RMUTSV
SK074097
66250

รายงานการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการหาเปอร์เซนต์ของเนื้อยางแห้งในน้ำยางสด โดยวิธีมาตรฐานและวิธีพยากรณ์จากค่าความขุ่น

The Comparison of Dry Rubber Content (DRC) Accuracy between Standard Method and Turbidity Method

633.8952
ผ 112
2556

ผศ.ผกากรอง เทพรักษ์ Pakakrong Tapparak
นางสาวนันทวัน หนูแจ่ม Nantawan Nhoocham[b]
นายวีระชัย ท่าดี Werachai Tadee

คณะศิลปศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ.2556

การศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการหาเปอร์เซนต์ของเนื้อยางแห้งในน้ำยางสด โดยวิธีมาตรฐานและวิธีพยากรณ์จากค่าความขุ่น

ผกากรอง เทพรักษ์[1] นันทวัน หนูแจ่ม[2] วีระชัย ท่าดี[3]

บทคัดย่อ

การจำหน่ายน้ำยางสดแต่ละครั้งถูกกำหนดโดย % DRC ดังนั้นการตรวจหา %DRC เป็นสิ่งที่ต้องกระทำก่อนมีการจ่ายเงินค่าน้ำยางระหว่างเกษตรกรและพ่อค้า ซึ่งปัจจุบันวิธีการตรวจหา %DRC ที่มีความแม่นยำสูงที่สุด คือ วิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องใช้เวลานานถึง 16 ชั่วโมง การศึกษาครั้งนี้ ต้องการเปรียบเทียบความแม่นยำของการหา% DRC โดยการพยากรณ์จากค่าความขุ่น โดยเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐาน ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้อาจเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องวัดหาเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้ง โดยอาศัยหลักการของการหาค่าความขุ่นต่อไป การศึกษาครั้งนี้ประกอบไปด้วยการทดลอง 5 การทดลอง คือ 1. การเปรียบเทียบ % DRC ในน้ำยางสด ระหว่างน้ำยางสดที่เติม Ammonia กับไม่เติม Ammonia 2. การเปรียบเทียบค่าความขุ่นในน้ำยางสด ระหว่างน้ำยางสดที่เติม Ammonia กับไม่เติม Ammonia 3. หาค่าความคลาดเคลื่อนในการหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งโดยวิธีมาตรฐาน และความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความขุ่น 4. การพยากรณ์ % DRC ในน้ำยางสดจากค่าความขุ่น 5. การประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ % DRC ในน้ำยางสดจากค่าความขุ่น ผลจากการทดลองพบว่า

น้ำยางสดที่เติมและไม่เติม Ammonia ให้ค่า % DRC ไม่แตกต่างกัน แต่ในการวัดซ้ำน้ำยางสดที่มีการเติม Ammonia ให้ค่า% DRC ที่มีความเที่ยงสูงกว่า นอกจากนี้พบว่าน้ำยางสดที่เติม Ammonia มีค่าความขุ่นสูงกว่าน้ำยางสดที่ไม่เติม Ammonia และในการวัดซ้ำค่าความขุ่นของน้ำยางสดที่เติม Ammonia จะมีความเที่ยงสูงกว่า นอกจากนี้พบว่าการหา% DRC โดยวิธีมาตรฐานมีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 0.3%- 1.00% ซึ่งไม่แตกต่างจากวิธีการพยากรณ์จากค่าความขุ่น และในการหา % DRC โดยวิธีการพยากรณ์จากค่าความขุ่น ต้องทำการเจือจางน้ำยางสดด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า เสียก่อน เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้วัดความขุ่นไม่สามารถวัดความขุ่นของน้ำยางสดโดยตรง

[1,3]สาขาศึกษาทั่วไป คณะศิลปะศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง จ.สงขลา

[2]ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช

ได้ เพราะน้ำยางสดมีระดับค่าความขุ่นมากเกินกว่าศักยภาพของเครื่องที่จะวัดได้ น้ำยางสดทั่วไปหลังจากเจือจางด้วยน้ำกลั่น 100 เท่าแล้ว จะมีค่าความขุ่นอยู่ในช่วง 5,000-10,000 NTU รูปแบบความสัมพันธ์ ระหว่าง% DRC กับค่าความขุ่นเป็นแบบเชิงเส้น ได้สมการความสัมพันธ์ ดังนี้

$DRC = -26.802 + 0.009NTU$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) = 0.968

สมการความสัมพันธ์นี้ สามารถนำไปใช้เพื่อคำนวณหา % DRC ในน้ำยางสดได้ในเวลาที่รวดเร็ว และสามารถคำนวณราคายางให้แก่เกษตรกรได้ทันที โดยใช้โปรแกรมในการช่วยคำนวณ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเครื่องมือวัดค่าความขุ่นที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ไม่สามารถวัดค่าความขุ่นของน้ำยางสดโดยตรงได้เนื่องจากค่าความขุ่นของน้ำยางมากเกินกว่าศักยภาพของเครื่องมือจะวัดได้ และเครื่องมือวัดความขุ่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีขนาดใหญ่และราคาแพงไม่เหมาะแก่การนำไปใช้กับเกษตรกร ดังนั้นควรมีการศึกษาการสร้างเครื่องวัดหาเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งโดยอาศัยหลักการของการหาค่าความขุ่นที่สามารถวัดค่าความขุ่นได้ในช่วง 5,000-10,000 NTU เนื่องจากน้ำยางในธรรมชาติเมื่อมีการ Dilute 100 เท่าจะมีค่าความขุ่นอยู่ในช่วงนี้ แล้วนำสมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ไปเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่า % DRC ในน้ำยางสดเมื่อทราบค่าความขุ่นต่อไป

คำสำคัญ เปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้ง

The Comparison of Dry Rubber Content (DRC) Accuracy between Standard Method and Turbidity Method

Pakakrong Tapparak[1] Nantawan Nhoocham[2] Werachi Tadee[3]

ABSTRACT

Percentage of dry rubber content (%DRC) of latex is an essential parameter for ensuring fair price for latex during commercial exchange. The percentage of DRC varies depending on season, weather, soil, tapping system, breed of the tree, age of rubber, and plantation area. Tappers must measure the percentage of DRC before selling the fresh rubber to traders. Currently, the standard laboratory method for measuring the percentage of DRC must take up to 16 hours. And there is no portable tool with quick and accurate measurement. This study is aimed to compare the accuracy of measuring the percentage of dry rubber content between using standard laboratory method and forecasting of the percentage of DRC by the rubber's turbidity. The findings from this study will be a guideline to create an instrument used to measure the percentage of DRC by using the turbidity of rubber.

This study consisted of five experimental trials including 1) the trial on an effect of adding Ammonia in fresh rubber, 2) the trial to compare the turbidity of fresh rubber between adding Ammonia and without Ammonia, 3) the trial to find error in measuring the % DRC by using the standard laboratory method, 4) the trial to study the relationship between the percentage of DRC and the fresh rubber turbidity. and 5) an application

The results showed that Ammonia should be added in fresh rubber before measuring the percentage of DRC to preserve the fresh rubber condition and prevent the digestion of protein in rubber by bacteria that can reduce rubber content. There was no difference of the percentage of DRC between adding Ammonia in fresh rubber and no adding. The comparison of accuracy in measuring the percentage of DRC between standard method and turbidity method revealed that

[1,3]Department of Mathematics, Faculty Liberal Art, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thailand.

[2]Scientific Equipment Center, Walailak University, Thailand.

the standard method error in measuring about 0.3% -1.0% is no difference with turbidity method .Fresh rubber must be 100-fold diluted before measuring turbidity. Because fresh rubber has a high turbidity level that is beyond the capacity of the turbidity meter. The regression model between the percentage of DRC and turbidity is linear. The regression model between the percentage of DRC and 100-fold diluted turbidity (NTU) was displayed as an equation;

$$\% \text{ DRC} = -26.802+0.009\text{NTU} \quad (R^2 = 0.968.)$$

This correlation can be applied to creating computer program for measuring the percentage of DRC by using turbidity as an indicator. Using the turbidity method to measure the percentage of DRC is faster than using the standard laboratory method. It takes less than two minutes, and its accuracy is no different from the standard laboratory method. The program can also be used to calculate the price of fresh rubber in trading.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณเกษตรกรผู้ทำสวนยางในเขต ต.ทอนหงส์ ต.บ้านเกราะ อ.พรหมคีรี , ต.เคร็ง อ.ชะอวด , ต.ท่าศาลา อ.ท่าศาลา , ร้านคงคาการยาง อ.นบพิตำ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำวิจัยฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับการรับซื้อน้ำยางสด ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ที่กรุณาให้ความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล

คุณประโยชน์ใดๆ ที่เกิดจากงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยขอมอบให้ บิดามารดา ครู อาจารย์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ผกากรอง เทพรักษ์
หัวหน้าโครงการ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
สมมติฐานการวิจัย	4
บทที่ 2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ประโยชน์ของการหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง	5
2.2 การรักษาสภาพน้ำยาง	8
2.3 การหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสด	10
2.4 องค์ประกอบของน้ำยาง	20
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 วิธีการทดลองและผลการทดลอง	
การทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบ % DRC ในน้ำยางสด ระหว่างน้ำยางสดที่เติม Ammonia กับไม่เติม Ammon	29
การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบค่าความขุ่นในน้ำยางสด ระหว่างน้ำยางสดที่เติม Ammonia กับไม่เติม Ammonia	35
การทดลองที่ 3 หาค่าความคลาดเคลื่อนในการหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งโดยวิธีมาตรฐาน และความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความขุ่น	40
การทดลองที่ 4 การพยากรณ์ % DRC ในน้ำยางสดจากค่าความขุ่น	44
การทดลองที่ 5 การประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ % DRC ในน้ำยางสดจากค่าความขุ่น	50
บทที่ 4 สรุปผลการทดลอง	
อภิปรายผล	54
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป	54
บรรณานุกรม	55

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 % DRC ของน้ำยางสดแบบเติมและไม่เติม Ammonia 34

ตารางที่ 2 ผลเปรียบเทียบ % DRC ของน้ำยางสดแบบเติมและไม่เติม Ammonia โดยวิธี Pair sample t-test 34

ตารางที่ 3 ค่าความขุ่นของน้ำยางสดแบบเติมและไม่เติม Ammonia (Dilute 50 เท่า) 37

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าความขุ่นของน้ำยางสดแบบเติมและไม่เติม Ammonia โดยวิธีPair sample t-test 38

ตารางที่ 5 ความคลาดเคลื่อนในการวัดค่า % DRC โดยวิธีมาตรฐาน 41

ตารางที่ 6 ความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความขุ่นที่ Dilute 50 เท่า 42

ตารางที่ 7 ความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความขุ่นที่ Dilute 100 เท่า 43

ตารางที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางสดกับค่าความขุ่นที่ Dilute 100 เท่า 45

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบค่า % DRC โดยวิธีมาตรฐานและวิธีการพยากรณ์จากค่าความขุ่น 49

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันการซื้อขายน้ำยางสดกลายเป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรชาวสวนยาง นอกเหนือจากการขายยางแผ่นดิบ ยางก้นถ้วย และเศษยางเนื่องจากมีข้อดี คือ

1. เกษตรกรไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ในการทำยางแผ่น เช่น ตะกง น้ำกรด และจักรรีดยาง

2. เกษตรกรไม่ต้องเสียเวลาในการทำยางแผ่น ทำให้มีเวลาว่างและสามารถใช้เวลานั้นไปทำงานอย่างอื่นได้

3. ได้รับเงินจากการขายน้ำยางทันทีหรืออย่างช้าภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากการซื้อขายน้ำยาง เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลารอคอยให้ยางแผ่นดิบแห้งเสียก่อน ซึ่งต้องใช้เวลาประมาณ 5-10 วัน

4. โดยทั่วไป ผู้ที่ผลิตยางแผ่นคุณภาพต่ำและขายยางคละ ถ้าเปลี่ยนไปขายน้ำยาง มักจะได้ราคาที่สูงขึ้นเนื่องจากน้ำยางถือเป็นยางคุณภาพดี

การจำหน่ายน้ำยางสดแต่ละครั้งถูกกำหนดโดย “เปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งในน้ำยางสด” (Dry rubber content ; %DRC) ดังนั้นค่า %DRC จึงเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดราคาซื้อขาย ซึ่ง %DRC จะเปลี่ยนแปลงไปได้ตามปัจจัยและสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น การบำรุงต้นยางให้สมบูรณ์ด้วยการใส่ปุ๋ย การใช้ระบบกรีดวันเว้นวันหรือวันเว้นสองวัน จะทำให้มี%DRC สูงกว่าการกรีดยางติดต่อกันหลายวัน ปริมาณน้ำฝนหรือฤดูกาล พันธ์ยาง อายุของต้นยาง พื้นที่ปลูก โดยปกติในน้ำยางสดจะมี %DRC ประมาณ 25-45 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการตรวจหา %DRC เป็นสิ่งที่ต้องกระทำก่อนมีการจ่ายเงินค่าน้ำยางสดระหว่างเกษตรกรและพ่อค้า ซึ่งปัจจุบันมีวิธีการตรวจหา %DRC หลายวิธี เช่น

1). วิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ วิธีนี้ให้ความแม่นยำสูงและใช้เวลา 16 ชั่วโมงขึ้นไปแต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง ซึ่งมีวิธีการวัด คือ ชั่งน้ำหนักยาง 10 กรัม หยดกรดอะซิติก 2% จนยางจับตัว รีดยางให้เป็นแผ่นบางหนา 2 มิลลิเมตร ล้างให้สะอาดแล้วอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง นำมาทำให้แผ่นยางแห้งแล้วชั่งน้ำหนักหาเปอร์เซ็นต์ยางแห้ง สถาบันวิจัยยางแนะนำอ้างอิงวิธีการทดสอบ ISO 126:1995 Latex, rubber, natural concentrate-Determination of dry rubber content วิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่สะดวกในการใช้กับจุดรับซื้อย่อยๆ ส่วนใหญ่วิธีนี้มักใช้ในร้าน

รับซื้อน้ำยางใหญ่ๆที่ใช้รับซื้อต่อจากพ่อค้าคนกลางอีกทีหนึ่ง ส่วนข้อเสียอีกข้อหนึ่งคือ ผู้ขายจะไม่ได้เงินทันทีต้องรออีกประมาณ 3-4 วัน จึงจะมีการจ่ายเงินกันได้

2) วิธีใช้เครื่องมือวัดความถ่วงจำเพาะ หรือที่เรียกทางการค้าว่าวิธี Metrolac วิธีนี้ทำได้รวดเร็ว ใช้ตามจุดรับซื้อน้ำยางสดโดยทั่วไปได้ ทั้งนี้เพราะสะดวกรวดเร็ว พกพาเครื่องมือได้สะดวก สามารถคิดหา%DRC ได้ทันที ส่งผลให้ผู้ซื้อและผู้ขายน้ำยางสามารถรับ-จ่าย เงินกันได้ทันที แต่พบว่าวิธีนี้ให้ผลผิดพลาดจากวิธีมาตรฐานสูงเนื่องจากค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำและค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยางมีค่าใกล้เคียงกันมาก และดังนั้นหากมีการเติมน้ำลงไปในน้ำยางสดค่าเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งอาจเปลี่ยนแปลงน้อยมากจึงทำให้มีการโกงกันได้ง่ายนอกจากนี้พบว่าน้ำยางสดที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งใกล้เคียงกันค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกันมากจนอาจตรวจไม่พบความแตกต่าง (ดังตาราง)

ตารางเปรียบเทียบค่าของ%DRC กับความถ่วงจำเพาะ

%DRC	**ความถ่วงจำเพาะ**
26	0.990
27	0.989
28	0.988
29	0.987
30	0.986
31	0.984
32	0.983
33	0.982
34	0.981
35	0.980
36	0.979
37	0.978
38	0.976
39	0.975
40	0.974

(จันสุดา บุตรสีทัด กรมส่งเสริมการเกษตร)

3) **วิธีไมโครเวฟ** วิธีนี้ใช้หลักการเดียวกันกับวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ คือ ทำการระเหยน้ำออกจากน้ำยางสดด้วยไมโครเวฟ แล้วนำเนื้อยางแห้งมาชั่งและคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้ง โดยตวงน้ำยางสด 10 cc ใส่ถ้วยตะไล แล้วนำไปเข้าไมโครเวฟจนน้ำระเหยหมด จึงนำเนื้อยางแห้งไปชั่งด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียดถึงทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วจึงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง เช่น น้ำยางสด 10 cc อบแห้งแล้วเหลือเนื้อยาง 0.37 แสดงว่ามีเนื้อยางแห้ง $\frac{0.36}{10}\times 100 = 36\,\%$ วิธีนี้นิยมใช้ในจุดรับซื้อรายย่อยกันมากที่สุดเพราะเป็นวิธีที่รวดเร็วและจ่ายเงินกันได้ทันที แต่ข้อเสียคือ พ่อค้าที่รับซื้อมักชั่งน้ำยางสดไม่เต็มจำนวน เช่น แทนที่จำใช้น้ำยางสด 10 cc ไปเข้าไมโครเวฟ กลับใช้น้ำยางสดเพียง 7-8 cc ดังนั้นหลังจากระเหยน้ำออกไปหมดแล้วเนื้อยางแห้งย่อมน้อยกว่าการใช้น้ำยางสด 10 cc แต่เมื่อคิดเปอร์เซ็นต์กลับเทียบจาก 10 cc ทั้งนี้เนื่องจากพ่อค้าย่อมต้องการกำไรในการรับซื้อ ดังนั้นส่วนต่าง 1-2 cc นั้นคือกำไรของเขา เกษตรกรต้องแลกกันกับค่าขนส่งที่ต้องนำน้ำยางสดไปขายที่โรงงานด้วยตัวเอง ซึ่งเกษตรกรที่มีปริมาณน้ำยางสดน้อยๆย่อมไม่คุ้มกับค่าน้ำมันรถที่ต้องเสียไปในการเดินทาง

จะเห็นได้ว่าเครื่องมือที่ใช้หาเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดจึงมีความสำคัญ ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือที่พกพาได้สะดวก สามารถวัดได้รวดเร็วและมีความแม่นยำในการวัด แต่ละวิธีที่ใช้ก็มีข้อดีและด้อยที่แตกต่างกันออกไป การศึกษาครั้งนี้ต้องการเปรียบเทียบความแม่นยำของการหาเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งโดยการพยากรณ์จากค่าความขุ่น โดยมุ่งประเด็นการศึกษาในเรื่องความแม่นยำโดยเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐาน ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้อาจเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องวัดหาเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งต้นโดยอาศัยหลักการของการหาค่าความขุ่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของการหาเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งโดยวิธีมาตรฐาน กับวิธีการพยากรณ์เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งจากความขุ่น
2. เพื่อหาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งกับค่าความขุ่น
3. นำตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปเขียน software เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งเมื่อทราบค่าความขุ่น

สมมุติฐานการวิจัย

1. น้ำยางสดที่มีค่าความขุ่นสูงย่อมมีเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งสูงด้วย
2. ค่าความขุ่นและเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งน่าจะมีความสัมพันธ์กันอย่างมีรูปแบบ
3. สามารถวิธีพยากรณ์เปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งจากค่าความขุ่นได้โดยให้ความแม่นยำไม่แตกต่างจากวิธีมาตรฐาน

บทที่ 2

ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลในเรื่องต่างๆที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอเสนอข้อมูลจากการค้นคว้าเอกสาร ตำรา เวปไซต์ และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยจำแนกสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ประโยชน์ของการหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง

2.2 การรักษาสภาพน้ำยาง

2.3 การหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสด

2.4 องค์ประกอบของน้ำยาง

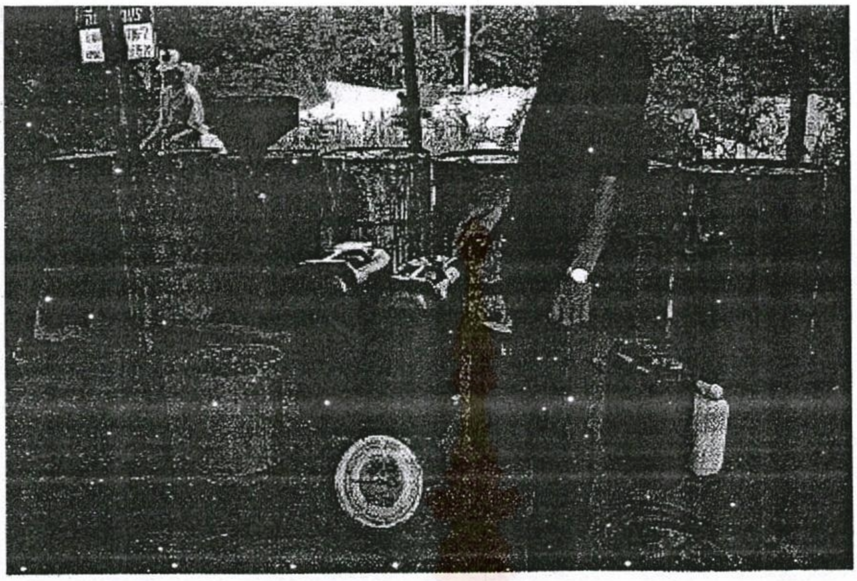
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประโยชน์ของการหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง

การหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง จะทำให้ทราบได้อย่างรวดเร็วว่า น้ำยางที่นำมาหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งนั้น เมื่อแห้งแล้วจะมีเนื้อยางแห้งอยู่เท่าใด ซึ่งจะช่วยให้

1. การคำนวณอัตราการผสมน้ำ น้ำกรด และสารเคมีต่าง ๆ เพื่อทำให้ยางจับตัวของโรงงานยางที่ใช้น้ำยางเป็นวัตถุดิบในการผลิต เช่น โรงงานยางแท่ง โรงงานยางแผ่น โรงงานยางอบแห้ง ฯลฯ ทำได้สะดวกรวดเร็วและถูกต้อง

2. การซื้อขายน้ำยางสดระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายทำได้สะดวกรวดเร็วสามารถคิดหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งได้ทันที หรืออย่างช้าภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากมีการซื้อขายน้ำยาง ส่งผลให้ผู้ซื้อและผู้ขายน้ำยาง สามารถรับ-จ่าย เงินกันได้ทันทีหรืออย่างช้าภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากมีการซื้อขายน้ำยาง



จุดรับซื้อน้ำยางในหมู่บ้าน

เกษตรกรนำยางมาขาย ณ จุดรับซื้อ

ขั้นตอนการซื้อ – ขาย น้ำยาง

1. รวบรวมน้ำยางจากสวน โดยรวบรวมน้ำยางที่กรีดได้ในแต่ละวัน หลังจากที่ยางหยุดไหล แล้วใส่ภาชนะ เช่น ถัง หรือแกลลอนที่สะอาด อย่าใส่เศษยางหรือขี้ยางลงไปในน้ำยาง เพื่อป้องกันไม่ให้ยางบูด เร็วเกินไป

2. รักษาสภาพน้ำยางที่รวบรวมได้ให้คงสภาพเดิมนานที่สุด (โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่สวนยางอยู่ไกลจุดรับซื้อมาก หรือมีน้ำยางมากแต่แรงงานน้อยต้องใช้ระยะเวลาเก็บรวบรวมน้ำยางนาน) โดยใช้สารเคมีโซเดียมซัลไฟด์ 15 กรัม (ประมาณ 2 ช้อนแกง) ผสมน้ำสะอาด 350 ซี.ซี.

(ประมาณ 1 ขวดแบน) หยดใส่ในถ้วยรองรับยางก่อนกรีดยางถ้วยละ 2-3 หยัด หรือใส่ในถัง รวบรวมน้ำยาง 350 ซี.ซี. ต่อน้ำหนักเนื้อยางแห้ง 30 กิโลกรัม หรือ ประมาณ 90 กิโลกรัม น้ำยางสดก็ได้

3. นำน้ำยางไปยังจุดรับซื้อ กรองน้ำยางให้สะอาดด้วยที่กรองเบอร์ 40 และ 60
4. ชั่งน้ำหนักยางที่นำไปขายทั้งหมด
5. ตักตัวอย่างเพื่อหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง ตามวิธีที่กล่าวแล้วในบทที่ 1
6. คิดคำนวณ หาน้ำยางแห้งที่นำมาขายทั้งหมด
7. คิดคำนวณเงิน ที่จะต้องใช้ในการซื้อ - ขาย
8. รับ - จ่ายเงิน ค่าซื้อ - ขายน้ำยาง

ตัวอย่าง การคำนวณเงินที่ได้จากการขายน้ำยาง

นายเก่ง กรีดยางได้น้ำยางหนัก 320 กิโลกรัม นำไปขาย ณ จุดรับซื้อในหมู่บ้าน ซึ่งวัดค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง โดยใช้เมโทรแลค หรือวิธีมาตรฐานแล้วได้ 37.5 % ถ้าราคารับซื้อน้ำยางวันนั้น กิโลกรัมละ 21.00 บาท นายเก่งจะขายยางได้กี่บาท

วิธีคำนวณ

นายเก่งกรีดยางได้น้ำยางหนัก 320 กิโลกรัม

น้ำยางของนายเก่งหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งได้ 37.5 %

หมายความว่า น้ำยางของนายเก่ง 100 กิโลกรัม มีเนื้อยางแห้ง = 37.5 กิโลกรัม

ถ้าน้ำยางของนายเก่ง 320 กิโลกรัม จะมีเนื้อยางแห้ง $= \frac{37.5 \times 320}{100}$

= 120 กิโลกรัม

แต่ราคารับซื้อยาง กิโลกรัมละ 21.00 บาท

นายเก่งจะขายยางได้ = 120 x 21.00 = 2,520 บาท

หรืออาจคิดจากสูตร

จำนวนเงินที่ได้รับ = $\frac{\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง}}{100}$ x น้ำหนักน้ำยางทั้งหมด x ราคาต่อ กก.

ซึ่งจากสูตรนี้ นายเก่งจะได้รับเงินจากการขายยาง = $\frac{37.5 \times 320 \times 21.00}{100}$ = 2,520 บาท

2.2 การรักษาสภาพน้ำยาง

น้ำยางสดจากต้นยางจะคงสภาพเป็นของเหลวอยู่ได้ไม่เกิน 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะเริ่มจับตัวเป็นเม็ดพริก เรียกว่า น้ำยางบูด อันเนื่องจากจุลินทรีย์ในอากาศเข้าปะปนในน้ำยาง เกิดความเป็นกรด เป็นเหตุให้น้ำยางเสียสภาพก่อนจะนำไปแปรรูป ดังนั้น เพื่อป้องกันน้ำยางจับตัวก่อนนำออกขาย จึงต้องรักษาสภาพน้ำยางโดยการเติมสารเคมี สำหรับสารเคมีป้องกันน้ำยางจับตัวที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ แอมโมเนีย และโซเดียมซัลไฟต์ ชาวสวนยางสามารถเลือกใช้ได้ตามความสะดวกมีวิธีการเตรียมและการใช้ ดังนี้

แอมโมเนีย มีลักษณะเป็นของเหลวและก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนจัด เป็นอันตรายต่อผิวหนังและประสาทตา ละลายได้ทั้งในน้ำ แอลกอฮอล์ และอีเทอร์ ในท้องตลาดมีจำหน่าย 2 แบบ เป็นก๊าซและสารละลาย มีความเข้มข้นของแอมโมเนียประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำมาใช้ต้องทำให้เจือจางให้ได้แอมโมเนียเข้มข้นประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้แอมโมเนียชนิดสารละลาย 30 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 กิโลกรัม ผสมน้ำ 50 ลิตร หรือลดลงตามส่วนที่จำเป็นต้องใช้ แอมโมเนียเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ที่เตรียมได้จำนวน 10 ซีซี ต่อน้ำยางสด 1 ลิตร หากปริมาณน้ำยางสดมากกว่านี้ก็เพิ่มสารละลายแอมโมเนียตามสัดส่วนหรือหยดในถ้วยรองรับน้ำยางถ้วยละ2-3หยด

โซเดียมซัลไฟต์ มีลักษณะเป็นผงหรือผลึกสีขาว รสเค็มเหมือนเกลือ มีกลิ่นกำมะถัน ละลายในน้ำ ในท้องตลาดมีจำหน่ายเป็นผงสีขาวบรรจุในภาชนะมีฝาปิด วิธีใช้ โซเดียมซัลไฟต์ 2 ช้อนแกงผสมน้ำครึ่งลิตร แล้วนำส่วนผสมนี้หยดลงในถ้วยรองรับน้ำยางถ้วยละ 2-3 หยด หรือใส่ในถังรวมน้ำยางโดยใช้โซเดียมซัลไฟต์ที่ผสมน้ำแล้ว 1 ส่วน ต่อน้ำยาง 64 ส่วน โดยน้ำหนัก ระมัดระวังอย่าใส่โซเดียมซัลไฟต์ในถังที่ทำด้วยโลหะและอย่าใส่ในปริมาณมากเกินไปเพราะจะทำให้น้ำยางเหนียวเหนอะหนะ

นอกจากใช้สารเคมีเพื่อรักษาสภาพน้ำยางสดให้อยู่นานแล้วยังมีปัจจัยอื่นที่มีส่วนสำคัญเพื่อให้น้ำยางคงสภาพอยู่ได้นานคือ การรักษาความสะอาด เช่น ถ้วยรองรับน้ำยาง ถังเก็บน้ำยางและมีดกรีดยางจะต้องสะอาด อย่าให้เปลือกยาง ใบไม้ ดิน หรือทรายปะปนในน้ำยาง ควรรวบรวมน้ำยางและเติมสารเคมีรักษาสภาพน้ำยางโดยเร็วที่สุด

การรักษาสภาพน้ำยาง จำแนกออกเป็น

1. การรักษาสภาพน้ำยางไว้ให้คงสภาพเหลวอยู่ได้นาน (long- term preservation) มีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาสภาพน้ำยางในช่วงระยะเวลาการเก็บสต๊อกและขณะการขนส่งโรงงานผลิตไปโรงงานอุตสาหกรรมผลิตวัตถุสำเร็จรูปต่างๆ สารเคมีที่ใช้เพื่อการนี้อาจเรียกว่า สารรักษาสภาพน้ำยาง (preservatives)

2. การรักษาสภาพน้ำยางไว้ให้คงสภาพเหลวอยู่ในช่วงเวลาสั้น (short- term pre servation) เพื่อรักษาน้ำยางให้คงอยู่เป็นของเหลวได้ 2-3 วันก่อนที่จะนำเข้าสู่กรรมวิธีการทำยางแห้งรูปต่างๆ หรือ ก่อนการทำเป็นน้ำยางข้น สารคมีที่ใช่เพื่อการนี้อาจเรียกว่า สารป้องกันน้ำยางจับตัว (anticoagulant)

คุณสมบัติของสารที่จะใช้เป็นตัวรักษาสภาพน้ำยาง

1. ควรทำลาย หรือขัดขวางปฏิกิริยาของบักเตรีได้

2. ควรส่งเสริมสถานการณ์เป็นคอลลอยด์ของน้ำยาง โดยการเพิ่มประจุและเพิ่มพลังงานระหว่าอนุภาคยางกับส่วนที่เป็นน้ำ (rubber – water interface)

3. ควรมีสภาพเป็นด่าง เพราะเนื่องจากในขณะที่น้ำยางออกจากต้นยาง ชั้นของสาร โปรตีนที่ห่อหุ้มอนุภาคยางอยู่มีฤทธิ์เป็นด่าง (alkali) ดังนั้นสารที่รักษาสภาพน้ำยางจึงควรเพิ่ม ค่า pHของน้ำยางเนื่องจากอนุมูลของโลหะหนักเป็นตัวการสำคัญในการเจริญของพวก จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการจับตัวของน้ำยาง และโดยเฉพาะอนุมูลของแมกนีเซี่ยมจะก่อให้เกิกการเสียสภาพของน้ำยางได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น สารที่ใช้เป็นตัวรักษาสภาพน้ำยาง ควรเป็นสารที่ทำให้อนุมูลของพวกโลหะไม่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา โดยการขัดขวางการเกิดปฏิกิริยา หรือ ทำให้เกิดการตกตะกอนเป็นเกลือที่ไม่ละลายน้ำก็ได้ไม่มีพิษต่อทั้งคนและทั้งเนื้อยาง ไม่ควรทำให้สีของน้ำยางหรือสีของยางที่แห้งแล้วเปลี่ยน

4. ควรมีราคาถูก ขนย้ายได้ง่าย

สารเคมีสำหรับเก็บรักษาน้ำยางสดระยะสั้น เพื่อทำยางแผ่น ยางแท่ง

1. แอมโมเนีย มีลักษณะเป็นก๊าซ มีฤทธิ์เป็นด่าง ทำให้เกิดการระคายเคืองจมูก เตรียมใช้งานโดยการละลายในน้ำ ทำให้น้ำยางมีความเสถียรมากขึ้น และช่วยกำจัดแมกนีเซียมในน้ำยางสด โดยใช้ปริมาณ 0.01-0.05% ต่อน้ำหนักน้ำยาง สามารถเก็บรักษาน้ำยางได้ 3-10 ชั่วโมง หากต้องการเก็บนาน 1-2 วัน ต้องใช้ปริมาณ 0.15% ต่อน้ำหนักน้ำยาง

2. ฟอร์มัลดีไฮด์ มีลักษณะเป็นก๊าซ เตรียมใช้งานในรูปของก๊าซละลายน้ำ เรียกว่า ฟอร์มาลินเข้มข้น 38-40% ระหว่างการเก็บสามารถเปลี่ยนรูปเป็นกรดฟอร์มิกได้ ดังนั้น ก่อนใช้งานต้องทำให้

เป็นกลางด้วยโซเดียมคาร์บอเนต หรือโซเดียมซัลไฟท์ โดยใช้งานเข้มข้น 1% ก็มีความสามารถในการทำลายแบคทีเรียได้

3. โซเดียมซัลไฟท์ เตรียมให้อยู่ในรูปสารละลายเข้มข้น 3-5% น้ำหนักต่อปริมาตร โดยใช้ในน้ำยาง 0.02-0.08% โดยน้ำหนัก (เทียบกับเนื้อยางแห้ง) แนะนำให้ใช้ที่ 0.05% ต่อน้ำหนักน้ำยาง โดยส่วนแรกให้หยดลงไปในถ้วยรองรับน้ำยาง และส่วนที่เหลือให้ใส่ลงในถังรวบรวมน้ำยางสด และให้เตรียมใช้งานวันต่อวัน

4. โซเดียมคาร์บอเนต มีลักษณะเป็นผลสีขาว มีฤทธิ์เป็นด่างอ่อนๆ สามารถลดปริมาณกรดที่เกิดขึ้นในน้ำยางสดได้ สามารถเก็บรักษาน้ำยางสดได้ในระยะเวลาช่วงสั้นๆ 1-2 ชั่วโมง ถ้าใช้ปริมาณสูงขึ้นจะเก็บรักษาได้นานขึ้น

5. บอแรกซ์ มีลักษณะเป็นผงสีขาว มีฤทธิ์เป็นด่างอ่อนๆ สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ และสามารถเก็บรักษาน้ำยางโดยไม่ทำให้ยางมีสีเข้ม

2.3 การหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสด

น้ำยางเป็นของเหลวสีขาวถึงขาวปนเหลือง มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อยางกับส่วนที่ไม่ใช่ยาง ปกติในน้ำยางจะมีเนื้อยางแห้งประมาณ 25-45 เปอร์เซ็นต์ การจำหน่ายน้ำยางสดจะคิดราคาซื้อขายจากปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง หรือการนำน้ำยางสดไปแปรรูปต่างๆ จำเป็นต้องทราบปริมาณเนื้อยางแห้งที่มีอยู่ในน้ำยางก่อน จึงจะสามารถคำนวณปริมาณการใช้สารเคมีได้อย่างถูกต้องแม่นยำ การตรวจหาปริมาณเนื้อยางแห้งสามารถกระทำได้หลายวิธี แต่ที่นิยมกันอยู่ในปัจจุบันมี 2 วิธี ดังนี้

1. การใช้เมโทรแลค (Metrolac)

เมโทรแลคเป็นเครื่องมือวัด โดยอาศัยค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาง เมโทรแลคมีทั้งชนิดที่ทำจากโลหะและแก้ว มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนก้านและส่วนกระเปาะ ที่ส่วนก้านจะมีสเกลขีดกำหนดค่าเนื้อยางแห้งไว้ โดยมี 2 มาตรา คือ มาตราอังกฤษ ซึ่งบอกค่าเป็นปอนด์ต่อแกลลอน และมาตราเมตริก ซึ่งจะบอกค่าเป็นกรัมต่อลิตร (เป็นมาตราที่นิยมใช้เนื่องจากสามารถคำนวณค่าเป็นกิโลกรัมได้ง่าย)

เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางจะมีค่าผกผันกับค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาง กล่าวคือ ค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งจะสูงขึ้นแต่ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยางจะลดลง ในทางกลับกันค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งจะต่ำลงแต่ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยางจะเพิ่มขึ้น ดังนั้น ถ้าเมโทรแลคจมลงในน้ำยางมาก ก็หมายความว่าน้ำยางมีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งมาก สเกลบอกค่าด้านล่างของเมโทรแลคที่ใกล้กระเปาะจึงเป็นค่าต่ำ ส่วนด้านบนเป็นค่าสูง

ตารางเปรียบเทียบค่าของเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งกับความถ่วงจำเพาะ

เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง	ความถ่วงจำเพาะ
25	0.992
26	0.990
27	0.989
28	0.988
29	0.987
30	0.986
31	0.984
32	0.983
33	0.982
34	0.981
35	0.980
36	0.979
37	0.978
38	0.976
39	0.975
40	0.974

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด

1. กระบอกตวง
2. กระบอกวัด
3. เมโทรแลค
4. ตัวอย่างน้ำยางสด
5. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ถาดรอง ภาชนะสำหรับผสม ช้อนสำหรับคน เป็นต้น

ขั้นตอนการวัด ดำเนินการดังนี้

1. แช่เมโทรแลคในน้ำสะอาดก่อนใช้งาน 5-10 นาที

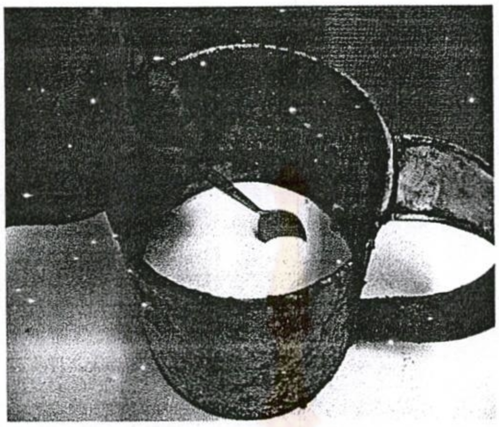
2.ใช้กระบอกตวงตักน้ำสะอาดให้เต็ม

3.เทใส่ในภาชนะสำหรับผสมตัวอย่างน้ำยาง จำนวน 2 กระบอก (700 ซีซี.)

4. ใช้กระบอกตวงตักตัวอย่างน้ำยางให้เต็ม

5. เทตัวอย่างน้ำยางจำนวน1กระบอกใส่ในภาชนะสำหรับผสมซึ่งตวงน้ำสะอาดใส่ไว้แล้ว

6. คนผสมให้เข้ากันดี



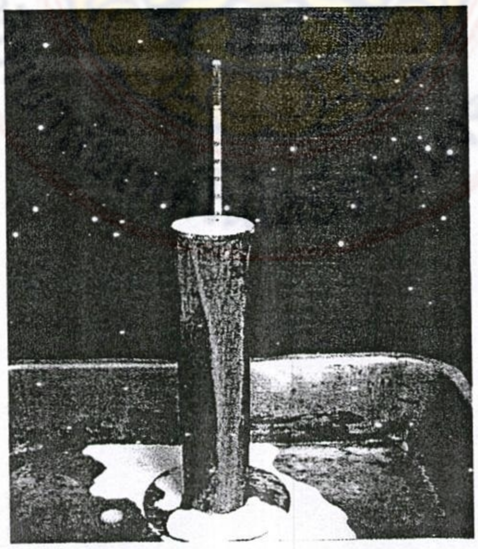
7. เทน้ำยางที่ได้ลงในกระบอกวัดจนเต็ม (ล้น)

8.อาจมีฟองอากาศลอยอยู่ด้านบนของกระบอกวัด

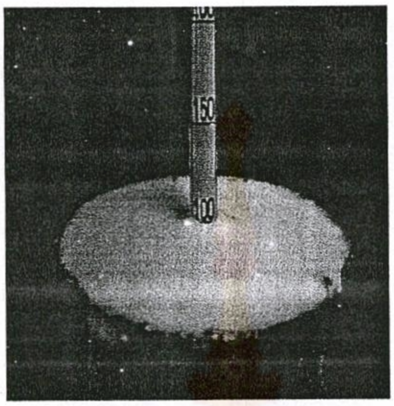
9. ปาดฟองอากาศที่ลอยอยู่ด้านบนออกให้หมดเพื่อความสะดวกในการอ่านค่า

10. ค่อยๆ หย่อนเมโทรแลคลงในกระบอกวัด

11. จะสังเกตเห็นน้ำยางล้นออกมาจากกระบอกวัด(ควรหาภาชนะรองรับ)
รอจนเมโทรแลคนิ่งจึงอ่านค่า



12. อ่านค่าจากจุดที่สเกลบนก้านเมโทรแลคตัดกับระดับน้ำยางพอดี(บันทึกค่าที่อ่านได้ นำไปคำนวณหา % เนื้อยางแห้ง)



วิธีการคำนวณ

ค่าที่อ่านได้จากก้านเมโทรแลค เท่ากับ 100 ตามมาตราวัดในระบบเมตริก

วิธีคำนวณ 100 x 3 = 300 กรัมต่อลิตร (1,000 ซี.ซี.)

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ $= \frac{300 \text{ กรัม}}{1,000 \text{ ซี.ซี.}} \times 100$

$= 30\%$

หมายความว่า ในน้ำยางสด 1 ลิตร เมื่อนำมาทำให้แห้งแล้วจะมีเนื้อยางแห้งจำนวน 300 กรัม เนื่องจากการใช้งานเมโทรแลคจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย ดังนั้น จึงควรปฏิบัติตามขั้นตอนโดยใช้ความละเอียดในเรื่องเหล่านี้ คือ

1. ไม่เจือปนสิ่งอื่นใดลงในน้ำยางสดก่อนนำมาวัด
2. ไม่ทำให้น้ำยางมีอุณหภูมิผิดไปจากปกติ (อุณหภูมิต่ำลงค่าที่อ่านได้จะมากขึ้น อุณหภูมิสูงขึ้นค่าที่อ่านได้จะลดลง)
3. ผสมน้ำยางในอัตราที่ถูกต้องแม่นยำ
4. ทำความสะอาดเมโทรแลคก่อนใช้งานทุกครั้ง พร้อมปรับอุณหภูมิให้เป็นปกติเสมอ
5. อ่านค่าด้วยความละเอียด แม่นยำ ปาดฟองให้หมด มองในระดับสายตา

การใช้งานเมโทรแลคมีปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้มาก ดังนั้น จึงไม่แนะนำให้นำมาใช้วัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งเพื่อการซื้อขายน้ำยาง แต่จะแนะนำให้ใช้สำหรับใช้งานในโรงงานแปรรูปน้ำยางเท่านั้น เนื่องจากสะดวก รวดเร็ว กว่าวิธีอื่นๆ

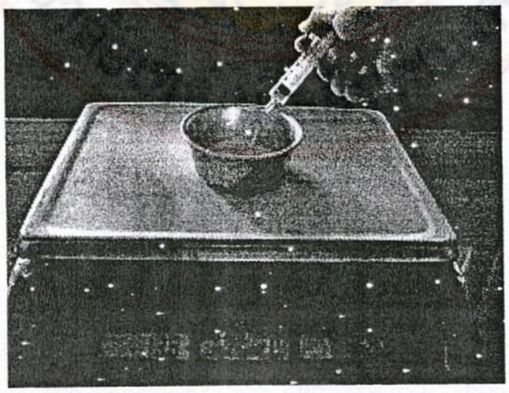
2. การหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งโดยวิธีการอบตัวอย่างแห้ง หรือ วิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ

เป็นวิธีที่นิยมใช้ในงานวิจัยและในงานควบคุมคุณภาพที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง โดยจะต้องใช้เวลาดำเนินการประมาณ 1-2 วัน ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

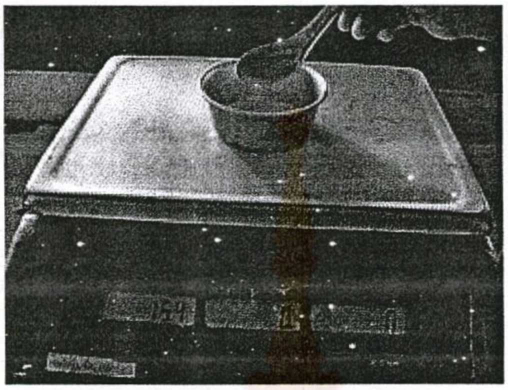
1. ทำการสุ่มตักน้ำยางตัวอย่างมา ประมาณ 50 กรัม

2. เทน้ำยางตัวอย่างลงในจานอะลูมิเนียม จานละประมาณ 10 กรัม และนำไปชั่งจดบันทึกน้ำหนักโดยละเอียด

3. เติมน้ำกลั่นลงในจานบรรจุน้ำยางจานละ 10-20 ซี.ซี.

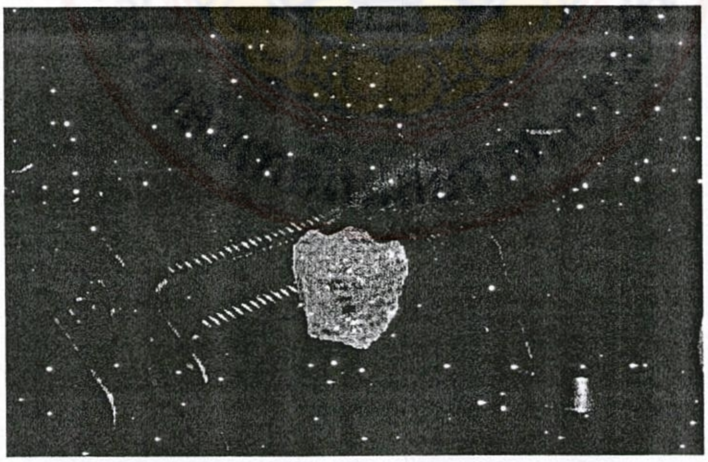


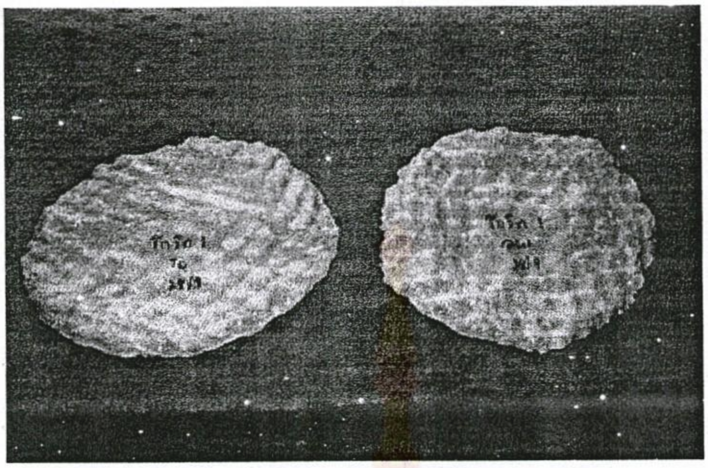
4. หยดสารละลายอะซิติค 2 % โดยปริมาตร ลงจานละ 15-20 ซี.ซีหมุนช้าๆ เพื่อให้มีการผสมเข้ากันจนทั่ว



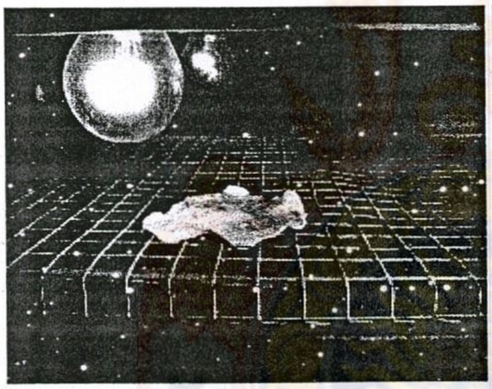
5. วางทิ้งไว้ให้ยางจับตัวประมาณ 30 นาที

6. นำชิ้นยางออกจากจานไปทำการรีดให้เป็นแผ่นบาง โดยให้มีความหนาไม่เกิน 2 มม.

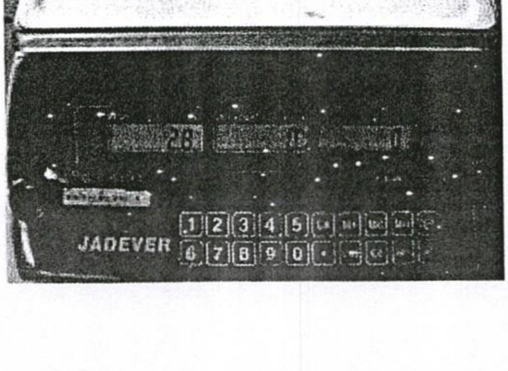




7. ล้างแผ่นยางให้สะอาดและนำไปอบในตู้อบอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส นานประมาณ 16-20 ชั่วโมง จนกระทั่งแผ่นยางแห้งโดยจะเห็นแผ่นยางเป็นแผ่นใส ไม่มีจุดขาว



8. นำแผ่นยางไปทิ้งให้เย็นในโหลดูดความชื้น
9. ทำการชั่งน้ำหนักแผ่นยางและจดบันทึก



10. ทำการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งโดยใช้สูตร

เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง(%) = <u>น้ำหนักแผ่นยางแห้ง</u> x 100
น้ำหนักยางสด

<u>ตัวอย่างเช่น</u> น้ำยางสดตัวอย่างหนึ่งหนัก 10 กรัม เมื่อทำเป็นแผ่นและอบแห้งแล้ว ชั่งน้ำหนักได้ 2.8 กรัม อยากทราบว่า น้ำยางสดตัวอย่างนั้นมีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งเท่าใด

<u>วิธีคิด</u>

เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง(%) = <u>น้ำหนักแผ่นยางแห้ง</u> x 100
น้ำหนักยางสด

$$= \frac{2.8 \text{x} 100}{10}$$

นั่นคือน้ำยางสดตัวอย่างนั้นมีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง 28%

2.4 องค์ประกอบของน้ำยาง

แหล่งผลิตน้ำยางใหญ่ที่สุดในโลก คือ แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้คิดเป็นร้อยละ 90 ของแหล่งผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือมาจากแอฟริกากลาง[2] ซึ่งพันธุ์ยางที่ผลิตในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ พันธุ์ฮีเวียบราซิลเลียนซิส (Hevea brasiliensis) น้ำยางที่กรีดได้จากต้นจะเรียกว่า **น้ำยางสด** (field latex) น้ำยางที่ได้จากต้นยางมีลักษณะเป็นเม็ดยางเล็ก ๆ กระจายอยู่ในน้ำ (emulsion) มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว มีสภาพเป็น<u>คอลลอยด์</u> เป็นสารที่ประกอบด้วยธาตุ คาร์บอนและไฮโดรเจน มีสูตรเอ็มไพริเคิล คือ C_5H_8 [4] มีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 30-40 pH 6.5-7 น้ำยางมีความหนาแน่นประมาณ 0.975-0.980 กรัมต่อมิลลิลิตร มีความหนืด 12-15 เซนติพอยส์ ขนาดอนุภาคโดยเฉลี่ยของยางพันธุ์ RRIM 600 (1-7 ปี) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคโดยเฉลี่ยจะค่อยๆเพิ่มขึ้น จาก 0.28 ไปเป็น 0.68 ไมครอน โดยขนาดอนุภาคของเนื้อยางขึ้นอยู่กับอายุของต้นยางโดย ต้นยางอ่อน (อายุ 1-3 ปี) จะมีขนาดอนุภาคเล็ก รูปร่างค่อนข้างกลม ส่วนต้นยางที่โตเต็มที่ (Mature Tree-age) การกระจายตัวของขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 0.04 – 4.0 ไมครอน มีขนาดอนุภาคโดยเฉลี่ย ประมาณ 1 ไมครอน [4]

น้ำยางสดที่กรีดได้จากต้นยางจะคงสภาพความเป็นน้ำยางอยู่ได้ไม่เกิน 6 ชั่วโมง เนื่องจากแบคทีเรียในอากาศ และจากเปลือกของต้นยางขณะกรีดยางจะลงไปในน้ำยาง และกินสารอาหารที่อยู่ในน้ำยาง เช่น โปรตีน น้ำตาล ฟอสโฟไลปิด โดยแบคทีเรียจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นหลังจากแบคทีเรียกินสารอาหาร คือ จะเกิดการย่อยสลายได้เป็นก๊าซชนิดต่าง ๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน เริ่มเกิดการบูดเน่าและส่งกลิ่นเหม็น การที่มีกรดที่ระเหยง่ายเหล่านี้

ในน้ำยางเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ค่า pH ของน้ำยางเปลี่ยนแปลงลดลง ดังนั้นน้ำยางจึงเกิดการสูญเสียสภาพ ซึ่งสังเกตได้จาก น้ำยางจะค่อย ๆ หนืดขึ้น เนื่องจากอนุภาคของยางเริ่มจับตัวเป็นเม็ดเล็ก ๆ และจับตัวเป็นก้อนใหญ่ขึ้น จนน้ำยางสูญเสียสภาพโดยน้ำยางจะแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อยาง และส่วนที่เป็นเซรุ่ม[1] ดังนั้นเพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพของน้ำยางไม่ให้อนุภาคของเม็ดยางเกิดการรวมตัวกันเองตามธรรมชาติ จึงมีการใส่สารเคมีลงไปในน้ำยางเพื่อเก็บรักษาน้ำยางให้คงสภาพเป็นของเหลว โดยสารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำยางเรียกว่า สารป้องกันการจับตัว (Anticoagulant) ได้แก่ แอมโมเนีย โซเดียมซัลไฟด์ ฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นต้น [1] เพื่อที่รักษาน้ำยางไม่ให้เสียสูญเสียสภาพ

ส่วนประกอบของน้ำยาง

น้ำยางธรรมชาติ เป็นสารที่ไม่บริสุทธิ์ ปริมาณของเนื้อยางแห้งระหว่าง 25 ถึง 45 % น้ำยางสดมาปั่นด้วยความเร็วสูง (20,000 รอบต่อนาที) แยกน้ำยางออกได้ 4 ส่วน ดังนี้

1) ส่วนของเนื้อยางแห้ง
2) อนุภาคเฟรย์-วิสลิ่ง
3) เซรุ่ม
4) ตะกอนสีเหลืองหรือขาว สารพวกลูทอยด์

1 ส่วนของเนื้อยางแห้ง

1.1 อนุภาคยาง

อนุภาคยางจะแขวนลอยในน้ำ ประกอบด้วยสารประกอบพวก ไฮโดรคาร์บอนมีชื่อโครงสร้างทางเคมีว่า ซิส 1,4 โพลิไอโซปรีน มีความหนาแน่นเท่ากับ 0.92 กรัมต่อลบ.ซม. เนื้อยางเป็นสารไฮโดรคาร์บอน cis-1,4 polyisoprene มีความหนาแน่น 0.92 กรัมต่อ ลบ.ซม. ภายในอนุภาคยางประกอบด้วย โครงสร้างโมเลกุลของยางมากมาย เนื้อยางแห้งไฮโดรคาร์บอนประกอบด้วย 2 ส่วน ที่มีพฤติกรรมการละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน คือ

1. ส่วนที่ละลายในตัวทำละลาย (sol fraction)
2. ส่วนที่ไม่ละลายในตัวทำละลาย (gel fraction)

อัตราส่วน sol/gel ขึ้นอยู่กับชนิดตัวทำละลายส่วนที่เป็นเจล (Gel fraction) พบว่า

1. ปริมาณเจลลดลง เมื่อสัมประสิทธิการแพร่ของตัวทำละลายในยางเพิ่มขึ้น
2. ปริมาณเจลยังขึ้นกับปริมาณไนโตรเจนในน้ำยาง

3. การเติมของเหลวมีขั้ว เช่น อะลิฟาติกแอลกอฮอล์ ปริมาณเล็กน้อยในตัวทำละลาย สามารถลดปริมาณเจลลง

4. การขจัดโปรตีนออกจากน้ำยางด้วยเอนไซม์ สามารถลดปริมาณเจลลงได้มาก

5. ยอมรับกันทั่วไปว่า ปริมาณเจลของยางไฮโดรคาร์บอนในน้ำยางสดมีค่าน้อยมาก น้ำยางสดที่กรีดใหม่จากต้นที่กรีดสม่ำเสมอ ปริมาณเจล อาจเป็นศูนย์

6. ปริมาณเจลของอนุภาคยางเพิ่มขึ้น เมื่ออายุของน้ำยางเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเนื่องจากต้นยางอายุมาก หรือตั้งน้ำยางทิ้งไว้หลังจากการกรีดจากต้น แสดงว่าปฏิกิริยาการเชื่อมโยงเกิดขึ้นทันทีหลังกรีดน้ำยาง

7. ระดับการเชื่อมโยงจะสูงสุดในอนุภาคยางที่มีขนาดเล็กที่สุด

พบว่าเจลในยางธรรมชาติ ส่วนใหญ่มาจากอนุภาคยางที่เล็กมากๆ เข้มข้นของการเชื่อมโยงลดลงเมื่อขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้น แต่ในแต่ละอนุภาคยาง ความเข้มข้นของการเชื่อมโยงเพิ่มขึ้นเมื่ออายุของน้ำยางมากขึ้น ดังนั้นน้ำยางข้น จึงประกอบด้วย

- อนุภาคยางขนาดเล็กที่มีการเชื่อมโยงสูง
- อนุภาคยางขนาดใหญ่ที่มีการเชื่อมโยงต่ำ
- อนุภาคยางขนาดปานกลาง ที่มีการเชื่อมโยงระดับกลาง

ธรรมชาติของการเชื่อมโยง

โมเลกุลยางธรรมชาติไม่ได้ประกอบด้วยคาร์บอน และไฮโดรเจนเท่านั้น แต่ยังมีออกซิเจนในปริมาณเล็กน้อย ซึ่งอาจมาจากกรุ๊ฟคาร์บอนิล และเอสเทอร์ ส่วนของไมโครเจลจึงเกิดจาก polar interaction ระหว่างคาร์บอนิลและเอสเทอร์บนโมเลกุลยางกับโปรตีน อนุภาคของไมโครเจลในเนื้อยางแห้งยึดกันอยู่ในโครงสร้างตาข่ายหลวมๆกับสารพวกโปรตีน ดังนั้นเมื่อสารประกอบไนโตรเจนลดลง ปริมาณเจลจึงลดลง

ความสามารถในการละลายของตัวทำละลายจึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำลายแรงดึงดูดระหว่างขั้วของโมเลกุลยางกับโมเลกุลของโปรตีน การที่ปริมาณเจลลดลงเมื่อ สปส. การแพร่ของตัวทำละลายในยางมากขึ้น ชี้ให้เห็นว่า โมเลกุลของตัวทำละลายต้องสามารถแพร่เข้าไปในโครงสร้างตาข่าย และจะมีประสิทธิภาพหากสามารถทำลายการดึงดูดระหว่างขั้วนี้ได้

การเติมของเหลวมีขั้ว เช่น แอลกอฮอล์ ในตัวทำละลาย จึงสามารถลดปริมาณเจลลงได้ เนื่องจากของเหลวนี้สามารถเข้าไปทำลายการดึงดูดระหว่างขั้วนี้ได้นั่นเอง

การขจัดโปรตีนด้วยเอนไซม์ ลดปริมาณเจลลงได้ต่ำมากๆ เพราะว่าการเชื่อมโยงระหว่างโปรตีนกับโมเลกุลยางถูกทำลายเช่นกัน

มวลโมเลกุลของอนุภาคน้ำยางสด

- มวลโมเลกุลของส่วนที่เป็นเจลมีค่าอนันต์
- มวลโมเลกุลของส่วนที่ละลายได้ มีค่าอยู่ในช่วงกว้าง
- มวลโมเลกุลเฉลี่ยโดยจำนวน (Mn) มีค่าประมาณ 3 x 105 daltons แต่มวลโมเลกุลเฉลี่ยโดยมวล (น้ำหนัก) Mw มีค่าสูงกว่ามากคือ 1.8x106 daltons
- ดังนั้นอัตราส่วนระหว่าง Mw/Mn มีค่าประมาณ 6 แสดงว่าโมเลกุลของยางที่มีขนาดแตกต่างกันมาก มีการกระจายมาก เป็น Polydisperse
- มวลโมเลกุลของยางโดยน้ำหนักลดลงอย่างมาก เมื่อนำน้ำยางไปขจัดโปรตีนออกด้วยเอนไซม์ และปริมาณเจลลดลงเช่นกัน โดยที่มวลโมเลกุลโดยจำนวนไม่ลดลง
- ภายใน 3 อาทิตย์ของการขจัดโปรตีน Mw ลดเหลือ 6x105 daltons จากนั้นจะมีค่าคงที่ค่า polydispersity, Mw/Mn ลดลงเหลือประมาณ 3 แสดงว่าโมเลกุลของยางที่มีมวลโมเลกุลสูงมากนั้น เกิดจาก interaction ระหว่างโมเลกุลยางที่มีขนาดเล็กกับสารพวกโปรตีนในน้ำยาง ผลที่ตามมาอีกอย่างหนึ่ง จากการมีกรุ๊ฟมีขั้วเล็กน้อยบนโมเลกุลยาง คือ การค่อยๆเกิดการเชื่อมโยงเพิ่มขึ้นของโมเลกุลยางทั้งในสภาวะน้ำยางและยางแห้ง อาจเนื่องมาจาก interaction ระหว่างกรุ๊ฟที่มีขั้วกับกรุ๊ฟเมลทิลลีนที่ว่องไวบนโซ่โมเลกุลถัดไป การเชื่อมโยงที่เกิดใหม่นี้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ยางแข็งขึ้นระหว่างการเก็บ (storage hardening) ซึ่งสามารถยับยั้งได้โดยการเติมสารโมโนฟังก์ชั่นนอลคาร์บอนิล เช่น ไฮดรอกซิลอะมีน อีกสาเหตุหนึ่งของการแข็งตัว อาจเกิดจากไฮโดรเปอร์ออกไซด์ในน้ำยาง ซึ่งเกิดจากระบบรีดอกซ์ของยางกับส่วนที่ไม่ใช่ยาง ซึ่งผลที่ตามมาสามารถเกิดได้ทั้งการเชื่อมโยง และการขาดของโซ่โมเลกุลยาง ระบบรีดอกซ์นี้สามารถกระตุ้นด้วยการเติม พอลิอะมีน เช่น tetraethylenepentamine และยับยั้งด้วยการเติม ฟอร์มัลดีไฮด์

1.2 โปรตีน

โปรตีนทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำยาง ประกอบด้วย

- โปรตีนที่ห่อหุ้มอยู่ตรงผิวรอบนอกของอนุภาคยาง ประมาณ 25 %
- โปรตีนที่อยู่ในชั้นน้ำ 50 %
- โปรตีนปนอยู่ในสารลูทอยด์ อีก 25 %

ที่ผิวนอกของอนุภาคน้ำยางสดเชื่อว่าเป็นโปรตีน ซึ่งเป็นชั้นดูดซับส่วนของชั้นโปรตีนนี้เองที่ทำให้อนุภาคยางมีประจุลบจุดไอโซอิเล็กติค ของอนุภาคยาง มีค่าเท่ากับ pH ประมาณ 4.1 (จุดไอโซอิเล็กติค คือ จุดที่ประจุบวกและประจุลบ บนโมเลกุลสมดุลย์กัน คือ ไม่แสดงประจุ และการละลายน้อยที่สุด) โปรตีนบนผิวของอนุภาคยาง จะมี กำมะถันอยู่ประมาณ 5 % ดังนั้นขณะที่น้ำ

ยางเกิดการสูญเสียสภาพ จะเกิดการบูดเน่าโปรตีนส่วนนี้จะสลายตัว ให้สารประกอบพวก ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสารเมอร์แคปแทน ทำให้มีกลิ่นเหม็น

1.3 ไขมัน (Lipid)

ไลปิดบนอนุภาคน้ำยางสดประกอบด้วย sterols, sterol esters (ประมาณ 0.4 % m/m), fats และ waxes (ประมาณ 0.6 % m/m) และฟอสโฟไลปิด (ประมาณ 2 % m/m) sterols, sterol esters, fats และ waxes ส่วนใหญ่อยู่ในอนุภาคยาง ซึ่งอาจละลายอยู่ในเนื้อยางไฮโดรคาร์บอน สำหรับฟอสโฟไลปิด เป็นส่วนดูดซับอยู่ที่ผิวของอนุภาคยาง

ไขมันที่อยู่ระหว่างผิวของอนุภาคยางและโปรตีน ส่วนใหญ่เป็นสารพวก ฟอสโฟไลปิด ชนิด –Lecithin เชื่อว่าทำหน้าที่ ยึดโปรตีน ให้เกาะอยู่บนผิวของ อนุภาคยาง เนื่องจากโมเลกุลเลซิตินแสดงประจุบวกที่ pH ของน้ำยางสด ในขณะที่โปรตีนแสดงประจุลบ ทำให้เกิดพันธะอิออนระหว่างกัน

ฟอสโฟไลปิด ชนิด a-Lecithin น้ำยางในสภาวะที่เป็นด่างมีแอมโมเนียอยู่ (ราว 0.6% ขึ้นไป)

สารฟอสโฟไลปิด จะถูกไฮโดรไลซ์ เป็นกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาว ซึ่งจะร่วมตัวกับ แอมโมเนีย กลายเป็น สบู่ ทำให้น้ำยางมี ความเสถียรยิ่งขึ้น

ไฮโดรไลซ์ ในด่าง น้ำยางที่มีแอมโมเนียปริมาณน้อย (ประมาณ 0.2% ในน้ำยาง) การไฮโดรไลซิส จะเกิดขึ้นน้อย จำเป็นต้อง เพิ่มสบู่ เพื่อเพิ่มความเสถียรของน้ำยาง

2. ส่วนที่ไม่ใช่ยาง

2.1 ส่วนที่เป็นน้ำ (Aqueous phase) เป็นสารละลายน้ำ ที่มีความหนาแน่น 1.02 กรัมต่อมิลลิลิตร ประกอบด้วย

ก. คาร์โบไฮเดรต

เป็นสารพวก แป้ง และ น้ำตาล มีอยู่ในน้ำยางประมาณ 1 เปอร์เซนต์ น้ำตาลส่วนใหญ่เป็นชนิด คิวบราซิทอล มีน้ำตาลชนิด กลูโคส ซูโคส ฟรุกโตส ปริมาณเล็กน้อย (Quebrachitol) น้ำตาลเหล่านี้ จะถูกแบคทีเรียใช้เป็นอาหาร

แบคทีเรีย ในสารเป็นอาหาร แล้วจะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายตัวให้กรดโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก น้ำยางเกิดสูญเสียสภาพและรวมตัวเป็นก้อน กรดเหล่านี้เป็น กรดที่ระเหยได้ง่าย

ข. โปรตีนและกรดอะมิโน

ในชั้นน้ำมีโปรตีนอยู่หลายชนิด ชนิดหลักที่พบคือ a-globulin และ heveina-globulin เป็นโปรตีนที่มีผิวที่ว่องไว มีมวลโมเลกุลประมาณ 2x105 daltons ดูดซับได้ง่าย ระหว่างชั้นของอากาศและของเหลว และระหว่างชั้นของน้ำมันกับน้ำ ไม่ละลายในน้ำกลั่น แต่ละลายในเกลือที่เป็นกลาง และละลายในสารละลายกรดและด่าง a-globulin มีจุดไอโซอิเล็คติคที่ pH 4.8 ใกล้เคียงกับของอนุภาคยาง น้ำยางสดจะเสียสภาพคอลลอยด์ ที่ pH ที่ a-globulin ละลายได้น้อยที่สุดในตัวกลางน้ำ ความคล้ายกันระหว่าง จุดไอโซอิเล็คติค ของ a-globulin ที่ละลาย กับอนุภาคยาง และความคล้ายกันระหว่างสภาพคอลลอยด์ของสารทั้งสอง ทำให้เชื่อว่า a-globulin เป็นโปรตีนสำคัญที่อยู่ที่ชั้นโปรตีนบนผิวของอนุภาคยาง

- Hevein มีจุดไอโซอิเล็คติคที่ pH 4.5 ประกอบด้วยกำมะถัน 5 % ดังนั้น เมื่อน้ำยางสูญเสียสภาพ โปรตีนนี้จะสลายตัวให้สารประกอบไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสารเมอร์แคปแทน ทำให้มีกลิ่นเหม็นมีผิวที่ว่องไวเล็กน้อย ละลายในน้ำได้ทุก pH และไม่ตกตะกอนจากน้ำเดือดไม่มีผลต่อสภาพคอลลอยด์ของน้ำยาง
- พอลิเปปไทด์และกรดอะมิโน พบในส่วนของน้ำในน้ำยางสด ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าพอลิเปปไทด์และกรดอะมิโน เป็นตัวเริ่มต้นในการเกิดอนุภาคยาง หรืออาจมาจากการสลายตัวของโปรตีนในน้ำยาง

ค. ส่วนของสารอื่นในส่วนของน้ำ

- ด่างที่มีไนโตรเจนอิสระ เช่น choline และ methylamine
- กรดอินทรีย์
- inorganic anions (Phosphate และ Carbonate)
- โลหะอิออน (Potassium, magnesium, iron, sodium และ copper)
- Thiols
- เอนไซม์ เป็นต้น

2.2 ส่วนของลูทอยด์และสารอื่น ๆ

มีสาร โพลีฟีนอลอ๊อกซิเดส ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ยางมีสีเหลือง หรือ สีคล้ำ (เมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ)

ก. ลูทอยด์ เป็นอนุภาคค่อนข้างกลมห่อหุ้มด้วยเยื่อบาง ๆ ภายในเยื่อบาง มีทั้งสารละลายและสารที่แขวนลอย ส่วนใหญ่ประกอบด้วย โปรตีนลูทอยด์

ลูทอยด์ห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อชั้นเดียวเกิดการออสโมซิสง่าย ทำให้ลูทอยด์สามารถเกิดการบวมตัวและแตกง่ายขณะที่ลูทอยด์เกิดการพองตัว มีผลทำให้น้ำยางมี ความหนืดเพิ่มขึ้น แต่เมื่อลูทอยด์แตก ความหนืดก็จะลดลง

ลูทอยด์ที่อุณหภูมิสูงขึ้น ตัวลูทอยด์ จะบวมและแตกออกเมื่อ ลูทอยด์แตก ของเหลวภายในที่มีประจุบวก และ อิออนของโลหะ เช่น แคลเซียมอิออน และ แมกนีเซียมอิออน จะปะปนรวมกันอยู่ในเซรุ่ม ทำให้อนุภาคยางเกิดการรวมตัวกันก่อให้เกิดการ อุดตันของท่อน้ำยาง มีผลทำให้น้ำยางหยุดไหลหลังกรีด หากเติมแอมโมเนียลงไปในน้ำยางสด จะพบว่า ลูทอยด์ และ สารพวกโลหะแมกนีเซียม จะรวมตัวกับแอมโมเนีย เกิดการ ตกตะกอน เป็นตมสีน้ำตาลและสีม่วงแยกตัวออกจากเนื้อยาง และเกาะรวมกันอยู่ด้านล่างสามารถแยกออกได้

ข. อนุภาคเฟรย์-วิสลิ่ง (frey wyssling) เป็นสารไม่ใช่ยาง มีปริมาณไม่มากนัก ขนาดอนุภาคใหญ่กว่ายางแต่ ความหนาแน่นน้อยกว่า ประกอบด้วยสารเม็ดสีพวก คาโรตินอยด์ สามารถรวมตัวกับแอมโมเนียและแยกตัวออกจาก ยางมาอยู่ในส่วนของเซรุ่ม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผศ.ดร.ศิริพร จึงสุทธิวงศ์ และคณะ : 2550 ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างประมาณเนื้อยางแห้งกับคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำยางสด โดยได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนเนื้อยางแห้งกับค่าความขุ่น พบว่า น้ำยางสดที่มีเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้ง ตั้งแต่ 1- 40 เปอร์เซนมีค่าความขุ่นอยู่ในช่วง 70-2,000 NTU นอกจากนี้สามารถสร้างสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซนเนื้อยางแห้ง (X) กับค่าความขุ่น(NTU)ได้ดังนี้

$NTU = 57.912x - 111.88$ ได้ค่า $R^2 = 0.9904$

พรพรรณ นิธิอุทัย: 2524 ได้ศึกษาเรื่อง การหาปริมาณเนื้อยางแห้งจากน้ำยางสดโดยวิธีวัด Light transmission พบว่าค่า absorbance ของน้ำยางมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับความเข้มข้นของน้ำยางและน้ำยางสดจากแหล่งต่างๆ มีอนุภาคโดยเฉลี่ยเท่าๆกัน และการกระจายของอนุภาคพอๆกัน โดยการใช้วิธีการทางสถิติพบว่าสามารถประมาณเปอร์เซนต์เนื้อยางแห้ง (X) เมื่อทราบค่า absorbance (A)ได้ดังนี้ $X = 0.0157A \pm 1.73\times10^{-4}$ ได้ค่า $R^2 = 0.9704$

Zhang,Zhao, M.Jin, Liu, Chen . 2010 ได้ศึกษาวิธีการวัดเปอร์เซนเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดโดยอาศัยการตรวจด้วย Y-type optical fiber โดยได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงชนิด Y-type optical และ photodetector, preamplifier, second-level amplifier . จากการทดลองใช้เครื่องมือที่คิดค้นขึ้นนี้พบว่าสามารถตรวจหาเปอร์เซนเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดได้แม่นยำและรวดเร็วแต่ทั้งนี้ค่าเปอร์เซนเนื้อยางแห้งจะถูกรบกวนได้โดยอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

บทที่ 3

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งได้มาจากการทดลองในห้องทดลองที่ได้มาตรฐาน ณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดของข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ผิดพลาด การทดลองได้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

การทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบ % DRC ในน้ำยางสด ระหว่างน้ำยางสดที่เติม Ammonia กับไม่เติม Ammonia

การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบค่าความขุ่นในน้ำยางสด ระหว่างน้ำยางสดที่เติม Ammonia กับไม่เติม Ammonia

การทดลองที่ 3 หาค่าความคลาดเคลื่อนในการหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งโดยวิธีมาตรฐาน และความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความขุ่น

การทดลองที่ 4 การพยากรณ์ % DRC ในน้ำยางสดจากค่าความขุ่น

การทดลองที่ 5 การประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ % DRC ในน้ำยางสดจากค่าความขุ่น

การเก็บตัวอย่างน้ำยางสดเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องทดลอง

ในการเก็บตัวอย่างจะทำการเก็บที่จุดรับซื้อยางใน อ.ท่าศาลา อ.ชะอวด อ.นบพิตำ จ.นครศรีธรรมราช ช่วงเวลาในการเก็บระหว่างเวลา 07.00 – 09.00 น.

อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างมีดังนี้

1. ขวดแก้วสำหรับเก็บตัวอย่างขนาด 1 ลิตร จำนวน 2 ขวด
2. แอมโมเนียเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

1. ทำความสะอาดขวดแก้วโดยการล้างทำความสะอาดกลั้วด้วยแอลกอฮอล์แล้วอบให้แห้ง
2. เก็บตัวอย่างน้ำยางสดจำนวน 1 ลิตร แบ่งออกเป็น 2 ชุด ซึ่งจะได้น้ำยางสด 2 ขวด ขวดละ 500 cc
3. แต่ละตัวอย่าง แบ่งชุดทดลองออกเป็น 2 ชุด คือ

ชุดที่ 1 ไม่เติม Ammonia

ชุดที่ 2 เติม Ammonia โดยตวงแอมโมเนียเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จำนวน 22.4 มิลลิลิตร ลงในขวดตัวอย่าง (การเติมแอมโมเนียลงในตัวอย่างน้ำยางเพื่อไม่ให้น้ำยางจับตัวกันเป็นก้อน และเพื่อรักษาสภาพน้ำยาง)

4. นำตัวอย่างที่เก็บได้จำนวน 2 ชุด ชุดละ 500 cc เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำกลับไปทดลองในห้อง lab ต่อไป

การกวนตัวอย่าง

การทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบ % DRC ในน้ำยางสด ระหว่างน้ำยางสดที่เติม Ammonia กับไม่เติม Ammonia

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. ต้องการทราบความแตกต่างของ % DRC ในน้ำยางสดระหว่างน้ำยางสดที่เติม Ammonia กับไม่เติม Ammonia
2. ต้องการทราบว่าในการทดลองจริงควรใช้น้ำยางสดที่เติมหรือไม่เติม Ammonia

วิธีทดลอง

หา% DRC ในน้ำยางสดโดยวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ระหว่างน้ำยางสดที่เติม Ammonia กับ ไม่เติม Ammonia และวิเคราะห์ความแตกต่างของ % DRC โดยวิธี Pair sample t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

การวางแผนการทดลอง

แบ่งหน่วยทดลองออกเป็น 3 หน่วย หน่วยละ 2 ชุด ชุดละ 3 ซ้ำ ดังนี้

หน่วยที่ 1 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 $\begin{cases} Ammonea \rightarrow 3\ \text{Replication} \\ No\ Ammonea \rightarrow 3\ \text{Replication} \end{cases}$

หน่วยที่ 2 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 $\begin{cases} Ammonea \rightarrow 3\ \text{Replication} \\ No\ Ammonea \rightarrow 3\ \text{Replication} \end{cases}$

หน่วยที่ 3 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 $\begin{cases} Ammonea \rightarrow 3\ \text{Replication} \\ No\ Ammonea \rightarrow 3\ \text{Replication} \end{cases}$

หมายเหตุ ทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง โดย ให้มีความแตกต่างด้านเวลา พื้นที่ ปริมาณน้ำฝน และพันธุ์ยาง ซึ่งเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อ % DRC

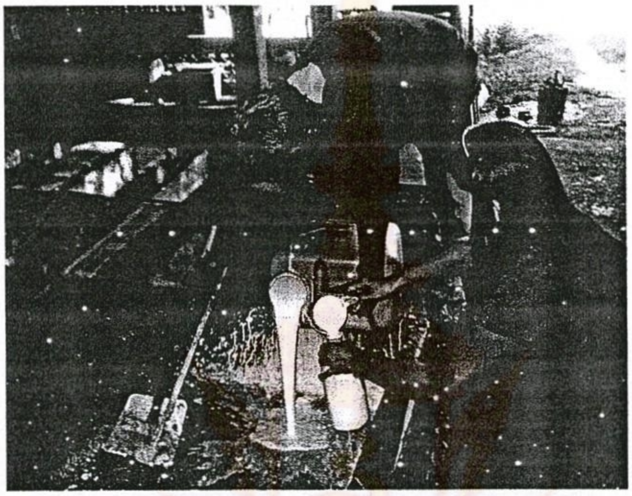
อุปกรณ์ที่ใช้ในการหา เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางสดโดยวิธีมาตรฐาน

1. ตู้อบ (Hot air oven) สำหรับใช้อบแผ่นยางตัวอย่าง
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า ละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 100 - 300 กรัม
3. จักรรีดยางตัวอย่าง ขนาดเล็ก แบบมือหมุนหรือแบบมอเตอร์ก็ได้
4. กระปุกพลาสติก ไว้สำหรับใส่ตัวอย่างน้ำยาง
5. ถ้วยสแตนเลส หรืออลูมิเนียม ไว้ใส่น้ำยางสด 10 กรัม

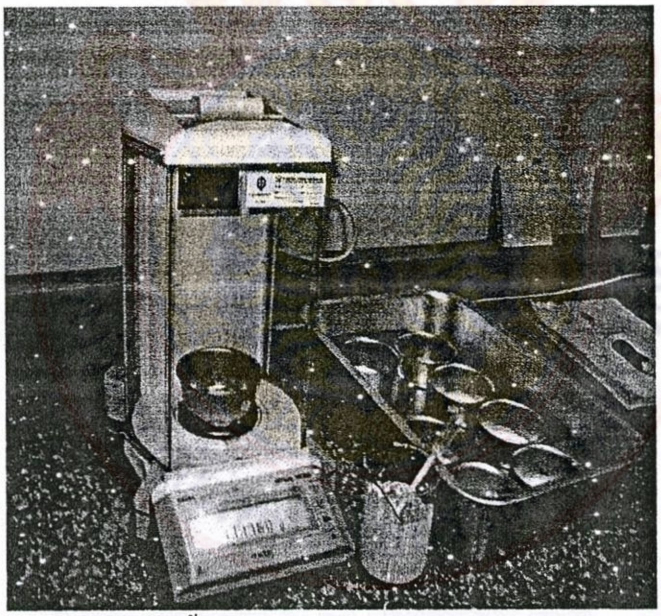
6. น้ำกรดอะซิติก ความเข้มข้น 2 %
7. น้ำกลั่นหรือน้ำสะอาด

วิธีการหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางสด (% DRC) โดยวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ มีขั้นตอนดังนี้

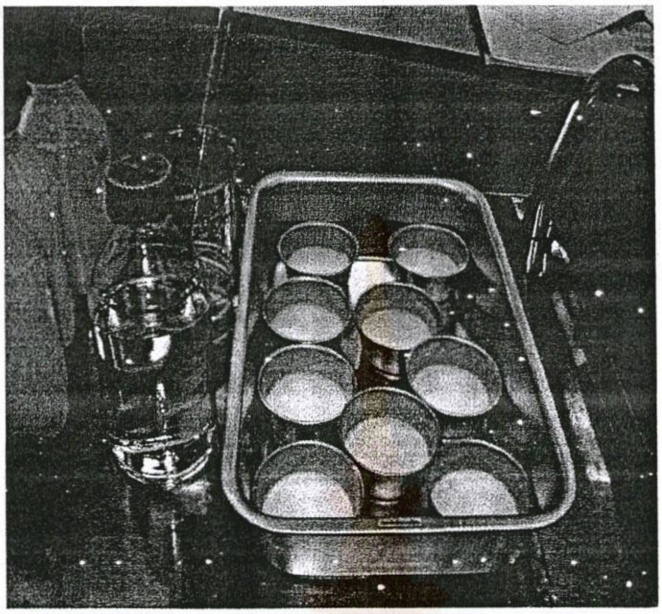
1. สุ่มตักตัวอย่างน้ำยางสดที่ต้องการหาค่า เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง



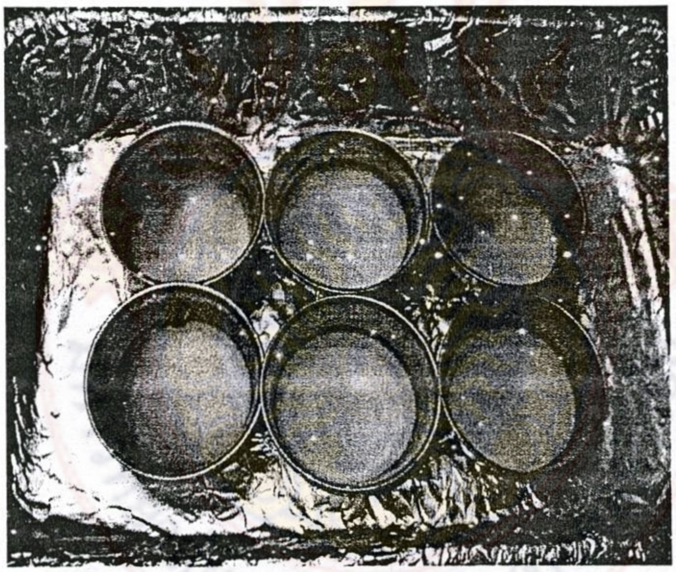
2. ชั่งน้ำยางสดใส่ถ้วยสแตนเลส หรืออลูมิเนียม 10 กรัม



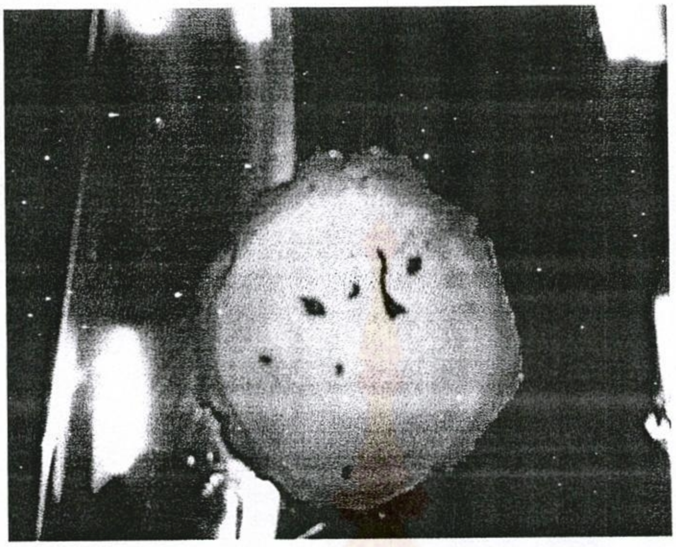
3. เติมน้ำกลั่นผสมลงไปในน้ำยาง ประมาณ 20 ซี.ซี.
4. เติมน้ำกรดอะซีติก ความเข้มข้น 2% ลงไปอีกประมาณ 15 - 20 ซี.ซี. เขย่าให้เข้ากัน



4. ตั้งทิ้งไว้ให้ยางจับตัวประมาณ 30 นาที

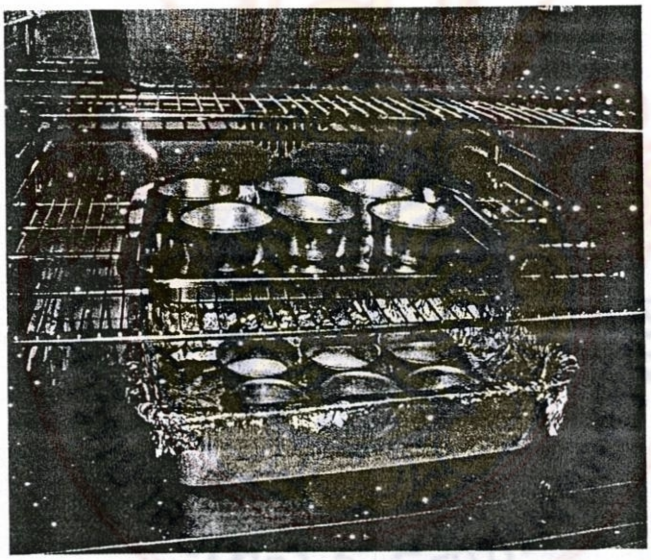


6. นำยางที่จับตัวแล้ว ไปรีดให้เป็นแผ่นบางๆ ความหนาไม่เกิน 2 มม.

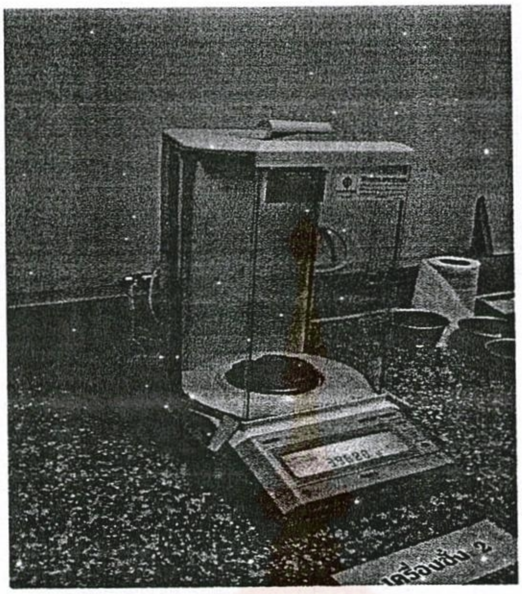


7. ล้างยางแผ่นที่รีดแล้วด้วยน้ำสะอาด

8. นำไปอบให้แห้งในตู้อบ (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบ 16 ชั่วโมง



9. นำยางที่อบแห้งแล้วออกจากตู้อบ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปชั่งน้ำหนักพร้อมบันทึกค่าไว้



10. นำค่าน้ำหนักที่ได้มาคำนวณหา เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง จากสูตร ดังนี้

เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC) = (น้ำหนักยางแห้ง คูณด้วย 100) หารด้วยน้ำหนักน้ำยางสด

เช่น น้ำหนักน้ำยางแห้ง 2.83 กรัม น้ำหนักน้ำยางสด 10.00 กรัม

เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC) = [(2.83 x 100) / 10.00]

= 28.3 %

11. บันทึกค่า เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งที่คำนวณได้

ตารางที่ 1 % DRC ของน้ำยางสดแบบเติมและไม่เติม Ammonia

ครั้งที่	**% DRC**					
	ตัวอย่างที่ 1		**ตัวอย่างที่ 2**		**ตัวอย่างที่ 3**	
	ไม่เติม Ammonia	**เติม Ammonia**	**ไม่เติม Ammonia**	**เติม Ammonia**	**ไม่เติม Ammonia**	**เติม Ammonia**
1	39.5	39.5	39.9	39.9	32.3	32.3
2	39.3	39.5	39.9	39.9	32.2	32.3
3	39.4	39.6	39.8	39.9	32.3	32.3
Mean	**39.40**	**39.53**	**39.87**	**39.90**	**32.25**	**32.27**
S.D.	**0.10**	**0.06**	**0.06**	**0.00**	**0.03**	**0.02**

ตารางที่ 2 ผลเปรียบเทียบ % DRC ของน้ำยางสดแบบเติมและไม่เติม Ammonia โดยวิธี Pair sample t-test

ตัวอย่างที่	**ไม่เติม Ammonia**	**เติม Ammonia**	**t**	**sig**	**แปลผล**
1	39.5	39.5	2.309	0.05	ไม่ต่าง
	39.3	39.5			
	39.4	39.6			
2	39.9	39.9			
	39.9	39.9			
	39.8	39.9			
3	32.3	32.3			
	32.2	32.3			
	32.3	32.3			

** ระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลการวิเคราะห์

จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 พบว่า น้ำยางสดที่เติมและไม่เติม Ammonia มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งไม่แตกต่างกัน แต่น้ำยางสดที่มีการเติม Ammonia ให้ค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าน้ำยางสดที่ไม่มีการเติม Ammonia (พิจารณาจากค่า S.D.)

การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบค่าความขุ่นในน้ำยางสด ระหว่างน้ำยางสดที่เติม Ammonia กับไม่เติม Ammonia

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

ต้องการทราบความแตกต่างของค่าความขุ่นของน้ำยางสดระหว่างน้ำยางสดที่เติม Ammonia กับไม่เติม Ammonia

การวางแผนการทดลอง

แบ่งหน่วยทดลองออกเป็น 3 หน่วย หน่วยละ 2 ชุด ชุดละ 10 ซ้ำ ดังนี้

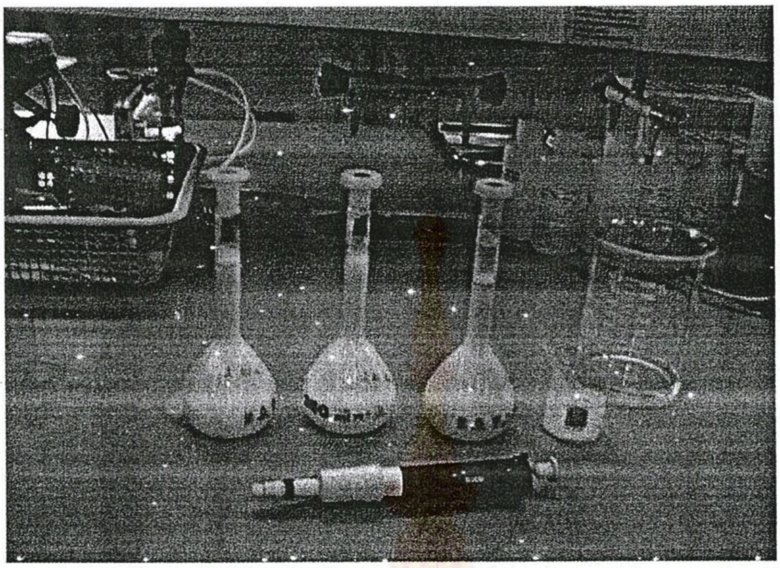
หน่วยที่ 1 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 $\begin{cases} Ammonea \rightarrow 10 \text{ Replication} \\ No\ Ammonea \rightarrow 10 \text{ Replication} \end{cases}$

หน่วยที่ 2 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 $\begin{cases} Ammonea \rightarrow 10 \text{ Replication} \\ No\ Ammonea \rightarrow 10 \text{ Replication} \end{cases}$

หน่วยที่ 3 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 $\begin{cases} Ammonea \rightarrow 10 \text{ Replication} \\ No\ Ammonea \rightarrow 10 \text{ Replication} \end{cases}$

วิธีการหาค่าความขุ่นในน้ำยางสด มีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มตักตัวอย่างน้ำยางสดที่ต้องการหาค่าความขุ่น ชั่งใส่บีกเกอร์ 10 กรัม Dilute ด้วยน้ำกลั่น 50 เท่า (เนื่องจากเครื่องมือวัดความขุ่นวัดได้ที่ระดับความขุ่นจำกัด)



2. นำตัวอย่างที่เจือจางแล้วไปวัดค่าความขุ่น ด้วยเครื่องมือวัดความขุ่น

5. บันทึกค่าความขุ่นที่วัดได้

ตารางที่ 3 ค่าความขุ่นของน้ำยางสดแบบเติมและไม่เติม Ammonia (Dilute 50 เท่า)

ครั้งที่	ค่าความขุ่นของตัวอย่าง (NTU)					
	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2		ตัวอย่างที่ 3	
	ไม่เติม Ammonia	เติม Ammonia	ไม่เติม Ammonia	เติม Ammonia	ไม่เติม Ammonia	เติม Ammonia
1	8840	9137	9010	9213	8492	8663
2	8856	9160	9120	9253	8499	8643
3	8752	9125	9070	9314	8435	8644
4	8836	9173	9150	9300	8424	8625
5	8869	9156	9045	9325	8384	8662
6	8857	9185	9133	9305	8382	8648
7	8780	9193	9114	9273	8368	8657
8	8810	9186	9060	9293	8423	8665
9	8860	9207	9110	9276	8447	8690
10	8752	9223	9009	9295	8432	8620
Mean	**8821**	**9175**	**9082**	**9285**	**8429**	**8652**
SD	**45.04**	**30.56**	**50.54**	**32.77**	**43.78**	**20.47**
C.V.	**0.51%**	**0.33%**	**0.55%**	**0.35%**	**0.52%**	**0.24%**

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าความขุ่นของน้ำยางสดแบบเติมและไม่เติม Ammonia โดยวิธี Pair sample t-test

ตัวอย่างที่	**ค่าความขุ่น (NTU)**		**t**	**sig**	**แปลผล**
	ไม่เติม Ammonia	**เติม Ammonia**			
1	8840	9137	16.670	0.00*	ต่าง
	8856	9160			
	8752	9125			
	8836	9173			
	8869	9156			
	8857	9185			
	8780	9193			
	8810	9186			
	8860	9207			
	8752	9223			
2	9010	9213			
	9120	9253			
	9070	9314			
	9150	9300			
	9045	9325			
	9133	9305			
	9114	9273			
	9060	9293			
	9110	9276			
	9009	9295			

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ค่าความขุ่น (NTU)		t	sig	แปลผล
	ไม่เติม Ammonia	เติม Ammonia			
	8492	8663			
	8499	8643			
	8492	8663			
	8499	8643			
	8435	8644			
	8424	8625			
	8384	8662			
	8382	8648			
	8368	8657			
	8423	8665			
	8447	8690			
	8432	8620			

** ระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลการวิเคราะห์

จากตารางที่ 3 และตารางที่ 4 พบว่าค่าความขุ่นของน้ำยางสดที่เติมและไม่เติม Ammonia แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 โดยค่าความขุ่นของน้ำยางสดที่เติม Ammonia มีค่าสูงกว่า และค่าความขุ่นของน้ำยางสดที่เติม Ammonia มีความเที่ยงสูงกว่าน้ำยางสดที่ไม่เติม Ammonia (พิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อน C.V. ของน้ำยางสดที่เติม Ammonia น้อยกว่าทั้ง 3 ตัวอย่าง)

การทดลองที่ 3 หาค่าความคลาดเคลื่อนในการหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งโดยวิธีมาตรฐาน และความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความขุ่น

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. ต้องการทราบความคลาดเคลื่อนของการหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งโดยวิธีมาตรฐาน
2. ต้องการทราบความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความขุ่น
3. ต้องการทราบสัดส่วนการเจือจางที่เหมาะสมในการวัดค่าความขุ่น

การวางแผนการทดลอง

แบ่งหน่วยทดลองออกเป็น 5 หน่วย แต่ละหน่วยเป็นการเก็บตัวอย่างน้ำยางสดที่มาจากต่างวัน พื้นที่ปลูกและฤดูกาล เติมแอมโมเนีย แล้วแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 นำไปหาค่า % DRC โดยวิธีมาตรฐาน

ส่วนที่ 2 นำไป Dilute 100 เท่า เพื่อหาค่าความขุ่น

แบ่งหน่วยทดลองออกเป็น 5 หน่วย หน่วยละ 2 ชุด ชุดละ 7 ซ้ำ ดังนี้

หน่วยที่ 1 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1	%DRC Standard Method	→ 7 Replication
	Turbidimeter	→ 7 Replication
หน่วยที่ 2 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2	%DRC Standard Method	→ 7 Replication
	Turbidimeter	→ 7 Replication
หน่วยที่ 3 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 3	%DRC Standard Method	→ 7 Replication
	Turbidimeter	→ 7 Replication
หน่วยที่ 4 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 4	%DRC Standard Method	→ 7 Replication
	Turbidimeter	→ 7 Replication
หน่วยที่ 5 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 5	%DRC Standard Method	→ 7 Replication
	Turbidimeter	→ 7 Replication

ตารางที่ 5 ความคลาดเคลื่อนในการวัดค่า % DRC โดยวิธีมาตรฐาน

วัดซ้ำ ครั้งที่	ผลการศึกษาค่า % DRC ของน้ำยางสด				
	ตัวอย่างที่ 1	**ตัวอย่างที่ 2**	**ตัวอย่างที่ 3**	**ตัวอย่างที่ 4**	**ตัวอย่างที่ 5**
1	42.23	36.93	34.54	40.50	41.64
2	41.99	36.86	34.45	40.67	41.38
3	41.63	37.58	34.41	40.23	41.35
4	42.01	37.49	34.40	40.77	41.41
5	42.61	37.51	34.37	40.71	41.67
6	41.58	37.17	35.01	40.55	41.63
7	41.56	37.63	35.03	40.76	41.53
Mean	**41.94**	**37.31**	**34.60**	**40.60**	**41.52**
SD	**0.39**	**0.32**	**0.29**	**0.19**	**0.14**
C.V.	**0.93%**	**0.86%**	**0.84%**	**0.45%**	**0.34%**

ผลการวิเคราะห์

จากกการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการวัดโดยวิธีมาตรฐาน โดยแต่ละตัวอย่างมีการวัดซ้ำ 7 ครั้ง พบว่าการหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งโดยวิธีมาตรฐานก็ยังมีความคลาดเคลื่อนเช่นกัน (พิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อน C.V. อยู่ระหว่าง 0.3%- 1.00%)

ตารางที่ 6 ความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความขุ่นที่ Dilute 50 เท่า

วัดซ้ำ ครั้งที่	ค่าความขุ่นที่ Dilute 50 เท่า (NTU)				
	ตัวอย่างที่ 1	**ตัวอย่างที่ 2**	**ตัวอย่างที่ 3**	**ตัวอย่างที่ 4**	**ตัวอย่างที่ 5**
1	9819	8919	8662	9506	9717
2	9815	8933	8646	9510	9715
3	9783	8923	8638	9505	9723
4	9823	8916	8666	9512	9715
5	9797	8905	8634	9518	9723
6	9805	8915	8650	9512	9729
7	9825	8933	8668	9486	9696
Mean	**9810**	**8921**	**8652**	**9507**	**9717**
SD	**14.25**	**9.35**	**12.60**	**9.46**	**9.75**
C.V.	**0.15**	**0.10**	**0.15**	**0.10**	**0.10**

ผลการวิเคราะห์

จากกการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการวัดโดยการวัดค่าความขุ่นที่ Dilute 50 เท่า โดยแต่ละตัวอย่างมีการวัดค่าความขุ่นซ้ำ 7 ครั้ง พบว่ามีค่าความขุ่นมีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 0.1%- 0.2% (พิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อน C.V.)

ตารางที่ 7 ความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความขุ่นที่ Dilute 100 เท่า

วัดซ้ำ ครั้งที่	ค่าความขุ่นที่ Dilute 100 เท่า (NTU)				
	ตัวอย่างที่ 1	**ตัวอย่างที่ 2**	**ตัวอย่างที่ 3**	**ตัวอย่างที่ 4**	**ตัวอย่างที่ 5**
1	7416	6835	6670	7196	7375
2	7407	6821	6660	7191	7354
3	7390	6809	6648	7193	7343
4	7397	6806	6660	7213	7363
5	7390	6824	6640	7189	7343
6	7378	6798	6639	7205	7367
7	7393	6805	6647	7213	7348
Mean	**7396**	**6814**	**6652**	**7200**	**7356**
SD	**11.51**	**12.05**	**10.73**	**9.49**	**11.57**
C.V.	**0.15%**	**0.18%**	**0.16%**	**0.13%**	**0.16%**

ผลการวิเคราะห์

จากกการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยการวัดค่าความขุ่นที่ Dilute 100 เท่า โดยแต่ละตัวอย่างมีการวัดค่าความขุ่นซ้ำ 7 ครั้ง พบว่ามีค่าความขุ่นมีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 0.1%- 0.2% (พิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อน C.V.)

การทดลองที่ 4 การพยากรณ์ % DRC ในน้ำยางสดจากค่าความขุ่น

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. ต้องการทราบรูปแบบความสัมพันธ์ ระหว่าง % DRC ในน้ำยางสดกับค่าความขุ่น ว่ามีรูปแบบหรือไม่ (ถ้ามี รูปแบบจะเป็นรูปแบบใด)
2. ต้องการหาความสัมพันธ์ ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางสดกับค่าความขุ่นในรูป Model ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้พยากรณ์ % DRC ในน้ำยางสดต่อไป
3. ต้องการทราบความคลาดเคลื่อนของการหา % DRC โดยการการพยากรณ์จากค่าความขุ่น ว่าแตกต่างจากวิธีมาตรฐานมากน้อย อย่างไร

วิธีการทดลอง

1. นำค่าความขุ่น และ % DRC ที่ได้จากการวัดด้วยวิธีมาตรฐาน ของแต่ละตัวอย่างไปพล็อตกราฟ เพื่อวิเคราะห์รูปแบบแนวโน้มของความสัมพันธ์
2. นำค่า % DRC ที่ได้จากการวัดด้วยวิธีมาตรฐาน และค่าความขุ่น ไปสร้างสมการ Regression เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งกับค่าความขุ่น
3. ทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบตามหลักการวิเคราะห์ Regression
4. ตรวจสอบความแม่นยำของ Model โดยเก็บข้อมูลใหม่ ซึ่งได้แก่ ข้อมูลค่าความขุ่น และ % DRC ที่ได้จากการวัดด้วยวิธีมาตรฐาน ของน้ำยางสดจำนวน 15 ตัวอย่าง แล้วแทนค่าความขุ่น (NTU) ลงใน Model ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจะได้ค่า % DRC โดยการพยากรณ์จากค่าความขุ่นนั่นเอง
5. หาค่าความคลาดเคลื่อนของการหา % DRC โดยการการพยากรณ์จากค่าความขุ่น ว่าแตกต่างจากวิธีมาตรฐานมากน้อย อย่างไร

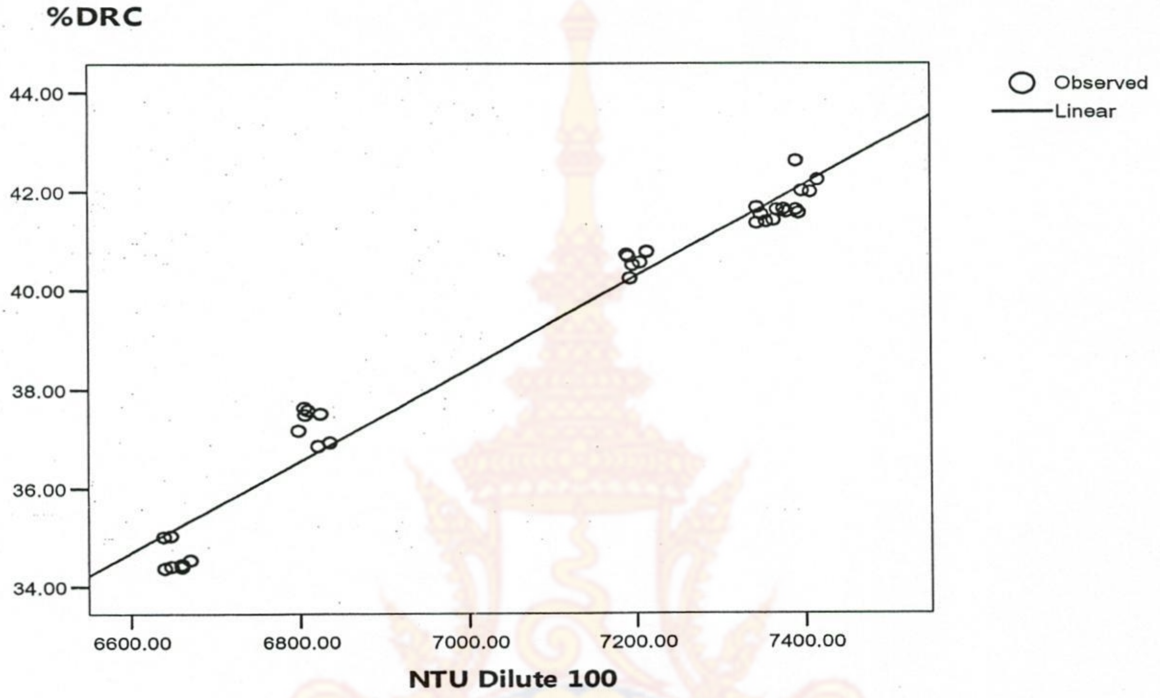
ตารางที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางสดกับค่าความขุ่นที่ Dilute 100 เท่า

การวัดซ้ำครั้งที่	% DRC	ค่าความขุ่นที่ Dilute 100 เท่า (NTU)
	ตัวอย่างที่ 1	**ตัวอย่างที่ 1**
1	42.23	7416
2	41.99	7407
3	41.63	7390
4	42.01	7397
5	42.61	7390
6	41.58	7378
7	41.56	7393
	ตัวอย่างที่ 2	**ตัวอย่างที่ 2**
1	36.93	6835
2	36.86	6821
3	37.58	6809
4	37.49	6806
5	37.51	6824
6	37.17	6798
7	37.63	6805
	ตัวอย่างที่ 3	**ตัวอย่างที่ 3**
1	34.54	6670
2	34.45	6660
3	34.41	6648
4	34.40	6660
5	34.37	6640
6	35.01	6639
7	35.03	6647

ตารางที่ 8 (ต่อ)

การวัดซ้ำครั้งที่	% DRC	ค่าความขุ่นที่ Dilute 100 เท่า (NTU)
	ตัวอย่างที่ 4	**ตัวอย่างที่ 4**
1	40.50	7196
2	40.67	7191
3	40.23	7193
4	40.77	7213
5	40.71	7189
6	40.55	7205
7	40.76	7213
	ตัวอย่างที่ 5	**ตัวอย่างที่ 5**
1	41.64	7375
2	41.38	7354
3	41.35	7343
4	41.41	7363
5	41.67	7343
6	41.63	7367
7	41.53	7348

ผลการวิเคราะห์ **Curve Fit** เพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งกับค่าความขุ่น



รูปที่ 1 Scatter Plot และ Curve Fit แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางสดกับค่าความขุ่นที่ Dilute 100 เท่า ของน้ำยาง 5 ตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์

รูปแบบความสัมพันธ์ ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางสดกับค่าความขุ่นเป็นแบบเชิงเส้น

ผลการวิเคราะห์ Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ความขุ่น[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: เนื้อยางแห้ง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.984[a]	.968	.967	.52254

a. Predictors: (Constant), ความขุ่น

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	270.332	1	270.332	990.065	.000[a]
	Residual	9.010	33	.273		
	Total	279.342	34			

a. Predictors: (Constant), ความขุ่น

b. Dependent Variable: เนื้อยางแห้ง

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-26.802	2.099		-12.767	.000
	ความขุ่น	.009	.000	.984	31.465	.000

a. Dependent Variable: เนื้อยางแห้ง

จากการผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่าง% DRC ในน้ำยางสด กับค่าความขุ่นที่ Dilute 100 เท่า (NTU) ได้สมการความสัมพันธ์ ดังนี้

$$DRC = -26.802 + 0.009NTU$$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) = 0.968

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบค่า % DRC โดยวิธีมาตรฐานและวิธีการพยากรณ์จากค่าความขุ่น

ตัวอย่างที่	**ค่าความขุ่น**	**% DRC**		**ความคลาด เคลื่อน** $\lvert X-Y \rvert$
		วิธีมาตรฐาน X	**วิธีพยากรณ์จากค่า ความขุ่น Y**	
1	7103.60	37.73	37.13	**0.60**
2	7473.60	39.93	40.46	**0.53**
3	7422.20	40.28	40.00	**0.28**
4	7673.20	43.19	42.26	**0.93**
5	7170.20	37.63	37.73	**0.10**
6	7073.20	37.43	36.86	**0.57**
7	7234.00	37.96	38.30	**0.34**
8	7175.00	36.84	37.77	**0.93**
9	7064.40	36.32	36.78	**0.46**
10	7682.60	41.74	42.34	**0.60**
11	7243.40	37.87	38.39	**0.52**
12	7121.60	37.84	37.29	**0.55**
13	7211.40	38.23	38.10	**0.13**
14	7387.20	39.50	39.68	**0.18**
15	7115.80	37.54	37.24	**0.30**

ผลการวิเคราะห์

จากตารางที่ 6 พบว่าการหา % DRC โดยวิธีวิธีการพยากรณ์จากค่าความขุ่น มีความคลาดเคลื่อนจากวิธีมาตรฐาน ประมาณ 0 -1% DRC

การทดลองที่ 5 การประยุกต์ใช้สมการพยากรณ์ % DRC ในน้ำยางสดจากค่าความขุ่น

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

นำสมการความสัมพันธ์ระหว่าง % DRC กับค่าความขุ่นที่ได้ไปเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่า % DRC ในน้ำยางสดเมื่อทราบค่าความขุ่น และคำนวณหาราคาน้ำยางสดที่พ่อค้าต้องจ่ายให้เกษตรกรในการขายแต่ละครั้ง

วิธีการทดลอง

การนำสมการความสัมพันธ์ ไปใช้เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งเมื่อทราบค่าความขุ่น โดยใช้โปรแกรม Excel

ผลการทดลอง การเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่า % DRC ในน้ำยางสดเมื่อทราบค่าความขุ่น

$$DRC = -26.802 + 0.009NTU$$

% เนื้อยางแห้ง			
#VALUE!	[illegible]	กรอกราคาน้ำยางสด ณ วันนั้น	กรอกน้ำหนักยาง
ค่าน้ำยางสดที่ต้องจ่ายให้เกษตรกร			
#VALUE!			

ตัวอย่างการนำไปใช้ เกษตรกรรายหนึ่งนำน้ำยางสดมาขายปริมาณ 56 กิโลกรัม เมื่อนำไปวัดความขุ่น พบว่ามีค่าความขุ่น 6500 NTU ราคายางแห้ง ณ วันที่ขาย 70 บาท/กิโลกรัม เกษตรกรรายนี้จะได้เงินจากการขายน้ำยางสดเท่าไร

$$DRC = -26.802 + 0.009NTU$$

% เนื้อยางแห้ง			
31.698	6500	70	56
ค่าน้ำยางสดที่ต้องจ่ายให้เกษตรกร			
1,242.5616			

บทที่ 4

สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

1. น้ำยางสดที่เติมและไม่เติม Ammonia มี% DRC ไม่แตกต่างกัน แต่น้ำยางสดที่มีการเติม Ammonia ในการวัดซ้ำให้ค่า% DRC ที่มีความเที่ยงสูงกว่าน้ำยางสดที่ไม่มีการเติม Ammonia

2. ค่าความขุ่นของน้ำยางสดที่เติมและไม่เติม Ammonia แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าความขุ่นของน้ำยางสดที่เติม Ammonia มีค่าสูงกว่า และในการวัดซ้ำค่าความขุ่นของน้ำยางสดที่เติม Ammonia มีความเที่ยงสูงกว่าน้ำยางสดที่ไม่เติม Ammonia

3. การหาความคลาดเคลื่อนในการวัดโดยวิธีมาตรฐาน พบว่าการหา% DRC โดยวิธีมาตรฐานยังมีความคลาดเคลื่อนเช่นกัน โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 0.3%- 1.00%

4. การหาความคลาดเคลื่อนในการวัดโดยการวัดค่าความขุ่นที่ Dilute 50 เท่า และ Dilute 100 เท่า พบว่ามีค่าความขุ่นมีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 0.1%- 0.2% เท่ากัน ดังนั้นในการหา % DRC ควร Dilute 100 เท่า เนื่องจากการ Dilute 100 เท่า ให้ค่าความขุ่นที่ใช้วัดกับน้ำยางสดทั่วไปไม่สูงมากเกินขีดจำกัดของเครื่องมือวัดความขุ่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ อยู่ในช่วง 5,000-10,000 NTU

5. รูปแบบความสัมพันธ์ ระหว่าง% DRC กับค่าความขุ่นเป็นแบบเชิงเส้น จากการผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่าง% DRC ในน้ำยางสด กับค่าความขุ่นที่ Dilute 100 เท่า ได้สมการความสัมพันธ์ ดังนี้

$$DRC = -26.802 + 0.009NTU$$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) = 0.968

6. พบว่าการหา % DRC โดยวิธีการพยากรณ์จากค่าความขุ่น มีความคลาดเคลื่อนจากวิธีมาตรฐานประมาณ 0 -1% DRC

7. สามารถนำสมการความสัมพันธ์ระหว่าง% DRC กับค่าความขุ่น ไปใช้เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งเมื่อทราบค่าความขุ่นได้ โดยใช้โปรแกรม Excel

อภิปรายผล

1. การเติมและไม่เติม Ammonia ลงในน้ำยางสดให้ ค่า% DRC ไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าหากไม่เติม Ammonia เพื่อรักษาสภาพน้ำยางให้คงที่ แบคทีเรียสามารถสลายสารโปรตีนในเนื้อยางทำให้เนื้อยางลดลงได้ นอกจากนี้พบว่าน้ำยางสดที่ค่า% DRC ต่างกันเล็กน้อยหากตรวจหาโดยวิธีมาตรฐานอาจไม่พบความแตกต่าง แต่หากนำยางสดนั้นมาวัดค่าความขุ่นจะสามารถเห็นความแตกต่างได้ชัดเจนกว่า จากกการหาความคลาดเคลื่อนในการวัดโดยวิธีมาตรฐาน พบว่าการหา% DRC โดยวิธีมาตรฐานก็ยังมีความคลาดเคลื่อนเช่นกันและหากเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนกับวิธีการพยากรณ์จากค่าความขุ่น พบว่ามีความคลาดเคลื่อนไม่ต่างกัน คือ มีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0 -1% DRC

2. ก่อนนำน้ำยางสดไปวัดค่าความขุ่นเพื่อหา % DRC โดยวิธีการพยากรณ์จากค่าความขุ่น ต้องทำการเจือจางน้ำยางสดด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า เสียก่อน เนื่องจาก เครื่องมือที่ใช้วัดความขุ่นไม่สามารถวัดความขุ่นของน้ำยางสดโดยตรงได้ เพราะน้ำยางสดมีระดับค่าความขุ่นมากเกินกว่าศักยภาพของเครื่องที่จะวัดได้ ดังนั้นการเจือจางน้ำยางสดด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า ทำให้ใช้เครื่องวัดความขุ่นรุ่น .confab Turbidimeter MODEL 850I / 850S นี้ได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเครื่องมือวัดค่าความขุ่นที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ไม่สามารถวัดค่าความขุ่นของน้ำยางสดโดยตรงได้เนื่องจากค่าความขุ่นของน้ำยางมากเกินกว่าศักยภาพของเครื่องมือจะวัดได้ และเครื่องมือวัดความขุ่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีขนาดใหญ่และราคาแพงไม่เหมาะแก่การนำไปใช้กับเกษตรกร ดังนั้นควรมีการศึกษาการสร้างเครื่องวัดหาเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งโดยอาศัยหลักการของการหาค่าความขุ่นที่สามารถวัดค่าความขุ่นได้ในช่วง 5,000-10,000 NTU เนื่องจากน้ำยางในธรรมชาติเมื่อมีการ Dilute 100 เท่าจะมีค่าความขุ่นอยู่ในช่วงนี้ แล้วนำสมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ไปเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่า % DRC ในน้ำยางสดเมื่อทราบค่าความขุ่นต่อไป

บรรณานุกรม

พรพรรณ นิธิอุทัย. 2524 . การหาปริมาณเนื้อยางแห้งจากน้ำยางสดโดยวิธีวัด Light transmission.รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มั่น ตัณฑุลเวศม์. 2543. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์ , กรุงเทพ

ศิริพร จึงสุทธิวงศ์ และคณะ .2550 . ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเนื้อยางแห้งกับสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำยาง.รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. โครงการจัดตั้งกองส่งเสริมการวิจัยฯ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

Chin, H.C. and Mohinder Singth, Manual of Laboratory Methods of Testing Hevea Latex, Rubber Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur. (1971) 10-14.

Ridson, EJ, Determination of the dry rubber content of natural rubber latex Part III – Methods for fresh latex with special reverence to the metrolac. Rubber Research Institute of Ceylon quarterly Circular. (1955) 31: 34-50.

Reji Kumar, R., Najamul Hussain, Sand Philip, Measurement of Dry Rubber Content of Natural Rubber Latex with a Capacitive Transducer, Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia.10 (1): 19-25, 2007

Zhang L., Zhao Z. M., Jin X. D., Liu L., Chen G.,Measurement optical fibers rubber standard model (Nuclear physics) analog-to-digital converters. Journal of Testing & Evaluation; Sep 2010, Vol. 38 Issue 5, 628-634