm. การเจือจางน้ำยางด้วยน้ำ อัตราส่วน 1:1, 1:2, 1:3 จะได้น้ำยางที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 20, 13.3 และ 10% ตามลำดับ มีค่าการนำไฟฟ้าช่วงที่เริ่มเจือจางเท่ากับ 2.64 ± 0.03 , 2.06 ± 0.02 และ 1.68 ± 0.02 mS/cm ตามลำดับ และน้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพช้าลง หลังเก็บไว้ 10, 12 และ 16 ชั่วโมง ตามลำดับ แสดงว่าความเข้มข้นมีผลต่อความเสถียรและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยาง

สำหรับน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 0.25% และ 0.59% นำมาเจือจางด้วยน้ำ อัตราส่วน 1:0, 1:1, 1:3 จะได้น้ำยางที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 40, 20 และ 10% ตามลำดับ ตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางที่เจือจางได้ 5.42 ± 0.03 , 4.15 ± 0.02 , 2.45 ± 0.02 และ 5.62 ± 0.03 , 4.38 ± 0.03 , 2.59 ± 0.04 mS/cm. ตามลำดับ การนำไฟฟ้ามีค่าเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของน้ำยางและระยะเวลาในการเก็บรักษาน้ำยาง ค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาน้ำยาง ได้ผลดังรูปที่ 19-21 ตามลำดับ

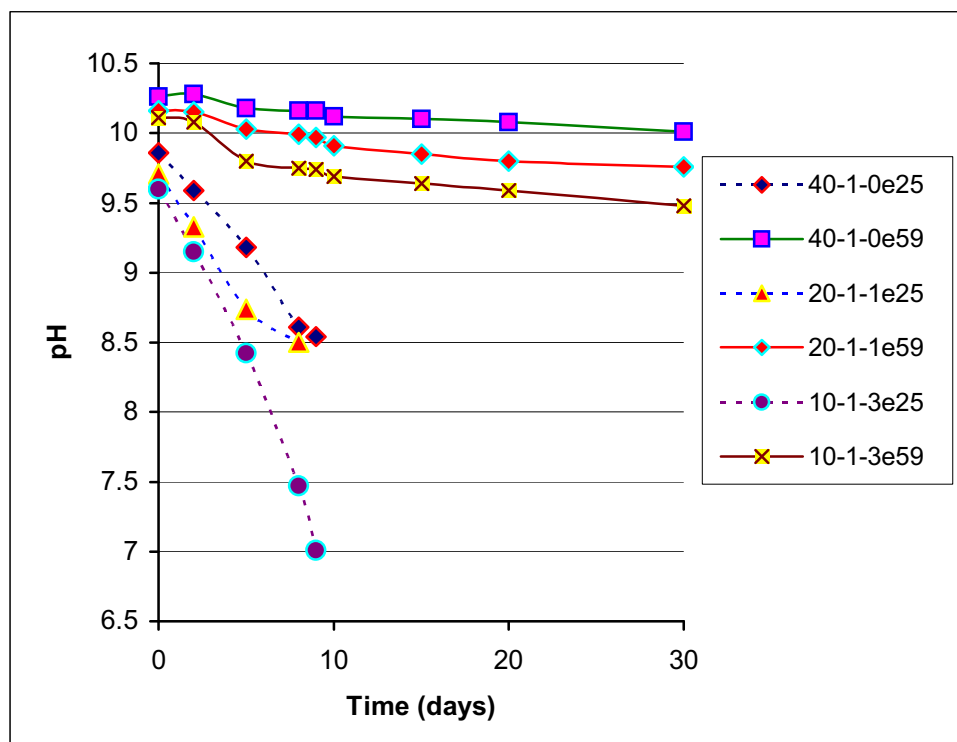
รูปที่ 19 น้ำยางสดเก็บรักษาด้วย 0.25% เจือจางด้วยน้ำอัตราส่วน 1:0, 1:1, 1:3 ตามลำดับ ตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางที่เจือจางได้ 5.42 ± 0.03 , 4.15 ± 0.02 , 2.45 ± 0.02 mS/cm. ตามลำดับ โดยน้ำยางที่มีความเข้มข้นมาก จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าน้ำยางที่มีความเข้มข้นน้อย (คือ $40\% > 20\% > 10\%$) อย่างไรก็ตามการเก็บน้ำยางเจือจางนี้ไว้ พบว่าน้ำยางมีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ส่วนรูปที่ 20 น้ำยางสดเก็บรักษาด้วย 0.59% NH_3 เจือจางด้วยน้ำอัตราส่วน 1:0, 1:1, 1:3 เช่นเดียวกัน พบว่าการนำไฟฟ้ามีค่าเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของน้ำยาง และระยะเวลาในการเก็บรักษาน้ำยางทำนองเดียวกัน คือ น้ำยางที่มีความเข้มข้นมาก จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าน้ำยางที่มีความเข้มข้นน้อย การเก็บน้ำยางไว้พบว่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างใกล้เคียงกัน

รูปที่ 21 น้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.025% และ 0.59% NH_3 ความเข้มข้นเท่ากับ 10, 20 และ 40% มีค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นและการเก็บน้ำยางไว้ ในช่วงเริ่มต้นของการเก็บน้ำยางไว้ น้ำยางที่ใส่แอมโมเนียปริมาณที่น้อย จะมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าน้ำยางที่ใส่แอมโมเนียปริมาณที่สูงกว่าเล็กน้อย แต่เมื่อเก็บน้ำยางไว้ระยะหนึ่ง จะพบว่าน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณที่ต่ำกว่า จะมีค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างเด่นชัด โดยน้ำยางที่มีแอมโมเนียปริมาณน้อยจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าการนำไฟฟ้ามากกว่าน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียที่มีปริมาณสูง เช่น ตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษาน้ำยางด้วย 0.25% NH_3 จะมีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่าน้ำยางที่เก็บรักษาด้วย 0.59% NH_3 เนื่องจากแบคทีเรียที่คงมีอยู่ในน้ำยางที่เก็บรักษาด้วย 0.25% NH_3 สามารถเจริญเติบโตได้ดี เกิดกรดระเหยง่ายขึ้นในน้ำยาง และน้ำยางจะเกิดการสูญเสียสภาพในเวลาสั้นกว่า เช่น หลังวันที่ 8 ของการเก็บ น้ำยางจะเริ่มหนืดและสูญเสียสภาพ ส่วนน้ำยางที่มีแอมโมเนียปริมาณที่มากกว่า (0.59% NH_3) มีความสามารถระงับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดีกว่า มีกรดระเหยง่ายเกิดขึ้นปริมาณที่น้อย ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตามปริมาณสบู่ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และน้ำยางสามารถเก็บได้ระยะเวลานาน

นอกจากนี้การเจือจางน้ำยางให้มีความเข้มข้นที่ต่ำมาก เช่นความเข้มข้นของน้ำยางช่วง 1-5 % พบว่าการเก็บน้ำยางไว้ระยะหนึ่งจะมีค่าการนำไฟฟ้าคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงอีกต่อไป แสดงว่าน้ำยางอยู่ในสภาวะที่สมดุล สารประกอบที่เจือปนอยู่ในน้ำยางจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือไม่มีปฏิกิริยาใดเกิดขึ้นอีกต่อไป

5.6.2 ค่า pH ของน้ำยางเจือจาง

น้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.25% และ 0.59% NH_3 นำมาเจือจางด้วยน้ำ มีความเข้มข้น 10, 20 และ 40 % ตรวจวัดค่า pH ของน้ำยางที่เปลี่ยนแปลงไปทุกวัน ในระยะเวลา 10 วัน และ 30 วัน ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 22



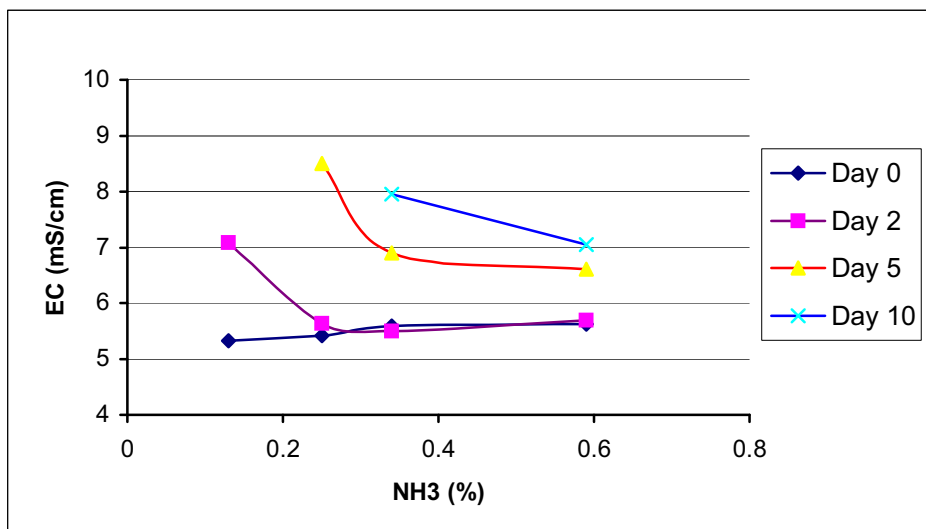
รูปที่ 22 ค่า pH ของน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.25% และ 0.59% NH_3 ความเข้มข้น 10, 20 และ 40 %

จากรูปที่ 22 ค่า pH ของน้ำยางที่เก็บรักษาด้วย 0.25% NH_3 มีความเข้มข้น 10, 20 และ 40% ตรวจพบค่า pH ช่วงเริ่มต้นไม่แตกต่างกันนัก ค่า pH จะค่อยๆ ลดลงหลังจากเก็บน้ำยางไว้ โดยน้ำยางที่มีความเข้มข้นน้อยจะมีอัตราการลดลงของค่า pH มากกว่า เนื่องจากน้ำยางที่เจือจาง มีความเข้มข้นน้อย มีแอมโมเนียและค่า pH ต่ำ หลังจากเก็บไว้เกิดกรดระเหยง่ายขึ้นในน้ำยาง ค่า pH ในน้ำยางจึงมีการลดต่ำลงอย่างรวดเร็วกว่า เมื่อน้ำยางมีค่า pH ลดลงประมาณ $\text{pH}=8$ พบว่าน้ำยางจะเริ่มสูญเสียสภาพ อนุภาคยางเกิดการจับตัวเป็นก้อน ทำนองเดียวกัน น้ำยางที่เก็บรักษาด้วย 0.59% NH_3 ที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 และ 40% พบว่า pH ของน้ำยางจะมีค่าค่อยๆ ลดต่ำลงตามระยะเวลาในการเก็บน้ำยางไว้ และน้ำยางที่มีความเข้มข้นน้อยจะมีการเปลี่ยนแปลงของค่า pH มากกว่า น้ำยางที่มีความเข้มข้นมาก อย่างไรก็ตามน้ำยางที่เก็บรักษาด้วย 0.59% NH_3 มีค่า pH เปลี่ยนแปลงไปในน้อยมาก น้ำยางคงมีสภาพเป็นด่าง ค่า $\text{pH} > 9$ ซึ่งจะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำยางได้

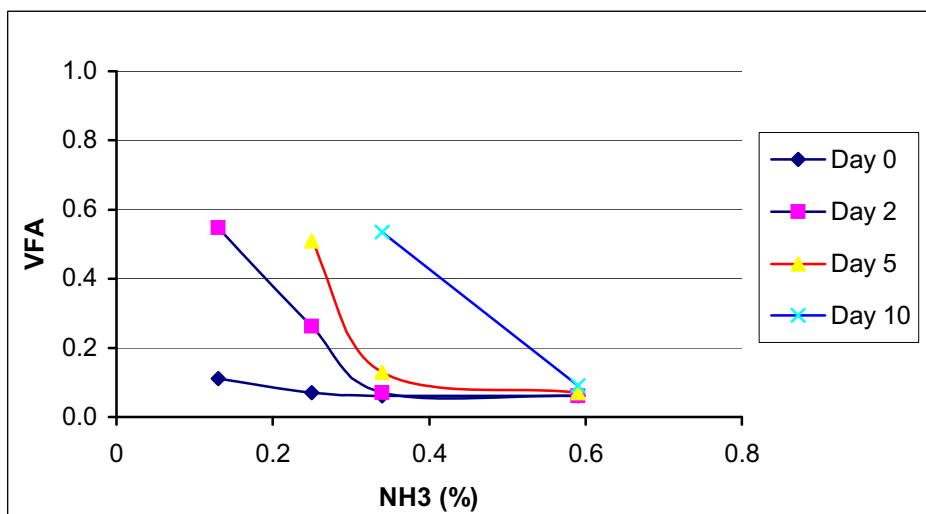
น้ำยางที่มีความเข้มข้นมาก pH มีค่าสูง จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงด้วย และค่า pH ของน้ำยางจะมีค่าค่อยๆ ลดต่ำลงตามระยะเวลาในการเก็บน้ำยางไว้ เนื่องจากแอมโมเนียบางส่วนถูกใช้ไปในปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของ ฟอสโฟไลปิดและโปรตีนที่มีอยู่ในน้ำยาง รวมทั้งแอมโมเนียบางส่วนระเหยออกไป และมีกรดระเหยง่ายเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในน้ำยาง จึงทำให้ค่า pH ของน้ำยางมีค่าลดลง และการเจือจางน้ำยางมีผลให้ค่า pH ของน้ำยางเปลี่ยนแปลงไปเร็วขึ้น โดยความเข้มข้นของน้ำยางมีค่าน้อยลง ทำให้ค่า pH มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ก็ไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนเหมือนการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า

5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า และกรดระเหยง่าย

น้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วย 0.13%, 0.25%, 0.34% และ 0.59% NH_3 ในช่วงของการเก็บน้ำยางไว้ วันแรก และวันที่ 2, 5 และ 10 วัน มีค่าการนำไฟฟ้า และ กรดระเหยง่ายในน้ำยางเปลี่ยนแปลงไป ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 23-25



รูปที่ 23 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ที่ระยะในเวลาที่ต่างๆ (0, 2, 5 และ 10 วัน)

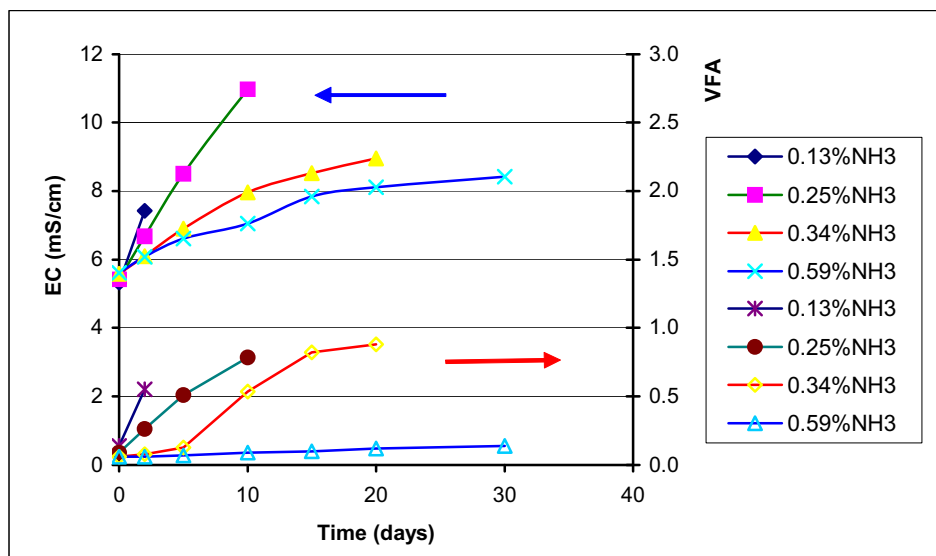


รูปที่ 24 ค่า VFA ของน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ที่ระยะเวลาต่างๆ (0, 2, 5 และ 10 วัน)

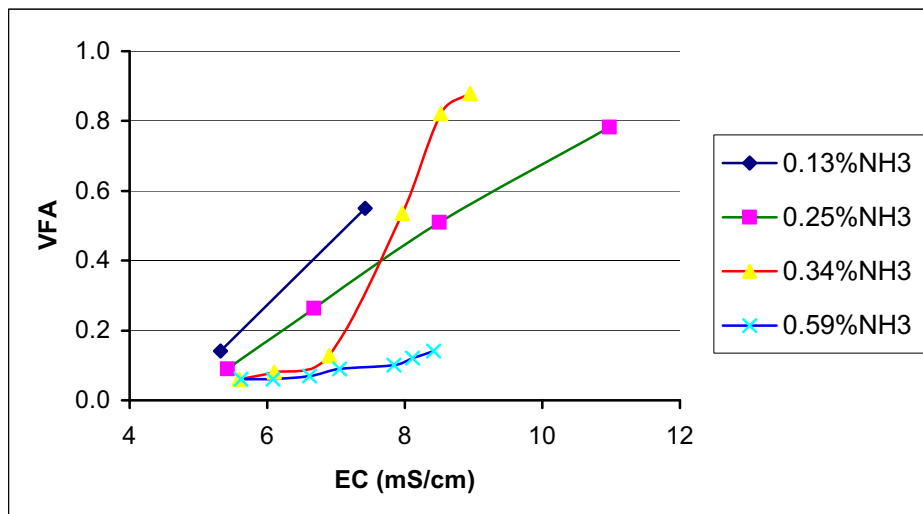
รูปที่ 23 การเก็บรักษาน้ำยางที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า โดยวันแรกที่เก็บน้ำยางมา น้ำยางมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุด หากเก็บน้ำยางไว้นานขึ้น น้ำยางที่มีแอมโมเนียปริมาณน้อย ($< 0.2\% \text{NH}_3$) จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นอย่างชัดเจนในวันที่ 2 ของการเก็บน้ำยางไว้ ซึ่งน้ำยางจะเริ่มสูญเสียสภาพ ในขณะที่น้ำยางซึ่งเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียในปริมาณที่สูงกว่าจะมีค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยมาก เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าในน้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 0.13%, 0.25%, 0.34% และ 0.59% โดยน้ำหนักน้ำยาง ในการเก็บรักษาน้ำยางไว้ช่วงสั้นๆ เป็นเวลา 2, 5 และ 10 วัน ตามลำดับ พบว่าน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณน้อย มีแนวโน้มค่าการนำไฟฟ้าที่สูงขึ้นมากกว่าน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณที่สูงกว่า แสดงว่าน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณที่มากกว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดีกว่า กรณีกระเหยง่ายที่เกิดขึ้นจะมีปริมาณที่น้อยกว่าด้วย

จากรูปที่ 24 น้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ (0-0.6% NH_3) ที่ระยะเวลา 0, 2, 5 และ 10 วัน พบว่ามีค่า VFA เปลี่ยนแปลงไปทำนองเดียวกับค่าการนำไฟฟ้า คือ น้ำยางสดที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณน้อย ($< 0.2\% \text{NH}_3$) จะมีค่า VFA เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แล้วน้ำยางจะเริ่มสูญเสียสภาพ ส่วนน้ำยางซึ่งเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียในปริมาณที่สูง มีค่า VFA เปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

จากรูปที่ 25 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า และ VFA ของน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ต่อเวลาในการเก็บรักษาในช่วงระยะเวลา 30 วัน จะเห็นว่าค่าการนำไฟฟ้าและ VFA ที่เปลี่ยนไปมีแนวโน้มทำนองเดียวกัน คือ น้ำยางมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จะพบว่า VFA ในน้ำยางมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในน้ำยาง แสดงถึงกรดระเหยง่ายที่เกิดขึ้นในน้ำยางด้วย ซึ่งการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า มีความนิยมใช้ในกระบวนการทางอุตสาหกรรม เพื่อตรวจหาความเข้มข้นของไอออนรวม (เช่น อีออนในสารประกอบที่ละลายในน้ำ) หรือตรวจวัดระดับความเข้มข้นในสารละลาย ซึ่งใช้เครื่องตรวจวัดอ่านค่าการนำไฟฟ้า ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย ตรวจวัดได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 25 ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า และ VFA ของน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณต่างๆ ต่อเวลาในการเก็บรักษา



รูปที่ 26 ความสัมพันธ์ของกรดระเหยง่ายที่ตรวจพบในน้ำยาง และค่าการนำไฟฟ้า

จากรูปที่ 26 ค่าการนำไฟฟ้าและกรดระเหยง่ายในน้ำยาง จะเปลี่ยนไปตามปริมาณของแอมโมเนียที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำยาง น้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณน้อย (0.13% หรือ 0.25% NH_3) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นแปรตาม VFA ของน้ำยาง โดยค่า VFA ของน้ำยางมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจาก มีกรดที่ระเหยได้เกิดขึ้นในน้ำยาง เกิดเป็นเกลือแอมโมเนียที่สามารถแตกตัวให้ประจุในน้ำยาง ค่าการนำไฟฟ้าจึงเพิ่มสูงขึ้นด้วย สำหรับการเก็บรักษาน้ำยางด้วยแอมโมเนียปริมาณที่สูงขึ้น (เช่น 0.34% NH_3) พบว่าช่วงเริ่มต้นเก็บรักษาน้ำยาง VFA ของน้ำยางมีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นช้าๆ จนถึงระยะเวลาหนึ่ง เช่น หลังการเก็บน้ำยางได้ 10 วัน จะเกิดกรดระเหยง่ายขึ้นในน้ำยาง ค่า VFA จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจาก แบคทีเรียในน้ำยางจะเริ่มเจริญเติบโต หากสารอาหารพวกโปรตีน คาร์โบไฮเดรตในน้ำยางลดน้อยลง อัตราการเพิ่มขึ้นของ VFA ในน้ำยางลดน้อยลง และการนำไฟฟ้าในน้ำยางจะมีค่าค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงต่อไป ส่วนการเก็บรักษาน้ำยางด้วยแอมโมเนียปริมาณมาก (0.59%) ในช่วงเริ่มต้นค่า VFA จะเปลี่ยนแปลงน้อยมากแต่ค่าการนำไฟฟ้าคงมีค่าเพิ่มสูงขึ้น แสดงว่าค่าการนำไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้ไม่ใช่เฉพาะกรดระเหยง่ายที่เกิดขึ้นเพียงอย่างเดียว แต่มีอิออนอื่นที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในน้ำยางด้วย เช่น กรดไขมันที่มีโมเลกุลยาว หรือสบูที่ เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิสของกรดไขมันโมเลกุลยาว (Blackley, 1997) หรือการเกิดกรดอะมิโนจากโปรตีนถูกย่อยสลายให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง ทำให้เกิดอิออนของเกลือแอมโมเนียมขึ้นในน้ำยาง ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียที่มีปริมาณสูงมีค่าสูงขึ้นได้

ค่าการนำไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้แสดงถึงจำนวนของอิออนทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำยาง หากค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เป็นอิออนที่เกิดจากสารละลายเกลือแอมโมเนียมของกรดไขมันที่มีโมเลกุลสั้น และโมเลกุลยาว เช่น แอมโมเนียมอะซิเตต และแอมโมเนียมลอเรต ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันไม่มากนัก (ดังหัวข้อที่ 5.2.6) จะพบว่าการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า มีแนวโน้มสามารถใช้เป็นแนวทางหนึ่งตรวจสอบสมบัติเบื้องต้นของน้ำยาง เช่นเดียวกับการหาค่า VFA ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวกรวดเร็ว ใช้เวลาน้อยไม่ก่นาที (<10 นาที) ไม่ต้องเสียสิ้นเปลืองค่าวัสดุ สารเคมี หรือค่าจ้างแรงงานในห้องปฏิบัติการ

6. สรุป

การวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางสด ทำให้ทราบว่าในน้ำยางมีไอออนเกิดขึ้นระหว่างการเก็บไว้ ความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องวัดการนำไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางได้ โดยน้ำยางสดที่กรีดจากต้นยางพาราใหม่ ๆ ซึ่งมีความเข้มข้น 40% มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 2.8-3.5 mS/cm การใส่สารเคมีเก็บรักษาน้ำยางด้วย 0.1-0.6% NH_3 ทำให้น้ำยางมีไอออนเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเป็น 4.5-5.6 mS/cm สำหรับระยะเวลาในการเก็บรักษาน้ำยางไว้ มีผลทำให้การนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในน้ำยางที่เก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณน้อย (<0.25 % NH_3) และมีกรดระเหยง่ายเกิดขึ้น พบว่าค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นรวดเร็วอย่างชัดเจน ดังนั้นการวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางจึงเป็นเทคนิคหนึ่งที่มีความเป็นไปได้ ใช้เป็นแนวทางตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของน้ำยางในช่วงที่มีการซื้อขายน้ำยาง ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการที่ง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย สะดวก รวดเร็ว ใช้เวลาน้อยไม่เกิน 10 นาที

7. ข้อเสนอแนะ

- ศึกษาการนำไฟฟ้าเพิ่มเติม โดยการเก็บตัวอย่างน้ำยางจากแหล่งที่ปลูกหรือพันธุ์ยางที่แตกต่างกัน
- ศึกษาใช้สารเคมีชนิดอื่นร่วมกับแอมโมเนียในการเก็บรักษาน้ำยาง แล้วตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าที่เปลี่ยนไป และหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับสารเคมีที่มีอยู่ในน้ำยางในช่วงระยะเวลาต่างๆ
- ศึกษาการนำไฟฟ้าของน้ำยางคอมปาวด์ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยางที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางที่ระยะเวลาต่างๆ และติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าสัมพันธ์กับสารเคมีชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติของน้ำยาง เช่น ความเสถียร หรือระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำยางไว้

8. เอกสารอ้างอิง

- บุญธรรม นิธิอุทัย. 2532. ปฏิบัติการเทคโนโลยีน้ำยาง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มอ. ปัตตานี.
- ภูมิธ รัชชา. 2538. ความเสถียรของน้ำยางธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยียาง. ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วรารักษ์ ขจรไชยกูล . 2525. น้ำยาง. เอกสารวิชาการเลขที่ 109. ศูนย์วิจัยยางสงขลา
- สถาบันวิจัยยาง. 2549. สถิติยางไทย สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : <http://www.rubberthai.com>. [2 กุมภาพันธ์ 2550]
- เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี. 2547. การผลิตยางธรรมชาติ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มอ. ปัตตานี.
- เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี, วิไลรัตน์ ชีวะเศรษฐกรรม และปิยะพร สวนจันทร์. 2547. การตรวจสอบ Ammonium Laurate ในน้ำยางธรรมชาติและสมบัติ. คณะวทท., มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี ศิวพงศ์ ศรีรีเพ็ชร และ เกรียงไกร วุฒิสักดิ์. 2550 การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการหาปริมาณสบูในน้ำยางธรรมชาติ โดยใช้เทคนิคการไทเทรตร่วมกับการวัดการนำไฟฟ้า. สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สัญญาเลขที่ RDG 4950121
- Blackley, D.C., 1966, "The Preservative of NR latex" in High Polymer lattices, vol. 1, Maclaren & Son Ltd., London,
- Blackley D.C., 1997. Polymer Latices Science and Technology. 2nd edition, vol 1. Maclaren & Sons Ltd., London.
- Chang R.J., 2007, Chemistry , McGraw-Hill Education, 9th edition, Williams College, United Kingdom.
- Collier, H.M. and Lowe, J.S. 1961. Preservation of Natural Rubber Latex. UK. Patent No GB874452.October 8.
- John, C.K., 1974, "A Novel Method of Stabilising Hevea Latex", J. Rubb. Inst. Malaysia, 24(2), p.111
- Hasma, H, 1991. Lipids Associated with rubber Particles and their Possible Role in Mechanical Stability of Latex Concentrates, J. Nat. Rubb. Res., V6: 105-114.
- Sekhar, K.C., 1976, Rubber News, March p 28
- Woo, C.H., 1973, "Rubber Coagulation by Enzymes of Hevea Brasiliensis Latex", J. Rubb. Res Inst. Malaysia, 23(5), p 323