สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานฉบับสมบูรณ์

การวิจัย เรื่อง

การวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดและน้ำยางข้นโดยการวัดที่ต้นยางพารา โดยตรงด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปี

Evaluation of dry rubber content in field latex and concentrated latex by detecting at standing Para rubber tree by non-destructive method using near infrared spectroscopy

ชื่อผู้วิจัย 1. นางสาว ปานมนัส ศิริสมบูรณ์
2. นางวารุณี ธนะแพสย์

RCH
QC
H65
ป5ม47ก
ฉบ.1
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 116111
วัน,เดือน,ปี -2 พ.ค. 2554

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปี 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
b.12313785
i.....

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย (รศ. ดร. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ และ นางวารุณี ธนะแพสย์) และคณะผู้ช่วยวิจัย (อภิดุล แก้วกับทอง) ขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนงบประมาณ ประจำปี 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
ปกใน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 แผนการดำเนินงาน	4
บทที่2 การตรวจเอกสาร	6
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของยางพารา	6
2.2 พันธุ์ยาง	8
2.3 การกรีดยางพารา	9
2.4 การปลูกยางพารา	14
2.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยเบื้องต้นและผลการวิจัย	19
3.1 สถานที่การดำเนินการวิจัยเบื้องต้น	19
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ	19
3.3 อุปกรณ์	19
3.4 การหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง (DRC)	20
3.5ผลการวิจัย	21
3.6 สรุปผลการทดลองเบื้องต้น	25
บทที่ 4 การทดลองเพื่อตรวจสอบเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของเปลือกต้นยาง	26
4.1 สถานที่การดำเนินการทดลอง	26
4.2 วัตถุประสงค์	26
4.3 ขั้นตอนการดำเนินการ	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลอง 30
4.5 สรุปผล 31
บทที่ 5 การทดลองเพื่อตรวจสอบเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของเปลือกต้นยางโดยวัดที่ต้นยางโดยตรง 32
5.1 สถานที่การดำเนินการทดลอง 32
5.2 วัตถุประสงค์ 32
5.3 ขั้นตอนการดำเนินการ 32
5.4 ผลการทดลอง 33
5.5 สรุปผล 33
เอกสารอ้างอิง 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 2.1 ผลผลิตเนื้อยางของพันธุ์แนะนำ (หน่วย: กิโลกรัมต่อไร่)	9
ตารางที่ 3.1ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง (DRC) ในแต่ละต้น	25
ตารางที่ 5.1 สภาวะการวัดสเปกตรัม	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้าที่

ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างยางธรรมชาติ cis-1,4-polyisoprene 6
ภาพที่ 2 ทางเดินของท่อน้ำยางและทิศทางที่ควรกรีด 10
ภาพที่ 3 การเปิดกรีดครั้งแรก 10
ภาพที่4 อุปกรณ์ในการเปิดกรีดยาง 11
ภาพที่ 5 วิธีติดรางและถ้วยรับน้ำยาง 12
ภาพที่ 6 การเปิดกรีดยางหน้าที่สอง 12
ภาพที่ 3.1 ผังการทดลองเบื้องต้น 19
ภาพที่ 3.2 การใส่สารละลายกรดอะซิติกให้ยางจับตัว 21
ภาพที่ 3.3 การรีดแผ่นยางที่จับตัวก่อนเข้าเตาอบ 21
ภาพที่ 3.4 สเปคตรัมของต้นยางพารา อายุ 19 ปี 16 ต้น 22
ภาพที่ 3.5 สเปคตรัมเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 ปี 22
ภาพที่ 3.6 สเปคตรัมอนุพันธ์อันดับสองเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 ปี 23
ภาพที่ 3.7 สเปคตรัมเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 ปีเมื่อเก็บน้ำยาง 23
ภาพที่ 3.8 สเปคตรัมอนุพันธ์อันดับสองเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 เมื่อเก็บน้ำยาง 24
ภาพที่ 4.1 การตรวจวัดสเปกตรัมของตัวอย่างน้ำยางสด 26
ภาพที่ 4.2 เปลือกยางแห้ง 27
ภาพที่ 4.3 ผงเปลือกยางแห้ง 27
ภาพที่ 4.4 การสแกนตัวอย่างผงเปลือกยางแห้ง 28
ภาพที่ 4.5 การเปรียบเทียบสเปกตรัมของน้ำยางสด (Latex) กับสเปกตรัมของผงเปลือกยางแห้ง 29
ภาพที่ 5.1 (a) ตัวอย่าง (b) สเปกตรัม NIR วัดโดย FT-NIR spectrometer 35
ภาพที่ 5.2 (a) การวัดสเปกตัรมที่ต้นยาง (b)) สเปกตรัม NIR วัดโดย Fruits selector 36
ภาพที่ 5.3 (a) การวัดสเปกตัรมที่ต้นยาง (b) สเปกตรัม NIR วัดโดย S2830 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ยางพารามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Hevea brasiliensis เป็นพืชสกุล EUPHORBIACEAE นับตั้งแต่ปี 2534 เป็นต้นมาประเทศไทยผลิตและส่งออกยางเป็นอันดับหนึ่งของโลก คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 40 ของยางทั้งหมดของโลก [1] พื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดประมาณ 12.62 ล้านไร่ โดยกระจายอยู่ในภาคใต้ ร้อยละ 90 และอีกร้อยละ10 กระจายอยู่ในภาคตะวันออกและอื่นๆ และอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในรูปแบบการเพิ่มผลผลิตต่อไร่และการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่แห่งใหม่ เนื่องจากมีปัจจัยหลักเป็นแรงจูงใจ คือ ราคาผลผลิตสูง [1] ประเทศไทยสามารถเพิ่มผลผลิตยางพาราขึ้นจาก 90 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2504 เป็น 286 กิโลกรัมต่อไร่ในปี 2546 [2] ซึ่งผลผลิตยางในปี พ.ศ. 2550 ประเทศไทยผลิตยางธรรมชาติได้มากที่สุดในโลก ผลิตได้ 2.95 ล้านตันหรือ 31.15% ของยางธรรมชาติ [3] และประมาณร้อยละ 89 ของผลผลิตเพื่อการส่งออก ที่เหลือร้อยละ 11 ใช้ในอุตสาหกรรมในประเทศ [2] โดยยางพาราสามารถสร้างมูลค่าได้ถึงปีละ 2.5 แสนล้านบาท อย่างไรก็ตาม คาดว่าในปีพ.ศ. 2551 นี้ไทยจะผลิตยางธรรมชาติได้ถึง 3.1 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปีพ.ศ. 2550 ร้อยละ 5.86 ซึ่งจะทำให้มูลค่าการส่งออกในปีนี้เพิ่มสูงขึ้นด้วย [4] ตลาดส่งออกยางธรรมชาติของไทยที่สำคัญได้แก่ จีน ญี่ปุ่น มาเลเซีย สหรัฐอเมริกา เกาหลีใต้ สิงคโปร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจีนเป็นประเทศผู้ใช้ยางมากที่สุดของโลกเนื่องจากมีปัจจัยที่สนับสนุนในเรื่องจำนวนประชากรและการเติบโตทางเศรษฐกิจ [2] ทั้งนี้เนื่องจากผลกระทบจากเงินบาทแข็งค่าทำให้ยางธรรมชาติของไทยมีราคาสูงกว่าเมื่อเทียบกับประเทศคู่แข่งสำคัญคือ อินโดนีเซีย ประเทศคู่ค้ายางธรรมชาติของไทยต่างชะลอการนำเข้าจากไทย และหันไปซื้อยางจากอินโดนีเซียแทน รวมทั้งมาเลเซียก็เริ่มมีผลผลิตยางเพียงพอกับความต้องการมากขึ้นโดยเฉพาะน้ำยางข้น ประเด็นที่น่าสนใจคือ ในช่วงระยะ 2-3 ปีข้างหน้าการส่งออกยางธรรมชาติของไทยจะยังคงต้องเผชิญการแข่งขันอย่างรุนแรงในตลาดโลก โดยเฉพาะจากอินโดนีเซีย และมาเลเซีย เนื่องจากเนื้อที่ปลูกยางตั้งแต่ปี 2547 เริ่มทยอยให้ผลผลิต ซึ่งเท่ากับว่าปริมาณยางธรรมชาติในตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นตลาดยางธรรมชาติจะมีการแข่งขันกันทั้งในด้านปริมาณและราคา แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยยังคงมีปริมาณการผลิตยางเป็นอันดับหนึ่งของโลก แต่ปริมาณการผลิตยางของไทยมีอัตราการขยายตัวในอัตราที่ค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับอินโดนีเซียและมาเลเซีย กล่าวคือในปี 2547-2549 อัตราการขยายตัวของปริมาณผลผลิตยางของอินโดนีเซียเท่ากับร้อยละ 15.3 ,9.9 และ 8.8 ตามลำดับ ขณะที่ไทยในช่วงเวลาเดียวกันนั้นขยายตัวในอัตราร้อยละ 3.9 ,-5.1 และ 4.1 ตามลำดับ ปริมาณการผลิตยางของอินโดนีเซียในปี 2549 เท่ากับ 2.47 ล้านตันน้อยกว่าไทยเพียง 0.48 ล้านตันเท่านั้น นอกจากนี้ประเด็นที่ต้องจับตามองคือ เนื้อที่ปลูกยางของอินโดนีเซียทั้งหมด(รวมพื้นที่ที่ยังไม่ให้ผลผลิตด้วย)ในปัจจุบันเท่ากับ 21.08 ล้านไร่ ในขณะที่เนื้อที่ปลูกยางทั้งหมดของไทยเท่ากับ 12.38 ล้านไร่ ดังนั้นเมื่อพื้นที่ปลูกยางเหล่านี้ทยอยให้ผลผลิตก็จะส่งผลให้ปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมาก ประเทศผู้ผลิตที่น่าจับตามองคือ เวียดนาม มีอัตราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นมากที่สุดในบรรดาประเทศผู้ผลิตยางทั้งหมด โดยเพิ่มขึ้นทั้งในลักษณะของผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่และเนื้อที่ปลูกยาง [5]

ผลผลิตยางพาราที่เกษตรกรผลิตได้จะอยู่ในรูปน้ำยางสด จะถูกนำไปแปรรูปเบื้องต้นเป็นวัตถุดิบเพื่อให้เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์และมีคุณภาพที่สม่ำเสมอกว่าน้ำยางสดได้แก่ น้ำยางข้น ยางแผ่น ยางแท่ง เป็นต้น [2] เกษตรกรจะขายผลผลิตเป็นน้ำยางสดให้กับโรงงาน แล้วโรงงานจะนำไปแปรรูปเป็นน้ำยางข้น เพื่อส่งออกหรือแปรรูปต่อเป็นผลิตภัณฑ์ยางซึ่งปริมาณน้ำยางข้นที่ประเทศไทยสามารถผลิตได้ในปี พ.ศ. 2550 เท่ากับ 738 พันตันหรือมีสัดส่วนร้อยละ 13.2 ของปริมาณการผลิตยางแปรรูปขั้นต้นทั้งหมด มูลค่าการส่งออกในช่วง 8 เดือนแรกของปีเท่ากับ 786.7 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯลดลงจากระยะเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 3.9 เนื่องจากมาเลเซียที่เป็นประเทศคู่ค้าที่มีสัดส่วนการตลาดมากเป็นอันดับหนึ่งนั้นมีมูลค่าใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2549 ในขณะที่การส่งออกไปยังจีนและฮ่องกงมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามประเทศคู่ค้าที่ไทยสามารถขยายการส่งออกได้ คือ ญี่ปุ่นและเกาหลีใต้ [5]

แม้ว่าไทยจะเป็นประเทศผู้ส่งออกยางพารารายใหญ่ที่สุดของโลก แต่ความได้เปรียบในการแข่งขันส่งออกยางพาราของไทยกลับลดลง ขณะเดียวกันไทยก็ไม่ได้เป็นประเทศที่สามารถกำหนดราคาในตลาดโลกได้ โดยราคามีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามราคาในตลาดโลก เมื่อพิจารณาแยกประเภทยางที่ส่งออกแล้วพบว่ามูลค่าการส่งออกยางแท่ง ซึ่งมีสัดส่วนการส่งออกมากที่สุดในบรรดายางส่งออกทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงอย่างมาก รวมทั้งการส่งออกยางแผ่นรมควัน และน้ำยางข้นก็มีแนวโน้มลดลงเช่นกัน ซึ่งปัจจุบันรัฐบาลไทยมีนโยบายการวิจัยและพัฒนายางซึ่งเป็นหัวใจสำคัญเพื่อเป็นการต่อยอดและขยายผลการใช้ยางในเชิงพาณิชย์ได้ ซึ่งเป็นไปตามยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ 2551-2553 ที่ได้กำหนดกรอบทิศทางการวิจัยของประเทศ นำไปใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานวิจัยยางพาราใน 2 แผนงานด้วยกันคือ แผนงานการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและนำไปสู่การแข่งขัน และการพึ่งตนเอง และแผนงานการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาวัตถุดิบในประเทศและการเพิ่มมูลค่าสินค้า เพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิตและการตลาด ซึ่งจะส่งผลให้การพัฒนาอุตสาหกรรมยางเกิดขึ้นได้จริงและต่อเนื่อง [5] ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content, %DRC) ในน้ำยางสดและน้ำยางข้นเป็นพารามิเตอร์สำคัญในการซื้อขายน้ำยางสดและน้ำยางข้น การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เช่นเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปีในการวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดโดยการวัดที่ต้นยางพาราโดยตรงเป็นวิธีไม่ทำลาย จะช่วยทำให้เกษตรกรสามารถทำนายปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดและน้ำยางข้นได้ก่อนที่จะกรีดยาง ซึ่งด้วยเทคนิคนี้สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำไม่ต้องใช้กรรมวิธีทางเคมีขณะวัด ทำให้ลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับเกษตรกร สามารถประกันคุณภาพน้ำยางสดก่อนส่งขายโรงงาน ทำให้ได้น้ำยางที่มีคุณภาพสูง ทั้งยังช่วยให้โรงงานสามารถประเมินปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางข้นเมื่อรับซื้อน้ำยางสดทันที ทำให้คุณภาพของน้ำยางสดและน้ำยางข้นมีคุณภาพสูงและรับประกันได้ สามารถรักษาตลาดที่ต้องการน้ำยางที่มีคุณภาพสูงเช่นญี่ปุ่นและเกาหลีใต้ไว้ได้ ทำให้สามารถโรงงานผู้ส่งออกเพิ่มความมั่นใจให้ลูกค้าและสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ เช่นนักปรับปรุงพันธุ์ สามารถรู้ผลการปรับปรุงพันธุ์ได้อย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวดเร็ว ประหยัดเวลา ทำให้สามารถพัฒนาพันธุ์ยางให้มีผลผลิตและคุณภาพสูงขึ้นได้อย่างรวดเร็ว แต่การนำเทคโนโลยีนี้มาใช้จำเป็นต้องมีการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการทำนาย (Calibration model) ก่อนการนำไปใช้งาน ดังนั้นด้วยเหตุผลและความสำคัญดังที่กล่าวมาจึงขอเสนอโครงการวิจัยเพื่อของบประมาณเพื่อการวิจัยเรื่อง **การวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดและน้ำยางข้นโดยการวัดที่ต้นยางพาราโดยตรงด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปี**

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

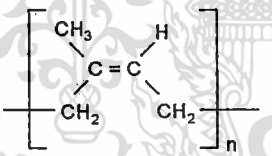
1) เพื่อสร้างแบบจำลองในการวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดโดยการวัดที่ต้นยางพาราโดยตรงด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปี
2) เพื่อประยุกต์แบบจำลองที่ได้ใน 6.1 ใช้จริงในสวนยาง
3) เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ในการประยุกต์ใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปีเพื่อการตรวจวัดในวงการผลิตน้ำยาง

1.3ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยจะใช้ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ทั้งนี้เนื่องจากการสำรวจข้อมูลในพื้นที่ส่วนใหญ่ เกษตรกรมากกว่าร้อยละ 90 นิยมปลูกพันธุ์ RRIM 600 เนื่องจากให้ผลผลิตสูงมากในระยะ 2 ปีแรกและปีกรีดต่อๆมา [2]

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

เนื่องจากอนุภาคยางในน้ำยางประกอบด้วยสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน มีโครงสร้างทางเคมีเป็น



cis-1, 4 polyisoprene [6] ซึ่ง คลื่นเนียร์อินฟราเรดมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 700-2500 nm ซึ่งจะเกิดการดูดซับที่ความถี่แบบ Overtone และ/หรือ Combination ที่ความยาวคลื่น 746, 762, 913, 1053, 1215, 1395, 1415, 1725, 2310, 2323 nm มีการสั่นสะเทือน(Bond vibration) ของพันธะ C-H ของ CH_2 และที่ความยาวคลื่น 740, 900, 1015, 1195, 1360 nm มีการสั่นสะเทือน ของพันธะ C-H ของ CH_3 [7] การทะลุทะลวงของคลื่นเนียร์อินฟราเรดช่วงคลื่นสั้น (700-1100 nm) สามารถลงลึกได้ประมาณ 0.5-1 cm ซึ่งสอดคล้องกับความลึกจากผิวถึงบริเวณท่อน้ำยาง (ระดับความลึกในการกรีดยาง) ดังนั้นการนำเทคโนโลยีเนียร์อินฟราเรดมาใช้วิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งจึงมีความเป็นไปได้ อย่างไรก็ดี การที่จะมองเห็นความเปลี่ยนแปลงในรูปแบบการดูดกลืนแสงโดยตรงนั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากน้ำซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของต้นยางพารามีรูปแบบการดูดกลืนแสง (Absorption band) ขนาดใหญ่ครอบคลุมรูปแบบการดูดกลืนแสงของสารเคมีชนิดอื่น ดังนั้นจึงต้องนำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบตัวแปรพหุ (Multivariate analysis) มาช่วยในการขจัดตัวแปรรบกวนออกไปแล้วสร้างแบบจำลองในการทำนาย (Calibration model) ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งของเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สามารถเพิ่มศักยภาพของการปรับปรุงและประกันคุณภาพของการผลิตน้ำยางสดของประเทศได้ ทำให้เกษตรกรสามารถขายยางได้ราคาดีเพราะสามารถเลือกกรีดยางที่ต้นหรือช่วงเวลาที่เหมาะสมที่ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งสูง และทำให้โรงงานผู้ผลิตน้ำยางข้นสามารถมั่นใจในคุณภาพของวัตถุดิบและทราบปริมาณเนื้อยางแห้งของน้ำยางสดที่รับซื้อจากเกษตรกรในเวลาที่รวดเร็ว
2. นอกจากนี้ยังช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ เช่นนักปรับปรุงพันธุ์ สามารถรู้ผลการปรับปรุงพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลา ทำให้สามารถพัฒนาพันธุ์ยางให้มีผลผลิตและคุณภาพสูงขึ้นได้อย่างรวดเร็ว
3. สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ในการประยุกต์ใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปีเพื่อการตรวจวัดในวงการผลิตน้ำยางส่งผลให้อุตสาหกรรมยางมีวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี
4. ผลงานสามารถจดสิทธิบัตร และเผยแพร่ในวารสารระดับชาติและระดับนานาชาติได้
5. นอกจากนี้นักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการนี้ทั้งระดับปริญญาตรีโท จะได้รับความรู้และทักษะในการวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดและน้ำยางข้นและเทคนิคทาง Near Infrared Spectroscopy

1.6 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินงาน (เดือน)											
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24
1. หาแหล่งปลูกยางพาราในภาคตะวันออก	*											
2. เตรียมอุปกรณ์ เครื่องวัดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสด	*	*										
3.เตรียมตัวอย่างที่ช่วงอายุต่างๆ เพื่อให้ได้ช่วงของปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดที่กว้างพอสำหรับสร้างแบบจำลอง			*									
4. ทดลองการสแกนต้นยางพาราด้วยคลื่น NIR และวัดปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดจากต้นที่สแกน			*									
5.ตรวจสอบเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของเปลือกต้นยาง			*									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.-การสแกนต้นยางพาราด้วยคลื่น NIR (ศึกษาความเป็นไปได้)				*	*	*						
8. -การสแกนต้นยางพาราชุดใหม่ด้วยคลื่น NIR เพื่อทดสอบแบบจำลอง - การวัดปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดจากต้นที่สแกน							*	*				
7. วิเคราะห์ข้อมูล สร้างแบบจำลองและสรุปผลเขียนรายงาน									*	*		
9. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลเขียนรายงาน											*	*

* ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว *ยังไม่ได้ดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

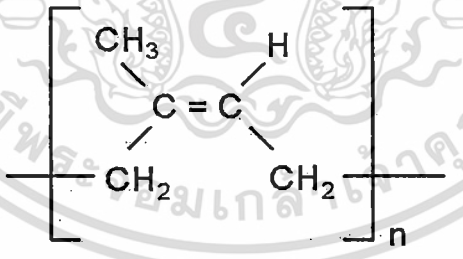
บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ยางพาราเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่มีอายุยืนยาวหลายสิบปี เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ อยู่ใน Family Euphorbiaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Hevea brasiliensis มีถิ่นกำเนิดมาจากแถบประเทศลาตินอเมริกาองค์การสากลระหว่างประเทศได้ยอมรับคำว่า "ยางพารา" (Para Rubber) เป็นตัวแทนของยางธรรมชาติ เนื่องจากร้อยละ 99 ของยางธรรมชาติที่ปลูกเป็นพืชชนิดนี้ การแบ่งชั้นของยางพาราแบ่งออกได้ดังนี้

Division - Spermatophyta	Sub-division - Pteropsida
Class - Angiosperm	Sub-class - Dicotyledon
Order - Euphorbiales	Family - Euphorbiaceae
Genus - Hevea	Species – brasiliensis

ยางธรรมชาติมีชื่อทางเคมี คือ cis-1,4-polyisoprene (ภาพที่ 1) เนื่องจากส่วนประกอบของยางธรรมเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีขั้ว ดังนั้นยางจึงละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น เบนซีน เฮกเซน เป็นต้น โดยทั่วไปยางธรรมชาติมีโครงสร้างการจัดเรียงตัวของโมเลกุลแบบอสัณฐาน (amorphous) แต่ในบางสภาวะโมเลกุลของยางสามารถจัดเรียงตัวค่อนข้างเป็นระเบียบที่อุณหภูมิต่ำหรือเมื่อถูกยืดจึงสามารถเกิดผลึก (crystallize) ได้ การเกิดผลึกเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (low temperature crystallization) จะทำให้ยางแข็งมากขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ยางก็จะอ่อนลงและกลับสู่สภาพเดิม ในขณะที่การเกิดผลึกเนื่องจากการยืดตัว (strain induced crystallization) ทำให้ยางมีสมบัติเชิงกลดี นั่นคือยางจะมีความทนทานต่อแรงดึง (tensile strength) ความทนทานต่อการฉีกขาด (tear resistance) และความทนทานต่อการขัดสี (abrasion resistance) สูง



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างยางธรรมชาติ cis-1,4-polyisoprene

ลักษณะเด่นอีกอย่างของธรรมชาติคือ ความยืดหยุ่น (elasticity) ยางธรรมชาติมีความยืดหยุ่นสูง เมื่อแรงภายนอกที่มากระทำกับมันหมดไป ยางก็จะกลับคืนสู่รูปร่างและขนาดเดิม (หรือใกล้เคียง) อย่างรวดเร็ว ยางธรรมชาติยังมีสมบัติดีเยี่ยมด้านการเหนียวติดกัน (tack) ซึ่งเป็นสมบัติสำคัญของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องอาศัยการประกอบ (assemble) ชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่น ยางรถยนต์ เป็นต้น[RTUชนิดของยางและการใช้งาน]

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของยางพารา [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราก (Root) ยางพารามีราก 2 ชนิด คือ รากแก้ว (Primary Root) มีความยาวประมาณ 1.50 - 2.0เมตร ทำหน้าที่หาอาหารและยึดลำต้น และรากแขนง (Secondary Root หรือ Lateral Root) ซึ่งจะแผ่ไปได้ไกลถึง 20 เมตร

ลำต้น (Stem) ยางพาราเป็นไม้ยืนต้นประเภทเนื้ออ่อนเมื่อโตเต็มที่จะมีความสูงประมาณ 25-30 เมตร เปลือกหนาประมาณ 6.50-15.0 มิลลิเมตร ต้นอ่อนมีเปลือกบางกว่าต้นแก่ ลำต้นยางพาราจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- เนื้อไม้แข็ง (Pith) อยู่ตรงกลางลำต้น
- เนื้อไม้ (Wood) เป็นชั้นที่อยู่ถัดออกมา
- เยื่อเจริญ (Cambium) เป็นเนื้อเยื่อบางๆ อยู่รอบเนื้อไม้ มีหน้าที่สร้างความเจริญเติบโต
- เปลือกไม้ (Bark) อยู่ถัดจากเยื่อเจริญออกมาด้านนอกสุด เป็นส่วนสำคัญเพราะมีท่อน้ำยางอยู่ บริเวณส่วนนี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนนอกสุดเรียกว่า Epidermis มีสีเขียวเมื่ออายุยังน้อย แต่เมื่ออายุมากเข้าจะกลายเป็นสีน้ำตาลและหนาขึ้นเรียกว่า Cork ส่วนกลางหรือส่วนที่เป็นเปลือกแข็งประกอบด้วย Stone Cell ซึ่งจะมีมากน้อยแตกต่างกันไปตามพันธุ์ Stone Cell นี้ มีส่วนทำให้เปลือกยางแข็งมีสีเหลืองและเปราะ ถ้ามีจำนวนมากจะทำให้กรีดยางลำบากขึ้น และส่วนสุดท้ายคือส่วนในหรือส่วนที่เป็นเปลือกอ่อนเป็นส่วนที่มีท่อน้ำยางอยู่มากโดยเฉพาะด้านในสุดของเปลือกที่ติดกับเยื่อเจริญ (Cambium) จะยิ่งมีท่อน้ำยางมากขึ้น และจำนวน Stone Cell จะค่อยๆหมดไป การเจริญเติบโตตามปกติจะมีเส้นรอบวงของต้นยางขยายออกเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 10 เซนติเมตร

ใบ (Leaf) เป็นใบรวมโดยทั่วไป 1 ก้านใบจะมีใบย่อย 3 ใบ แต่บางพันธุ์อาจมี 4-5 ใบ เช่น พันธุ์ RRIM 701, RRIM703 และ PB 235 เป็นต้น ใบมีหน้าที่หลักในการปรุงอาหาร หายใจและคายน้ำ ใบยางจะแตกออกมาเป็นชั้นๆ เรียกว่า ฉัตร ระยะเวลาเริ่มแตกฉัตรจนถึงใบฉัตรนั้นแก่เต็มที่จะใช้เวลาประมาณ2-3 เดือน ยางจะผลัดใบในฤดูแล้งของทุกปี

ดอก (Flower) ทำหน้าที่ขยายพันธุ์ ดอกจะออกตามปลายกิ่งหลังจากที่ต้นยางผลัดใบโดยออกพร้อมๆ กับใบยางที่แตกใหม่หรือออกหลังจากที่ยางแตกใบสมบูรณ์เต็มที่แล้ว มีลักษณะเป็นช่อ แต่ละช่อมีหลายกิ่ง ซึ่งจะมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ด้วยกัน ดอกตัวเมียจะเห็นได้เด่นชัดแต่จำนวนน้อยกว่าเพราะอยู่ตรงปลายสุดของกิ่งหรือช่อและเป็นดอกที่มีขนาดใหญ่กว่าดอกตัวผู้ประมาณกว่าเท่าตัว ตอนบนของรังไข่มีตุ้มสีขาว 3 ตุ้ม คือ พูรังไข่หรือเกสรตัวเมีย

ผล (Fruit) เกิดจากการผสมระหว่างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ยางเป็นพืชที่มีการผสมเกสรแบบเปิด ดอกที่ผสมติดแล้วรังไข่จะขยายตัวออกช้าๆ เมื่อผลมีอายุ 2.5-3 เดือนจะโตเต็มที่ ผลยางจะมีลักษณะเป็นพูอาจมี 4-5 พูก็ได้ แต่ละพูจะมีเมล็ดอยู่ภายใน แตกและร่วงหล่นมาเองเมื่อแก่จัดเมื่อโตเต็มที่จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ4.5-5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 4.5 เซนติเมตรยางหนึ่งต้นจะให้ผลผลิตเฉลี่ย 50 ผลต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ด (Seed) มีสีน้ำตาลลายขาวคล้ายสีเมล็ดละหุ่ง ยาวประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1.5-2.5 เซนติเมตร และหนัก 3.6 กรัม เมล็ดยางเมื่อหล่นใหม่ๆ จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงมากแต่เปอร์เซ็นต์ความงอกนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว ในสภาพปกติเมล็ดยางจะรักษาความงอก ไว้ได้ประมาณ 20 วันเท่านั้น

ท่อน้ำยาง (Latex Vessel) เป็นรูปทรงกระบอกเวียนไปตามลำต้นของยางจากซ้ายต่ำไปขวาสูงรอบลำต้น (ยกเว้นยางพันธุ์ KRS 13 ที่มีท่อน้ำยางเวียนจากขวาไปซ้าย) โดยทั่วไปจะทำมุมเอียงจากแนวดิ่งประมาณ 2-5 องศา ท่อน้ำยางดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ

1. เกิดจากการเชื่อมติดกันระหว่างเซลล์ต่อเซลล์ที่อยู่ชิดกันผนังของเซลล์จะละลายไปจนเกิดเป็นท่อขึ้น
2. เกิดจากขยายตัวของเซลล์เพียงเซลล์เดียวเจริญเติบโตจนกลายเป็นท่อแล้ววิวัฒนาการเป็นท่อน้ำยาง

การเพิ่มจำนวนท่อน้ำยางเกิดจากการแบ่งตัวของเยื่อเจริญเมื่อตัดเปลือกยางตามแนวหน้าตัด (Cross Section) จะเห็นรูปหน้าตัดของท่อน้ำยางเป็นรูปทรงกลมเรียงอยู่รอบแกนของลำต้นเป็นวงกลม หากตัดตามแนวนอนหรือตามลำต้น จะเห็นท่อน้ำยางเรียงอยู่เป็นแถวยาวๆ ถัดจากเยื่อเจริญออกมาจนถึงเปลือกด้านนอก แต่ท่อน้ำยางจะมีความหนาแน่นมากที่สุดตรงบริเวณใกล้ๆ เยื่อเจริญและจะค่อยๆลดน้อยลงในบริเวณเปลือกชั้นนอก บางครั้งจะเห็นว่าท่อน้ำยางไม่ได้แยกกันอยู่เป็นเส้นเดี่ยวๆ แต่จะเชื่อมติดกันจนกระทั่งน้ำยางไหลจากท่อหนึ่งไปยังอีกท่อหนึ่งได้ ท่อน้ำยางที่มีขนาดใหญ่จะมีน้ำยางมากกว่าท่อขนาดเล็กโดยทั่วไปต้นยางที่มีเปลือกหนามักจะมีจำนวนท่อน้ำยางมากด้วยเหตุนี้โคนต้นยางที่ปลูกด้วยเมล็ดมักมีเปลือกหนากว่าส่วนอื่นจึงมีปริมาณท่อน้ำยางมากกว่า

2.2 พันธุ์ยาง [8]

การเพิ่มผลผลิตพืชทำได้ 2 วิธี คือ การเพิ่มพื้นที่ปลูกและการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่การเพิ่มพื้นที่ปลูกยางจากแหล่งปลูกยางเดิมในภาคใต้และภาคตะวันออกไปยังแหล่งปลูกยางใหม่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และบางจังหวัดของภาคตะวันออกซึ่งสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกเหล่านี้มีข้อจำกัดหลายประการทั้งในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน การกระจายตัวของฝน การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ ทำให้การผลิตน้ำยางต่ำกว่าพื้นที่ปลูกยางเดิม ดังนั้นการที่จะได้รับผลผลิตคุ้มค่า เกษตรกรควรเลือกใช้พันธุ์ยางที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูก การปฏิบัติต่อต้นยางที่เหมาะสมทั้งในด้านการควบคุมการระบาดของโรค การกำจัดวัชพืชตลอดจนการเก็บเกี่ยวผลผลิต ลักษณะของยางพันธุ์ดีจะให้ผลผลิตน้ำยางและเนื้อไม้สูง ดังนั้นควรพิจารณาจากลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ การเจริญเติบโตและปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ความต้านทานโรค แรงลม รวมถึงคุณสมบัติในการแปรรูปทางอุตสาหกรรม ทั้งนี้การปลูกยางพันธุ์ดีเป็นวิธีการที่ลงทุนน้อย ปฏิบัติง่ายและให้ผลในระยาว พันธุ์ยางที่แนะนำให้ปลูกปี 2546 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 พันธุ์ยางผลผลิตน้ำยางสูง เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเนื้อยางสูงเป็นหลักมี 4 พันธุ์ คือพันธุ์สถาบันวิจัยยาง 251 สถาบันวิจัยยาง 226 BPM 24 และพันธุ์ RRIM 600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 2 พันธุ์ยางผลผลิตน้ำยางและเนื้อไม้สูง เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเนื้อยางสูงและมีการเจริญเติบโตดี ลักษณะลำต้นตรงแลให้ปริมาตรเนื้อไม้ในส่วนลำต้นสูง มี 4 พันธุ์ คือ พันธุ์PB 235 PB255 PB260 และพันธุ์ RRIC 110

กลุ่มที่ 3 พันธุ์ยางผลผลิตเนื้อไม้สูง เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเนื้อไม้สูงเป็นหลัก มีการเจริญเติบโตดีมาก ลักษณะลำต้นตรง ให้ปริมาตรเนื้อไม้ในส่วนลำต้นสูงเหมาะสำหรับเป็นพันธุ์ที่จะปลูกเป็นสวนป่าเพื่อการผลิตเนื้อไม้มี 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ฉะเชิงเทรา 50 AVROS 2037 และพันธุ์ BPM 1

ทั้งนี้จากการสำรวจข้อมูลในพื้นที่ส่วนใหญ่ เกษตรกรมากกว่าร้อยละ 90 นิยมปลูกพันธุ์ RRIM 600 เนื่องจากให้ผลผลิตสูงมากในระยะ 2 ปี แรกและปีกรีดต่อๆ มา ในช่วงผลัดใบผลผลิตจะลดลงเพียงเล็กน้อย การเจริญเติบโตดี - ปานกลาง ความต้านทานโรคใบจุดปานกลาง แต่ไม่ต้านทานต่อโรคไฟทอปโทรา โรคเส้นดำ และราชมพู แต่มีข้อเด่นคือ มีจำนวนต้นเปลือกแห้งน้อย ทั้งนี้ในอนาคตแนวโน้มความต้องการพันธุ์ยางต้องให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตดี ต้านทานโรคได้ดี และขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่าพันธุ์ยางส่งเสริมในปัจจุบันมีราคาค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มเติมเกษตรกรมีความต้องการมากขึ้นและราคาผลผลิตที่ได้ค่อนข้างสูง

ตารางที่ 2.1 ผลผลิตเนื้อยางของพันธุ์แนะนำ (หน่วย: กิโลกรัมต่อไร่) [8]

พันธุ์ยาง	ปีกรีด										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
พันธุ์ยางผลผลิตน้ำยางสูง											
สถาบันวิจัยยาง 251	267	384	399	490	426	612	511	454	499	532	457
สถาบันวิจัยยาง 226	196	255	348	346	377	369	401	475	-	-	346
BPM 24	275	341	353	334	332	314	376	324	352	352	335
RRIM 600	164	227	273	305	310	328	329	316	326	307	289
พันธุ์ยางผลผลิตน้ำยางและเนื้อไม้สูง											
PB 235	211	281	314	349	338	356	421	394	290	342	330
PB 255	229	300	306	319	315	346	361	392	298	318	318
PB 260	243	326	339	341	325	374	357	336	284	291	322
RRIC 110	228	277	320	335	343	338	363	317	357	365	324

หมายเหตุ : ใช้ระบบกรีดครึ่งลำต้นวันเว้นวัน จำนวนวันกรีด 122 ± 5 วัน

2.3 การกรีดยางพารา [8]

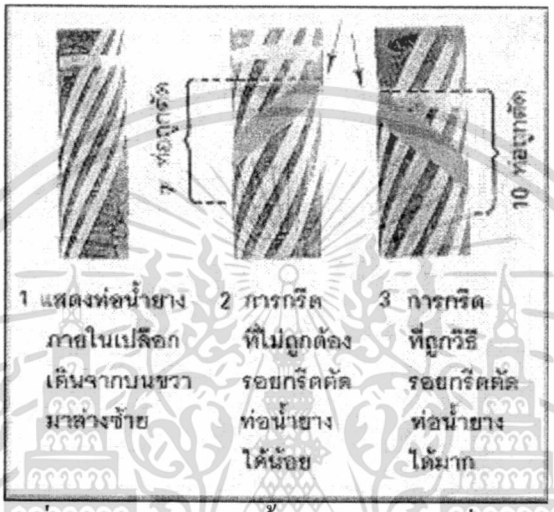
การกรีด หมายถึง การนำผลผลิตน้ำยางออกมาจากต้นยาง ปัญหาของการกรีดยาง คือมีเกษตรกรหลายรายที่นิยมใช้ระบบกรีดถี่ คือ กรีดทุกทุกวัน หรือกรีด 3-7 วัน หยุด 1 วัน ซึ่งทำให้ผลผลิตลดลง โดยเฉพาะต้นยางที่ไม่ได้ขนาดเปิดกรีดซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายมากกว่าผลตอบแทนที่ได้รับ ยางพันธุ์ดีไม่เหมือนยางพันธุ์พื้นเมือง กรีดครั้งหนึ่งน้ำยางออกมากกว่ายางพันธุ์พื้นเมืองประมาณ 1-3 เท่า ฉะนั้นการจะ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรีดยางพันธุ์ดีบ่อยครั้งเหมือนกับการกรีดยางพื้นเมืองจึงทำไม่ได้จำเป็นต้องให้มีเวลาพัก มิฉะนั้นต้นยางจะเป็นโรคเปลือกแห้ง คือกรีดแล้วน้ำยางไม่ออก

2.3.1 วิธีการกรีดยาง

ต้นยางทุกต้นมีท่อน้ำยางอยู่ที่เปลือกวนเวียนรอบ ๆต้นจากบนขวามาล่างซ้าย การกรีดยางจากขวามาซ้าย ซึ่งกรีดกันมาแต่ ก่อนนั้นท่อน้ำยางถูกตัดขาดน้อยกว่าการกรีดจากซ้ายมาขวา ฉะนั้นจึงควรกรีดจากซ้ายมาขวา เพื่อให้ท่อน้ำยางถูกตัดขาดมากจะทำให้ได้น้ำยางมากขึ้น

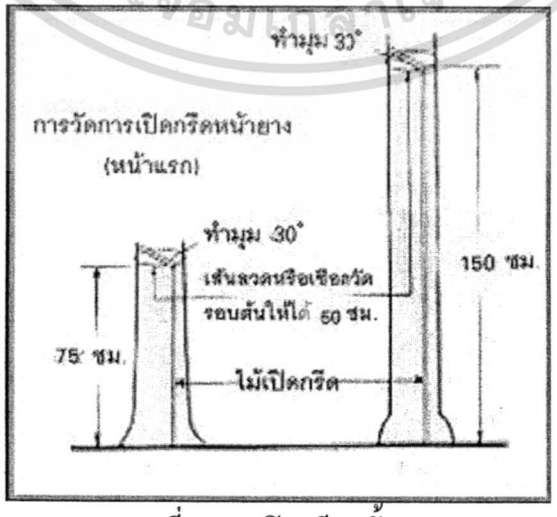


ภาพที่ 2 ทางเดินของท่อน้ำยางและทิศทางที่ควรกรีด

2.3.2 การเปิดกรีดครั้งแรก

2.3.2.1. ต้นติดตา

1. ต้นยางจะเปิดกรีดได้เมื่อวัดรอบต้นตรงบริเวณที่สูงจากพื้นดิน 150 ซม. ได้ 50 ซม. ขึ้นไปโดยไม่คำนึงถึงอายุของต้นยางและเปิดกรีด ณ จุดที่สูงจากพื้นดิน 150 ซม.



ภาพที่ 3 การเปิดกรีดครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในระยะ 3 ปีแรก กรีดครึ่งต้นวันเว้นวัน โดยไม่มีการกรีดชดเชย และควรหยุดกรีดเมื่อยางผลัดใบ

3. กรีดครึ่งต้นวันเว้นวันตลอดไป หลังจากกรีดไปแล้ว 3 ปี และมีการกรีดชดเชยถ้าวันกรีดน้อยกว่า 200 วันต่อปี

4. กรีดจากซ้ายมาขวา โดยทำมุมให้เอียง 30-35 องศา กับแนวระดับ

2.3.2.2 อุปกรณ์ในการเปิดกรีดยาง

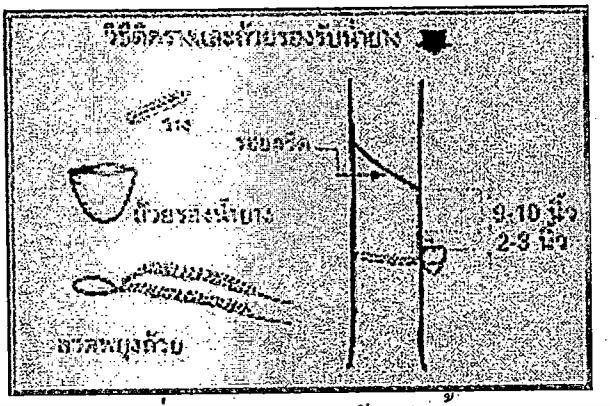
1. ไม้เปิดกรีด
2. มีดกรีดยาง
3. ถ้วยรองน้ำยาง รางและลวดพยุงถ้วย

ภาพที่4 อุปกรณ์ในการเปิดกรีดยาง

2.3.2.3 การเปิดกรีดหน้ายาง

การเปิดกรีดให้เอาไม้แบบที่เตรียมไว้ทาบเข้ากับส่วนสูงของลำต้นแล้วแนบแผ่นสังกะสีไปทางด้านซ้ายมือ ขีดเส้นตามแนวบนของแผ่นสังกะสีรอยที่เกิดขึ้นนี้ คือ ตำแหน่งหน้ายางที่จะเปิดกรีด ซึ่งมีความสูงและความลาดเอียงตามที่ต้องการ ต่อไปให้เครื่องหมายแนวของเปลือกที่จะต้องกรีดไว้ด้วย ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง แนวด้านหน้าให้ขีดเส้นลงมาตามแนวของไม้ที่แนบไว้ ส่วนด้านหลังให้ใช้เชือกวัดรอบต้นตรงความสูงที่จะเปิดกรีดแล้วทบสองความยาวของเชือกซึ่งจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของเส้นรอบวงของต้นยางนั้น เอาปลายเชือกข้างหนึ่งจรดที่เส้นแนวหน้าตรงหน้ายางที่จะเปิดกรีดทาบเชือกไปรอบต้นสุดปลายเชือกก็คือแนวด้านหลังแล้วขีดเส้นแนวยาวลงไปตามลำต้น ส่วนวิธีติดรางและถ้วยรับน้ำยาง คือ ติดรางรองน้ำยางห่างลงมาจากรอยกรีด 25 ซม. หรือ 9-10 นิ้ว ไม่ควรกดรางให้ลึกถึงเยื่อเจริญของต้นยาง ติดลวดและวางถ้วยรับน้ำยางห่างจากรางรับน้ำยางประมาณ 5-7 ซม. ดังภาพที่ 5

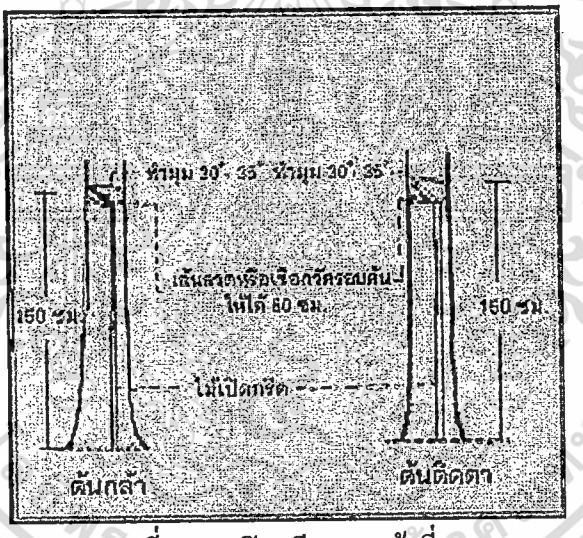
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 วิธีติดรางและถ้วยรับน้ำยาง

2.3.3 การเปิดกรีดหน้าที่สอง

เมื่อกรีดยางหน้าแรกหมดแล้ว ให้เปิดกรีดหน้าที่สองของเปลือกยางโดยเปิดกรีดหน้ายางสูงจากพื้นดิน 150 ซม. ทั้งต้นติดตาและต้นกล้าจะใช้มุมของการกรีดเท่ากับ 30-35 องศา ดังเดิม (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 การเปิดกรีดยางหน้าที่สอง

2.3.4 เวลาที่เหมาะสมสำหรับกรีดยาง

ช่วงเวลาการกรีดยางที่ต้นยางให้ผลผลิตดี อยู่ระหว่าง เวลา 03.00 - 06.00 น. การกรีดในช่วงเวลาต่าง ๆหลัง 06.00 น. จะได้น้ำยางลดน้อยลง ดังนี้

- ช่วงเวลา 06.00 - 08.00 น. ผลผลิตลดลง 4 – 5 %
- ช่วงเวลา 08.00 - 11.00 น. ผลผลิตลดลง 16 %
- ช่วงเวลา 11.00 - 13.00 น ผลผลิตลดลง 25 %

การกรีดยางในช่วงเวลา 06.00 - 08.00 น. แม้ว่าผลผลิตลดลงกว่าการกรีดกลางคืนเล็กน้อยแต่ทำงานได้สะดวกไม่เสียค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ให้แสงสว่างและไม่สูญเสียวันกรีดจากการที่ฝนตกในตอนกลางคืนเนื่องจากหากฝนตกในตอนกลางคืนคนกรีดยางจะไม่กรีดยางในวันนั้นการกรีดยางก่อน 06.00 น.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรมีอุปกรณ์ที่ให้แสงสว่างอย่างเพียงพอเพื่อสามารถเห็นต้นยาง, รอยกรีดได้ชัดเจนต้องไม่กรีดบาดหน้ายาง และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ต้องไม่ทำลายสุขภาพและสิ่งแวดล้อมเช่น การใช้แบตเตอรี่แทน การใช้แก๊สแคลเซียมคาร์ไบด์ เป็นต้น

2.3.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการกรีดและผลผลิต[8]

1. ความลึกของการกรีด การกรีดให้ได้น้ำยางมากจะต้องกรีดให้ใกล้เยื่อเจริญมากที่สุดและควรห่างจากเยื่อเจริญประมาณ 1 มิลลิเมตร

2. ขนาดของงานกรีด หมายถึง จำนวนต้นยางที่คนกรีดยางสามารถกรีดได้ในแต่ละวัน ปกติคนกรีดหนึ่งคนสามารถกรีดยางหน้าปกติครึ่งลำต้นได้วันละ 450 - 500ต้น กรีดหนึ่งในสามของลำต้นได้วันละ 650 - 700 ต้น และกรีดหน้าสูงได้วันละ 300 - 350 ต้น

3. ความสิ้นเปลืองเปลือก ความสิ้นเปลืองเปลือกแต่ละครั้งอยู่ระหว่าง 1.7- 2.0 มิลลิเมตร การกรีดเปลือกหนาหรือบางไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตแต่การกรีดถี่หรือกรีดหนาเกินไปเปลือกยางจะหมดเร็ว เปลือกใหม่งอกไม่ทันและการกรีดยางที่ดีควรสิ้นเปลืองเปลือกประมาณปีละ 25 - 30 เซนติเมตร

4. ความคมของมีด มีดกรีดยางควรลับให้คมอยู่เสมอเพราะจะทำให้ตัดท่อน้ำยางดีขึ้นและสิ้นเปลืองเปลือกน้อย

2.3.6 ระบบกรีดยาง[8]

การแนะนำระบบกรีดขึ้นอยู่กับพันธุ์ยาง ภูมิอากาศและความจำเป็นอื่นๆ เป้าหมายสำคัญคือ ไม่แนะนำให้กรีดยางทุกวันและกรีดติดต่อกันนานหลายปี เพราะจะทำให้ผลผลิตลดลง ระหว่างการกรีดต้นยางจะชะงักการเจริญเติบโตมากและเสียค่าใช้จ่ายสูงเมื่อคิดผลผลิตที่ได้ต่อการสิ้นเปลืองเปลือกและค่าจ้างคนกรีด มีต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเพิ่มขึ้นและเปลือกงอกใหม่บางไม่สามารถกรีดซ้ำได้ สำหรับระบบกรีดที่แนะนำแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ 1) การกรีดยางหน้าปกติ ซึ่งการกรีดยางหน้าปกติ คือ การกรีดยางที่ระดับความสูงของหน้ากรีดที่ระดับ 150 เซนติเมตร จากพื้นดินลงมา มีระบบกรีดที่แนะนำ 5 ระบบ คือ กรีดครึ่งลำต้นวันเว้นสองวัน (1/2S d/3) กรีดครึ่งลำต้นวันเว้นวัน (1/2S d/2) กรีดครึ่งลำต้นสองวันเว้นหนึ่งวัน (1/2S 2d/3) กรีดหนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นหนึ่งวัน (1/3S 2d/3) และกรีดหนึ่งในสามของลำต้นวันเว้นวันควบคู่กับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ความเข้มข้น 2.5 % (1/3S d/2 + ET 2.5%) 2) การกรีดยางหน้าสูง คือ การกรีดยางที่ระดับความสูงกว่า 150 เซนติเมตรจากพื้นดินขึ้นไปหรือระดับที่สูงกว่า การกรีดยาง หน้าปกติ สำหรับระบบกรีดที่แนะนำ แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ การกรีดเพื่อพักหน้ากรีดปกติ และการกรีดก่อนโค่น 3) การเพิ่มวันกรีดยางการกรีดยางติดต่อกันมีผลทำให้ผลผลิตของต้นยางลดลงในเวลารวดเร็วจึงจำเป็นต้องมีการหยุดกรีดโดยเฉพาะในฤดูผลัดใบ ซึ่งระยะดังกล่าวแตกต่างกันไปตามท้องถิ่นหากมีความจำเป็นต้องกรีดในฤดูนี้เพื่อเพิ่มจำนวนวันกรีด ควรหยุดกรีดในระยะที่ต้นยางมีการผลิใบใหม่เพราะถ้ากรีดในระยะนี้จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นยาง จำนวนวันกรีดที่สูญเสียในแต่ละปีมีสาเหตุจากฝนตก, หยุดกรีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงแล้ง, คนกรีดยางหยุดงานและในภาวะโรคระบาดรุนแรง แต่สามารถเพิ่มวันกรีดยางได้ คือ การกรีดสาย การกรีดชดเชย และการใช้อุปกรณ์กันน้ำฝน

2.4 การปลูกยางพารา[8]

สภาพแวดล้อมต่างๆเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของต้นยาง การพิจารณาเพื่อปลูกสร้างสวนยางจึงต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องและเหมาะสม ดังนี้ สภาพพื้นที่และภูมิอากาศ ควรสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 200 เมตร ซึ่งยางพาราจะเจริญเติบโตเป็นปกติ คือ สามารถกรีดยางได้เมื่ออายุประมาณ 6 ปี อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยางพาราเฉลี่ยตลอดปี 28 องศาเซลเซียส และไม่ควรปลูกยางในแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียสเพราะจะทำให้ต้นยางชะงักการเจริญเติบโต ยางพาราเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งที่มีฝนตกสม่ำเสมอตลอดปีและมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,000 มิลลิเมตรต่อปี แหล่งปลูกยางพาราของประเทศไทยทั้งภาคใต้และภาคตะวันออก ส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,400 มิลลิเมตรต่อปี อย่างไรก็ตามในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่านี้คือมีปริมาณน้ำฝน 1,200 – 1,400 มิลลิเมตรต่อปี เช่น ในพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือก็สามารถปลูกยางพาราได้แต่ทั้งนี้ต้องมีจำนวนวันฝนตก 120- 150 วันต่อปี ลักษณะดินที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพาราควรมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเหมาะสม ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความลึกของหน้าดิน ปกติต้นยางจะต้องการดินที่มีหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร โดยไม่มีชั้นของหินแข็งหรือดินดานขัดขวางการเจริญเติบโตของรากมีการระบายน้ำดี ไม่มีน้ำขัง และระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 1 เมตร ลักษณะโครงสร้างของดินควรเป็นดินที่มีลักษณะเป็นก้อนเหลี่ยมมุมมน มีความร่วนเหนียวพอเหมาะ อุ้มน้ำได้ดี เนื้อดินควรเป็นดินเหนียว ร่วนเหนียว ร่วน หรือร่วนปนทราย กล่าวคือ ควรมีอนุภาคดินเหนียวอย่างน้อยประมาณ 35% เพื่อให้ดินสามารถเก็บความชื้นและดูดซับธาตุอาหารได้ดีและมีอนุภาคดินทรายประมาณ 30% เพื่อให้ดินมีการระบายอากาศดี ดินที่มีเนื้อดินเหมาะสมต่อการปลูกยาง ได้แก่ ชุดดินอ่าวลึกมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ชุดดินภูเก็ตเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ชุดดินคอหงส์เป็นดินร่วนทราย เป็นต้นส่วนดินที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกยางจะมีเนื้อดินเป็นดินทรายซึ่งมีอนุภาคของดินทรายประมาณ 80% ดินเช่นนี้จะดูดยึดน้ำและธาตุอาหารได้น้อยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและขาดความชื้นในฤดูแล้ง ส่วนคุณสมบัติทางเคมี ควรเป็นดินที่มีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองอย่างเพียงพอแต่ไม่มากเกินไปจนอาจทำให้เกิดอันตรายกับพืช ความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5 และไม่เป็นดินเกลือ การดูแลรักษาและการให้ปุ๋ย เป็นการปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งในด้านระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดินซึ่งการปฏิบัติที่สำคัญในการปรับปรุงดิน ได้แก่ การใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ หรือวัสดุปรับปรุงดิน และการอนุรักษ์ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นการลดต้นทุนการผลิตวิธีหนึ่งหากเกษตรกรใช้ปุ๋ยตามอัตราและวิธีการที่ทางราชการแนะนำจะทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและมีรายได้เพิ่มขึ้นการบำรุงต้นยางให้เจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตยางพาราต้องมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมโดยที่ไนโตรเจนและโพแทสเซียมเป็นธาตุที่สูญเสียง่ายจากการชะล้างพังทลายและสูญเสียไปกับน้ำยาง มีรายงานว่าปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปในรูปของเนื้อยางแห้ง 232 กิโลกรัมต่อไร่ จะเป็น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ 0.77 กิโลกรัมต่อไร และ 5.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดินปลูกยางพาราส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การปลูกยางซ้ำที่เดิมในสวนยางจะทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ต้นยางและรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2.4.1 การแบ่งเขตพื้นที่ปลูกยางเพื่อใช้เป็นข้อพิจารณาเบื้องต้น[8]

การแบ่งเขตพื้นที่ปลูกยางได้แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกยางเดิม 6 เขต โดยในภาคใต้ 4 เขต ภาคตะวันออก 2 เขต และพื้นที่ปลูกยางใหม่ 2 เขต คือเขตส่งเสริมภาคเหนือ และเขตส่งเสริมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนี้

2.4.1.1 พื้นที่ปลูกยางเดิม

1 ภาคใต้

- เขตฝั่งตะวันตก ได้แก่ จังหวัดระนอง ภูเก็ต พังงา ส่วนใหญ่ของจังหวัดกระบี่ ตอนเหนือของจังหวัดตรัง และทางตอนใต้ของจังหวัดสุราษฎ์ธานี พื้นที่ในเขตนี้มีปริมาณน้ำฝนระหว่าง 2,000-5,000 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันฝนตก 161-227 วันต่อปี อาจมีลมแรงที่ก่อให้เกิดความเสียหายในบางพื้นที่ ดังนั้นควรเลือกพันธุ์ยางที่ต้านทานต่อโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อไฟทอปโทรา โรคเส้นดำ และโรคใบจุดนูน พันธุ์ยางที่แนะนำ ได้แก่ กลุ่ม 1 พันธุ์สถาบันวิจัยยาง 251 สถาบันวิจัยยาง 226 BPM 24 กลุ่ม 2 พันธุ์ PB235 PB260 RRIC110 กลุ่ม 3 พันธุ์ฉะเชิงเทรา 50 BPM1

- เขตตอนกลาง ได้แก่ จังหวัดชุมพร นครศรีธรรมราช พัทลุง ด้านตะวันออกและส่วนกลางของจังหวัดสุราษฎ์ธานี ด้านตะวันออกของจังหวัดกระบี่ จังหวัดตรัง(ยกเว้นทางตอนเหนือ) และจังหวัดสงขลา (ยกเว้นบริเวณชายแดนที่ติดต่อกับประเทศมาเลเซีย) พื้นที่ในเขตนี้มีปริมาณน้ำฝน ระหว่าง 1,800-2,600 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันฝนตก 183-195 สามารถปลูกได้ทุกพันธุ์ที่แนะนำ

- เขตตอนใต้ ได้แก่ จังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาส (ยกเว้นบริเวณที่อยู่ติดเขตชายแดนของประเทศมาเลเซีย) พื้นที่ในเขตนี้มีปริมาณน้ำฝน 2,000-3,000มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันฝนตก 159-174 วันต่อปี ในบางปีที่มีปริมาณฝนมากอาจมีปัญหาการระบาดของโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อไฟทอปโทรา โรคเส้นดำ และโรคจุดนูน และบางพื้นที่ในจังหวัดยะลาและนราธิวาสอาจมีปัญหาเนื่องจากสภาพลมแรง พันธุ์ยางที่แนะนำ ได้แก่ กลุ่ม 1 พันธุ์สถาบันวิจัยยาง251 สถาบันวิจัยยาง226 BPM24 กลุ่ม 2 พันธุ์ PB235 PB260 กลุ่ม 3 พันธุ์ฉะเชิงเทรา50 BPM1 ยกเว้นบางพื้นที่ในจังหวัดยะลา และนราธิวาส ที่มีลมแรงไม่ควรปลูกยางพันธุ์สถาบันวิจัยยาง251

- เขตชายแดน ได้แก่ จังหวัดสตูล บางส่วนของจังหวัดสงขลา ยะลา นราธิวาส ที่มีบริเวณชายแดนติดต่อกับประเทศมาเลเซีย พื้นที่ในเขตนี้มีปริมาณน้ำฝนระหว่าง 2,500-3,000 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันฝนตก 165-200 วันต่อปี มีการระบาดของโรคราสีชมพู โรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อไฟทอปโทรา และโรคเส้นดำ พันธุ์ยางที่แนะนำ ได้แก่ กลุ่ม 1 พันธุ์สถาบันวิจัยยาง251 BPM24 RRIC110 กลุ่ม 2 พันธุ์ PB260 ยกเว้นพื้นที่ปลูกจังหวัดยะลา และนราธิวาส ที่มีลมแรงไม่ควรปลูกยางพันธุ์ สถาบันวิจัยยาง251 และ RRIC110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ภาคตะวันออก

- เขตตอนกลางของภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดระยอง ชลบุรี และฉะเชิงเทรา ซึ่งมีปริมาณฝนระหว่าง 1,200-1,500 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันฝนตก 119-128 วันต่อปีสามารถปลูกได้ทุกพันธุ์ที่แนะนำ

- เขตชายแดนภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี และตราด มีปริมาณฝนระหว่าง 2,500-3,500 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันฝนตก 170-193 วันต่อปี ในเขตนี้มีโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อไฟทอปโทรา และโรคเส้นดำระบาดรุนแรง พันธุ์ยางที่แนะนำ ได้แก่ กลุ่ม 1 พันธุ์สถาบันวิจัยยาง251 สถาบันวิจัยยาง226 BPM24 กลุ่ม 2 พันธุ์ PB235 PB260 RRIC110 กลุ่ม 3 พันธุ์ฉะเชิงเทรา50 BPM1

2.4.1.2 พื้นที่ปลูกยางใหม่

การขยายพื้นที่ปลูกยางใหม่ในเขตส่งเสริมภาคเหนือ 17 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงรายเชียงใหม่ พะเยา น่าน ลำปาง แพร่ ลำพูน พิษณุโลก แม่ฮ่องสอน กำแพงเพชร ตาก สุโขทัย อุตรดิตถ์พิจิตร นครสวรรค์ อุทัยธานี และจังหวัดเพชรบูรณ์ และเขตส่งเสริมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแบ่งพื้นที่ปลูกยางตามปริมาณน้ำฝนดังนี้

1 พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,600 มิลลิเมตรต่อปี พื้นที่ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนระหว่าง 1,600-2,400 มิลลิเมตรต่อปีจำนวนวันฝนตก 118-149 วัน ในพื้นที่ดังกล่าวบางปีที่มีปริมาณฝนมากอาจมีปัญหาการระบาดของโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อไฟทอปโทรา โรคเส้นดำ โรคราสีชมพู และโรคใบจุดนูน แต่การระบาดมีความรุนแรงน้อยกว่าในพื้นที่ภาคใต้เนื่องจากการกระจายตัวของฝนอยู่ในช่วงที่แคบกว่าในระหว่างเดือนพฤษภาคม / มิถุนายนถึงเดือนกันยายน จึงทำให้ลดการระบาดของโรคใบร่วงจากเชื้อไฟทอปโทรา

2 พื้นที่ที่มีปริมาณฝนต่ำกว่า 1,600 มิลลิเมตรต่อปี พื้นที่ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนระหว่าง 1,056-1,599 มิลลิเมตรต่อปีจำนวนวันฝนตก 102-145 วัน การมีปริมาณน้ำฝนในระดับต่ำ มีผลกระทบต่อการปลูกสร้างสวนยางในช่วงปีแรกทำให้อัตราการรอดตายต่ำ ต้นยางเกิดแผลไหม้เนื่องจากแสงแดด การเจริญเติบโตช้า ให้ผลผลิตน้อยและอาจมีการระบาดของโรคราแป้งและโรคใบจุดนูน ดังนั้นควรเลือกปลูกในช่วงที่เหมาะสมและดูแลรักษาอย่างดี สามารถปลูกได้ทุกพันธุ์ที่แนะนำ ยกเว้นในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคราแป้งรุนแรงไม่ควรปลูกยางพันธุ์สถาบันวิจัยยาง226 และพันธุ์PB235และในพื้นที่ที่สภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินลูกรัง หรือมีชั้นดินดานไม่ควรปลูกยางพันธุ์สถาบันวิจัยยาง251 BPM24 และพันธุ์ BPM1

2.4.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา[8]

สภาพแวดล้อมต่างๆเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของต้นยาง การพิจารณาเพื่อปลูกสร้างสวนยางจึงต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องและเหมาะสม ดังนี้

2.4.2.1 สภาพพื้นที่และภูมิอากาศ

พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยางพาราควรสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 200 เมตร ซึ่งยางพาราจะเจริญเติบโตเป็นปกติ คือ สามารถกรีดยางได้เมื่ออายุประมาณ 6 ปี เมื่อความสูงเพิ่มขึ้นทุกๆ 100 เมตรจะทำให้ต้นยางเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ 6 เดือน แต่ในปัจจุบันพบว่าสามารถปลูกยางได้จนถึงระดับความสูงจาก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร และควรเป็นพื้นที่ราบหรือมีความลาดเทเล็กน้อยไม่ควรเกิน 35 องศา การปลูกยางในพื้นที่ที่มีความลาดเทสูงขึ้นจะเกิดการชะล้างผิวหน้าดินสูงจนอาจเกิดแผ่นดินถล่มได้ง่ายหากมีปริมาณฝนตกหนักมากติดต่อกันหลายวัน อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยางพาราเฉลี่ยตลอดปี 28 องศาเซลเซียส และไม่ควรปลูกยางในแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียสเพราะจะทำให้ต้นยางชะงักการเจริญเติบโตดังนั้นการปลูกยางบนที่สูงจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นยางทั้งนี้เนื่องจากที่ระดับความสูงเพิ่มขึ้นทุกๆ 100 เมตรจะทำให้อุณหภูมิลดลง 0.5 องศาเซลเซียส

ยางพาราเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งที่มีฝนตกสม่ำเสมอตลอดปีและมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,000 มิลลิเมตรต่อปี แหล่งปลูกยางพาราของประเทศไทยทั้งภาคใต้และภาคตะวันออก ส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,400 มิลลิเมตรต่อปี อย่างไรก็ตามในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่านี้คือมีปริมาณน้ำฝน 1,200 – 1,400 มิลลิเมตรต่อปี เช่น ในพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือก็สามารถปลูกยางพาราได้แต่ทั้งนี้ต้องมีจำนวนวันฝนตก 120- 150 วันต่อปี

2.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

น้ำยางสดที่มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นคล้ายน้ำนม มีอนุภาคขนาด 0.05-0.5 ไมครอน ในน้ำยางสดมีปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 25-45 ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ อายุและ ฤดูกาลกรีดยาง ความหนาแน่นประมาณ 0.975-0.980 กรัม/มิลลิลิตร และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.5-7.0 **[6, 9]** โดยคุณสมบัติที่ใช้ในการตรวจสอบและระบุคุณภาพของน้ำยางสดมีดังนี้ คือ การทดสอบปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry rubber Content, %DRC) ซึ่งปริมาณเนื้อยางแห้งหมายถึงปริมาณของส่วนที่เป็นเนื้อยางในน้ำยางสามารถทดสอบด้วยการใช้เมโทแลควัดความเข้มข้นของน้ำยางโดยตักน้ำยางสด 1 ส่วนผสมกับน้ำสะอาด 2 ส่วนกวนน้ำกับน้ำยางสดให้เข้ากันแล้วเทลงในกระบอกแก้วทรงสูงความจุ 1 ลิตรค่อยๆหย่อนเมโทรแลคลงในกระบอกน้ำยางรอให้ก้านเมโทรแลคหยุดนิ่งจึงอ่านค่าที่ผิวน้ำตัดกับก้านเมโทรแลค ภายในก้านเมโทรแลคจะมีสเกลแบ่งเป็นขีด ๆ ตั้งแต่ 50 ถึง 250 โดยตัวเลขค่าต่ำจะอยู่ด้านล่าง วิธีการอ่านสมมุติว่า อ่านได้ที่ขีด 100 โดยใช้อัตราผสมของน้ำยางสดกับน้ำสะอาดเป็น 1:2 ใช้ 3 เป็นตัวคูณได้ค่าเท่ากับ 100 x 3 = 300 หมายถึง มีเนื้อยาง 300 กรัมในน้ำยาง 1,000 กรัม หรือเมื่อคิดเป็นร้อยละ 300 x 100 = 30% DRC การใช้วิธีนี้ทำให้ทราบ%DRC ได้รวดเร็วแต่อาจมีการคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ อีกวิธีคือการอบแห้งวัดความเข้มข้นของน้ำยางโดยการเจือจางน้ำยางที่เป็นตัวอย่างทดสอบให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณร้อยละ 15 $\pm$ 1 (m/m) จากนั้นเติมสารละลายกรดอะซิติก 20 $\pm$ 5 cm^3 ภายในเวลา 5 นาที วางจานบนอ่างไอน้ำเป็นเวลาประมาณ 15-30 นาทีจนได้เซรุ่มใสแล้วรวบรวมยางทั้งหมดที่จับตัวเข้าด้วยกันล้างด้วยน้ำรีดยางด้วยเครื่องจักรรีดยางให้มีความหนาสม่ำเสมอไม่เกิน 2 mm เพื่อไล่น้ำออก จากนั้นอบแผ่นยางที่อุณหภูมิ 105$\pm$5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14-16 ชั่วโมง แล้วนำไปทำให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้นและนำไปชั่งและบันทึกน้ำหนักซึ่งจะทำให้ทราบ%DRC ที่ใกล้เคียงที่สุดแต่จำเป็นต้องเสียเวลาในการอบ ถ้าแผ่นยางหลังอบเหนียวเยิ้มซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นให้ทดสอบใหม่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 70 องศาเซลเซียส **[4]** ซึ่งวิธีการที่กล่าวมาแล้วนั้นต้องทำการตรวจสอบจากน้ำยางสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
116111

ซึ่งประเมินก่อนการกรีดยางไม่ได้ เป็นวิธีวัดแบบทำลายแล้วจึงเป็นการสิ้นเปลืองทั้งในด้านเวลา แรงงาน ต้นทุนและผลผลิต

เทคโนโลยีเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปีได้ถูกนำมาใช้อย่างได้ผลกับการตรวจวัดคุณสมบัติของผลผลิตทางการเกษตรที่มีความชื้นสูง เช่น มะม่วง [10] สาลี่ญี่ปุ่น [11] แอ๊ปเปิล [12] และ เชอรี่ [13] การใช้เทคนิคนี้กับต้นไม้ยังมีน้อย เช่น ยูคาลิปตัส โดยคณะของ Prof. Satoru Tsuchikawa ร่วมมือกับนักวิชาการไทยซึ่งอยู่ในระหว่างดำเนินการ ส่วนใหญ่จะใช้กับตัวอย่างไม้ที่ตัดออกมาจากต้นแล้ว [14, 15, 16, 17] จึงเป็นการท้าทายที่จะนำเทคโนโลยีเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปีมาใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดโดยการวัดที่ต้นยางพาราโดยตรงด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

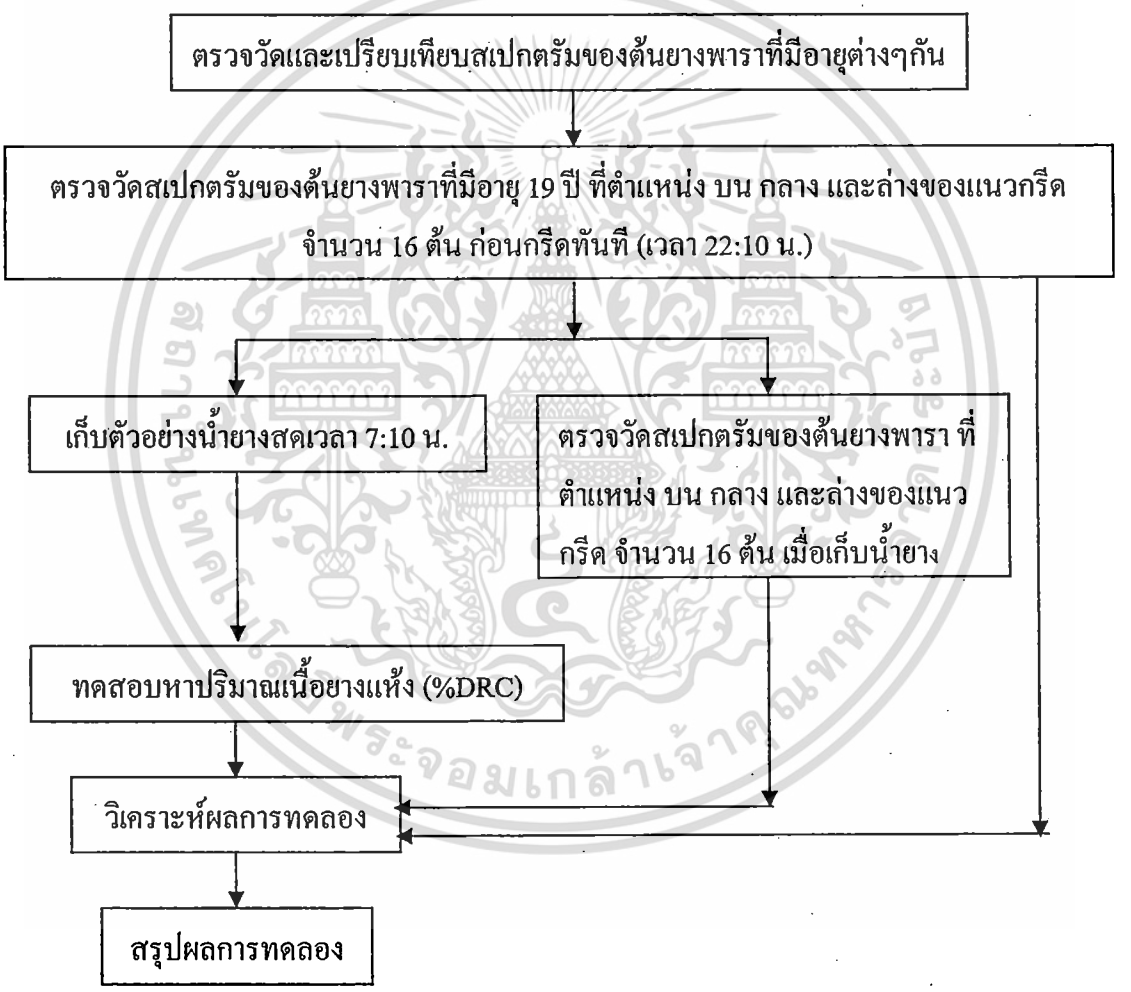
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัยเบื้องต้นและผลการวิจัย

3.1 สถานที่การดำเนินการวิจัยเบื้องต้น

สวนยางพันธุ์ RRIM 600 อำเภอ หนองใหญ่ จังหวัด ชลบุรี และห้องปฏิบัติการของโรงงานผู้ผลิตน้ำยางข้นในเครือ NY GROUP อำเภอ หนองใหญ่ จังหวัด ชลบุรี

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

ดำเนินการตามผังการทดลองดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.1 ผังการทดลองเบื้องต้น

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 อุปกรณ์การตรวจวัดสเปกตรัมของต้นยางพารา

1. เครื่อง FQA NIR GUN (Fantec, Japan)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คอมพิวเตอร์ (TOSHIBA, Portégé, Japan)

3.3.2 อุปกรณ์และสารเคมีการวัดปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง

1. อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการ

2. เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ (Sartorius analytic A200s ความละเอียด 0.01 กรัม)

3. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert) 90 องศาเซลเซียส

4. เครื่องรีดอัตโนมัติ

5. ปากกาสำหรับเขียนยาง

6. ตู้อบลมร้อน (memmert) 70±2 องศาเซลเซียส

7. สารละลายกรดอะซิติกในน้ำ ความเข้มข้น 20 กรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร ใช้กรดอะซิติก ความหนาแน่น 1.057 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวนปริมาตรที่มีกรดอะซิติกหนัก 20 กรัม เจือจางด้วยน้ำให้ได้ปริมาตรรวม 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร (ความเข้มข้น 2% สำหรับทดสอบตัวอย่างน้ำยางข้นและความเข้มข้น 6% สำหรับทดสอบตัวอย่างน้ำยางสด)

3.4 การหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง (DRC)

1. นำจานสแตนเลสที่จะใส่ตัวอย่างวางบนเครื่องชั่งแล้วเซ็ทน้ำหนักจานเป็น 0 กรัม บันทึกหมายเลขจาน

2. เทน้ำยางจากกระปุกลงในจาน แล้วชั่งน้ำหนักละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม โดยชั่ง น.น. ดังนี้ 15 ± 0.5 กรัม สำหรับตัวอย่างน้ำยางสดจากชาวสวนยาง ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น และค่อย ๆ หยดอะซิติดกรออะซิติด 6 % ลงในน้ำยางพร้อมกับหมุนจานอย่างช้าๆ ให้สังเกตุน้ำยางจะเริ่มหนืดขึ้นและเริ่มจับตัวภาพที่ 3.2

3. นำตัวอย่างไปวางบนอ่างไอน้ำ ประมาณ 10-20 นาที ให้ยางจับตัวสมบูรณ์ สังเกตุจากเซรุ่มมีลักษณะใส ให้รวมเศษเล็กๆ ของยางโดยใช้ก้อนยางแตะกดเศษเล็กๆ รวมกันจนหมด จากนั้นนำชิ้นยางที่ได้ไปรีดให้บางโดยใช้เครื่องรีดแบบลูกกลิ้งพร้อมทั้งฉีดน้ำล้างแผ่นยางตลอดเวลาจนได้แผ่นยางหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3.3) พร้อมทั้งทำหมายเลขเบอร์บนแผ่นยางตามหมายเลขจาน

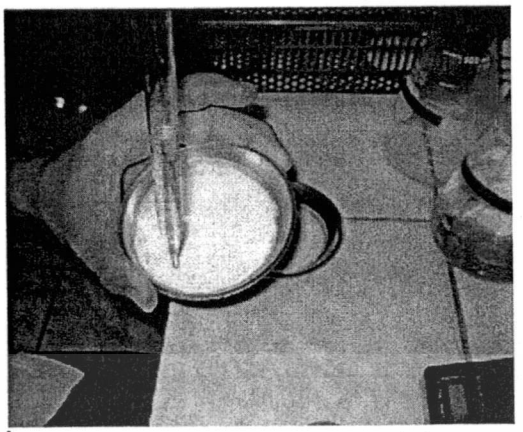
4. นำชิ้นยางไปวางบนตะแกรงตู้อบทำการอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 70±2 °C และทำการอบแผ่นยางตัวอย่างจนกระทั่งแผ่นยางใสไม่ปรากฏจุดสีขาวโดยใช้เวลา 12-16 ชั่วโมง

5. นำชิ้นยางตัวอย่างจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้นจนเย็นลงเท่าอุณหภูมิปกติ แล้วจึงชั่งน้ำหนักแผ่นยาง หลังจากนั้นนำน้ำหนักยางที่ได้ไปคำนวณหาค่าตามสูตร

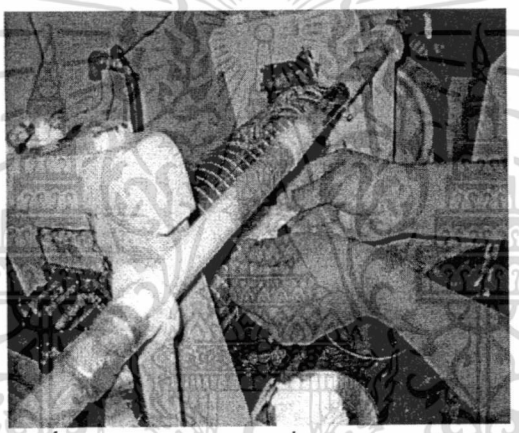
$$\text{ปริมาณเนื้อยางแห้ง (ร้อยละ)} = \frac{M1}{M0} \times 100$$

เมื่อ M1 คือน้ำหนักยางหลังอบหน่วยเป็นกรัม M0 คือน้ำหนักยางก่อนอบหน่วยเป็นกรัม ซึ่งน้ำหนักของผลการทดสอบซ้ำจะแตกต่างกันได้ไม่เกิน 0.2 หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 การใส่สารละลายกรดอะซิติกให้ยางจับตัว



ภาพที่ 3.3 การรีดแผ่นยางที่จับตัวก่อนเข้าเตาอบ

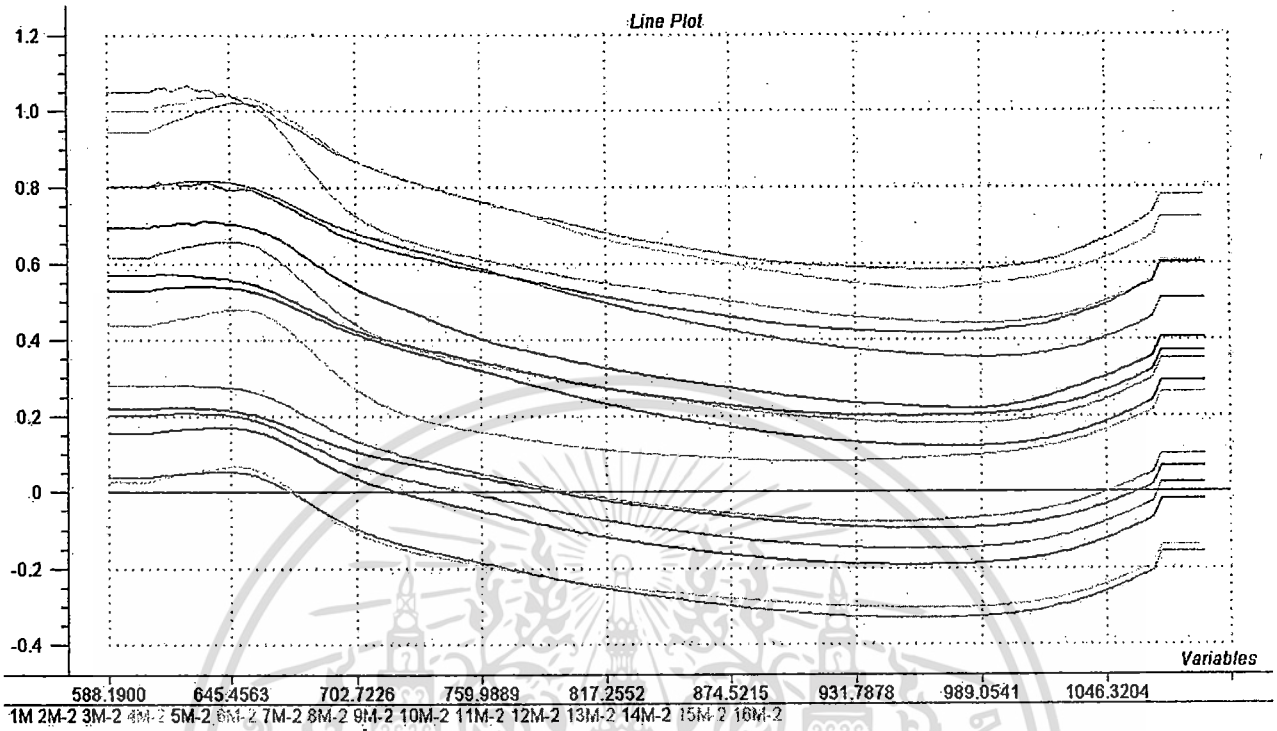
3.5 ผลการวิจัย

3.5.1 สเปคตรัมของต้นยางพารา

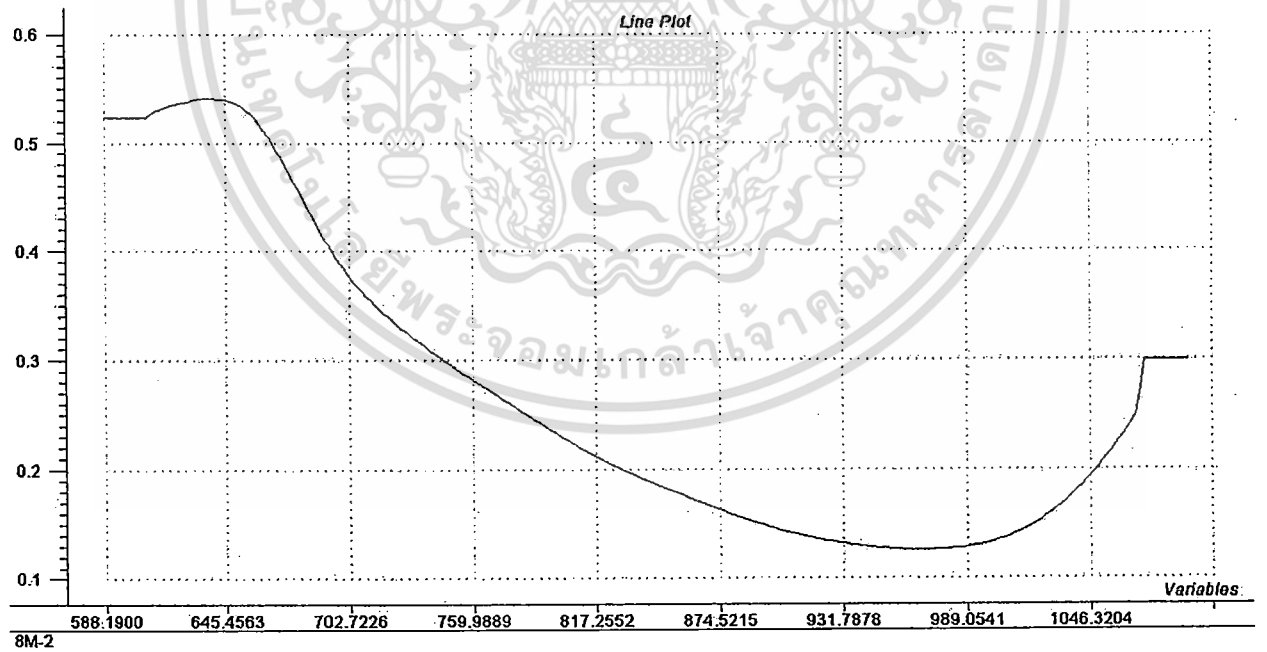
ภาพที่ 3.4 แสดง สเปคตรัมของต้นยางพารา 16 ต้น บริเวณเหนือรอยกรีด จะเห็น Peak ชัดเจน บริเวณ 650 nm ซึ่งเป็น Peak ของการดูดซับคลื่นของคลอโรฟิล ไม่เห็น Peak ของน้ำที่ 950 nm ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเปลือกต้นยางค่อนข้างแห้ง อย่างไรก็ดีจากภาพแสดงให้เห็นถึงการเกิด Baseline shift ซึ่งอาจเป็นเพราะลักษณะเปลือกและความแน่นเนื้อของยางไม่สม่ำเสมอกันโดยภาพที่ 3.5 แสดง สเปคตรัมเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 ปี ส่วนภาพที่ 3.6 แสดง สเปคตรัมอนุพันธ์อันดับสองเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 ปี ซึ่งแสดง Peak ของการดูดซับคลื่นของคลอโรฟิล ชัดเจนขึ้นที่ 657 nm

ภาพที่ 3.7-3.8 แสดง สเปคตรัมเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 ปี และ สเปคตรัมอนุพันธ์อันดับสองเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 ปี ขณะเก็บน้ำยาง จะเห็นว่าลักษณะสเปคตรัมไม่แตกต่างจาก กรณีก่อนเก็บน้ำยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

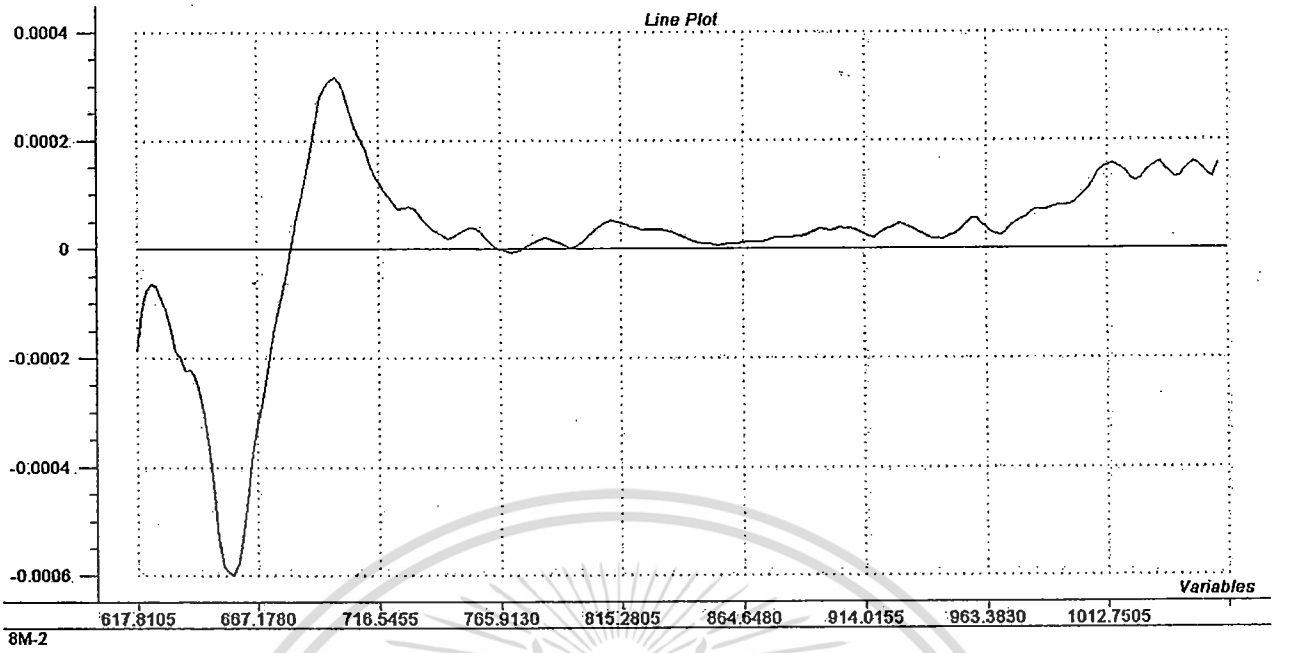


ภาพที่ 3.4 สเปคตรัมของต้นยางพารา อายุ 19 ปี 16 ต้น

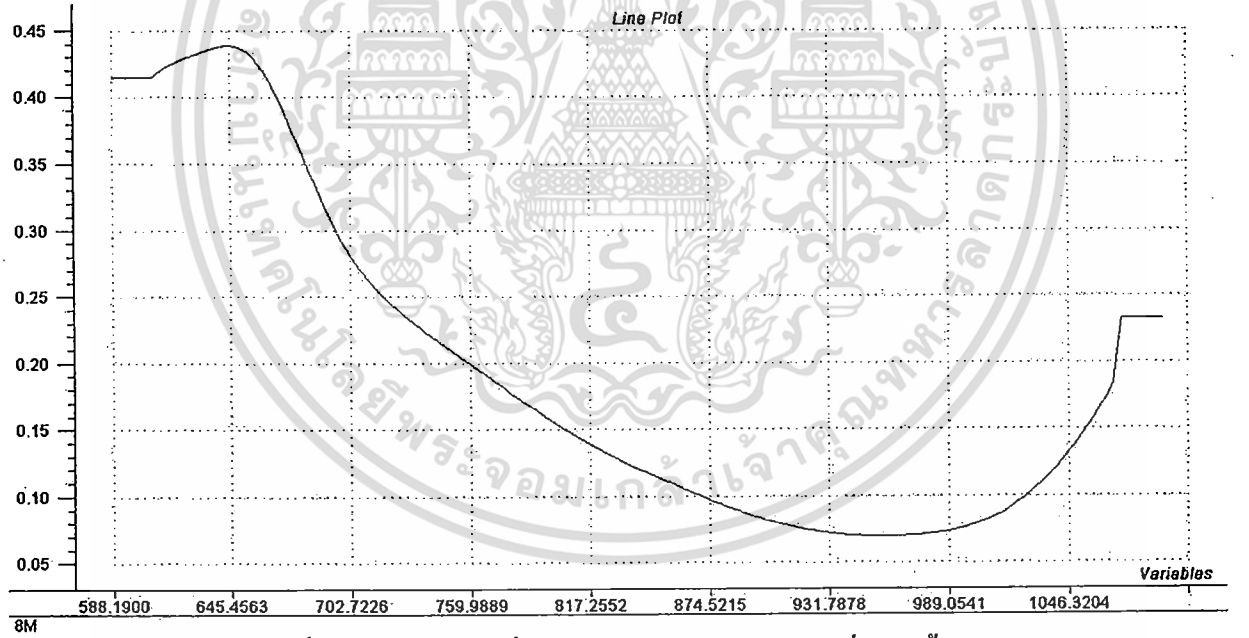


ภาพที่ 3.5 สเปคตรัมเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

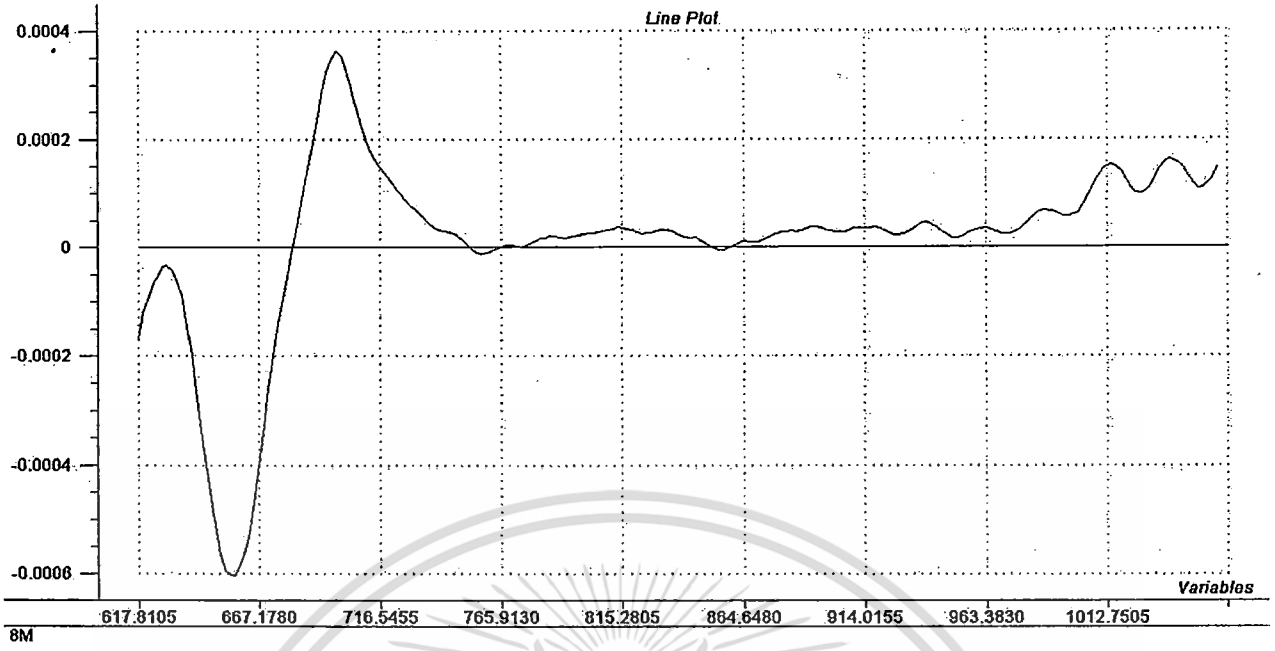


ภาพที่ 3.6 สเปคตรัมอนุพันธ์อันดับสองเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 ปี



ภาพที่ 3.7 สเปคตรัมเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 ปีเมื่อเก็บน้ำยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 สเปคตรัมอนุพันธ์อันดับสองเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 19 เมื่อเก็บน้ำยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง (DRC) ในแต่ละต้น

ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง (DRC) ในแต่ละต้นแสดงในตารางที่ 3.1 ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง (%DRC) ของยางพารา อายุ 19 ปี เฉลี่ยเท่ากับ 38.57 %

ตารางที่ 3.1ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง (DRC) ในแต่ละต้น

ตัวอย่างต้นยาง	1		2		3		4		5		6		7		8	
เบอร์	630	631	632	633	634	635	638	639	636	639	640	641	642	643	644	645
นน.ยางก่อนอบ (g)	15.0503	15.0535	15.1361	15.0192	15.1486	15.0795	15.0938	15.0306	15.3354	15.2855	15.4147	15.6936	15.1712	15.3631	15.155	15.7704
นน.ยางหลังอบ (g)	5.8516	5.8623	5.1303	5.0592	5.7196	5.6888	5.2953	5.3049	6.3874	6.3013	5.4173	5.5006	6.4291	6.4945	5.6447	5.8765
%DRC	38.88	38.94	33.89	33.68	37.76	37.73	35.08	35.29	41.65	41.22	35.14	35.05	42.38	42.27	37.25	37.26
เฉลี่ย		38.91		33.79		37.74		35.19		41.44		35.10		42.33		37.26
ตัวอย่าง	9		10		11		12		13		14		15		16	
เบอร์	646	647	648	649	650	651	652	653	654		655	656	657	658	659	660
นน.ยางก่อนอบ (g)	15.4018	15.073	15.4701	15.342	15.3221	15.6001	15.1088	15.0235	15.9075	ต.ยหมด	15.1466	15.1783	15.2124	15.0278	15.2512	15.381
นน.ยางหลังอบ (g)	6.5919	6.486	5.4553	5.4165	5.2892	5.3538	5.5636	5.5428	7.8716		5.4938	5.5586	5.5842	5.4751	6.602	6.6639
%DRC	42.80	43.03	35.26	35.31	34.52	34.54	36.82	36.89	49.48		36.27	36.62	36.71	36.43	43.28	43.33
เฉลี่ย		42.92		35.29		34.53		36.86				36.45		36.57		43.31

3.6 สรุปผลการทดลองเบื้องต้น

3.6.1 สรุปผลการทดลองเบื้องต้น

สเปคตรัมของต้นยางพาราที่ได้เป็นสเปคตรัมปกติซึ่งใช้ integrating time 50 ms ซึ่งการสแกนที่จะทำในการทดลองตามแผนต่อไปสามารถใช้วิธีเดียวกันได้ ส่วนผลจากการหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง (DRC)ก็มีปัญหาแต่อย่างใดซึ่งทำการทดลองต่อไปสามารถใช้วิธีเดียวกันได้

บทที่ 4

การทดลองเพื่อตรวจสอบเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของเปลือกต้นยาง

4.1 สถานที่การดำเนินการทดลอง

สวนยางพันธุ์ RRIM 600 อำเภอ เมือง จังหวัด สุราษฎร์ธานี และห้องปฏิบัติการสมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของหลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล และ ห้องปฏิบัติการของ Prof. Dr. Satoru Tsuchikawa ที่ Graduate School of Bioagricultural Sciences ของ Nagoya University ประเทศญี่ปุ่น

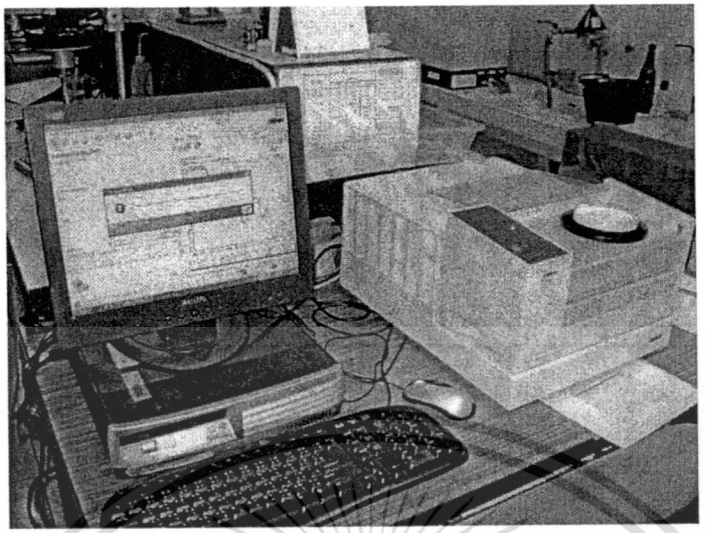
4.2 วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของเปลือกต้นยางเพื่อพิสูจน์ว่าในเปลือกยางมีเนื้อยางแห้งและมีข้อมูลการดูดซับคลื่นของเนื้อยางแห้งในส่วนต่างๆของเปลือกยาง

4.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ตรวจสอบเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของน้ำยางสดโดยใช้ FT-NIR spectrometer (NIRFlex Solid, Buchi) ซึ่งยืมมาจาก บริษัท Buchi ประเทศไทย ในช่วงความยาวคลื่น1100-2500 nm ความละเอียด 2 nm ดังภาพที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



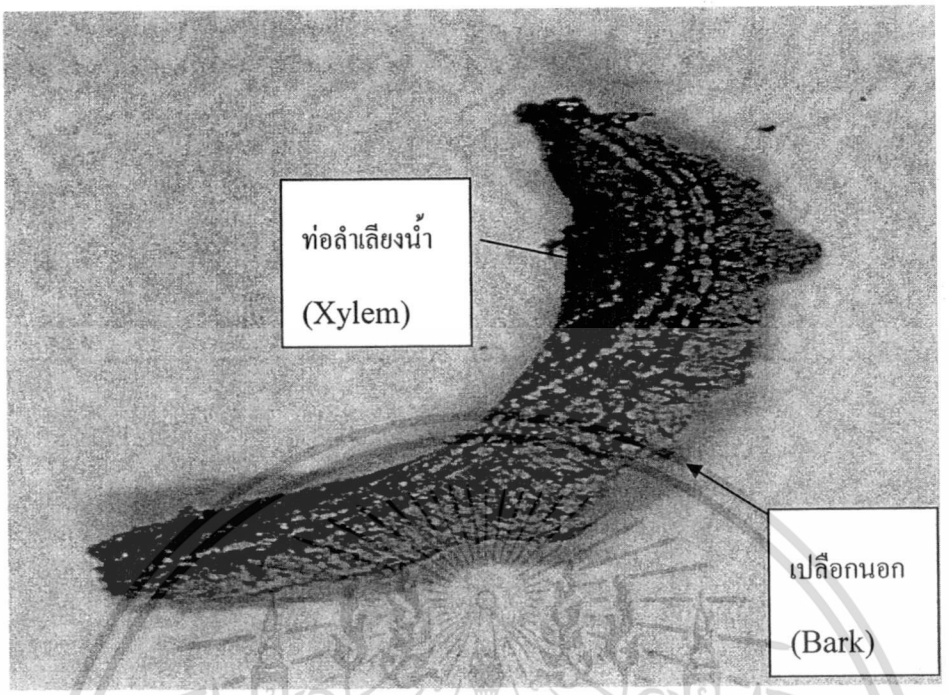
ภาพที่ 4.1 การตรวจวัดสเปกตรัมของตัวอย่างน้ำยางสด

2. ให้เกษตรกรกรีดยางแล้วเก็บตัวอย่างเปลือกยางมายังห้องปฏิบัติการสมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมเพื่ออบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นได้เปลือกยางแห้ง ดังภาพที่ 4.2 แล้วส่งไปที่ห้องปฏิบัติการของ Prof. Dr. Satoru Tsuchikawa ประเทศญี่ปุ่นพร้อมข้อมูลสเปกตรัมของน้ำยางสด

3. แยกท่อลำเลียงน้ำออกจากเปลือกนอกแล้วบดแยกกันได้ตัวอย่างดังภาพที่ 4.3 แล้วนำไปสแกนด้วยเครื่อง FT-NIR spectrometer ด้วยวิธี Diffuse reflectance ที่ช่วงความยาวคลื่น 1100-2500 nm ความละเอียด 2 nm ดังภาพที่ 4.4

4. นำสเปกตรัมของผงเปลือกยางพาราที่ได้เทียบกับสเปกตรัมของน้ำยางสด แล้ววิเคราะห์ผล

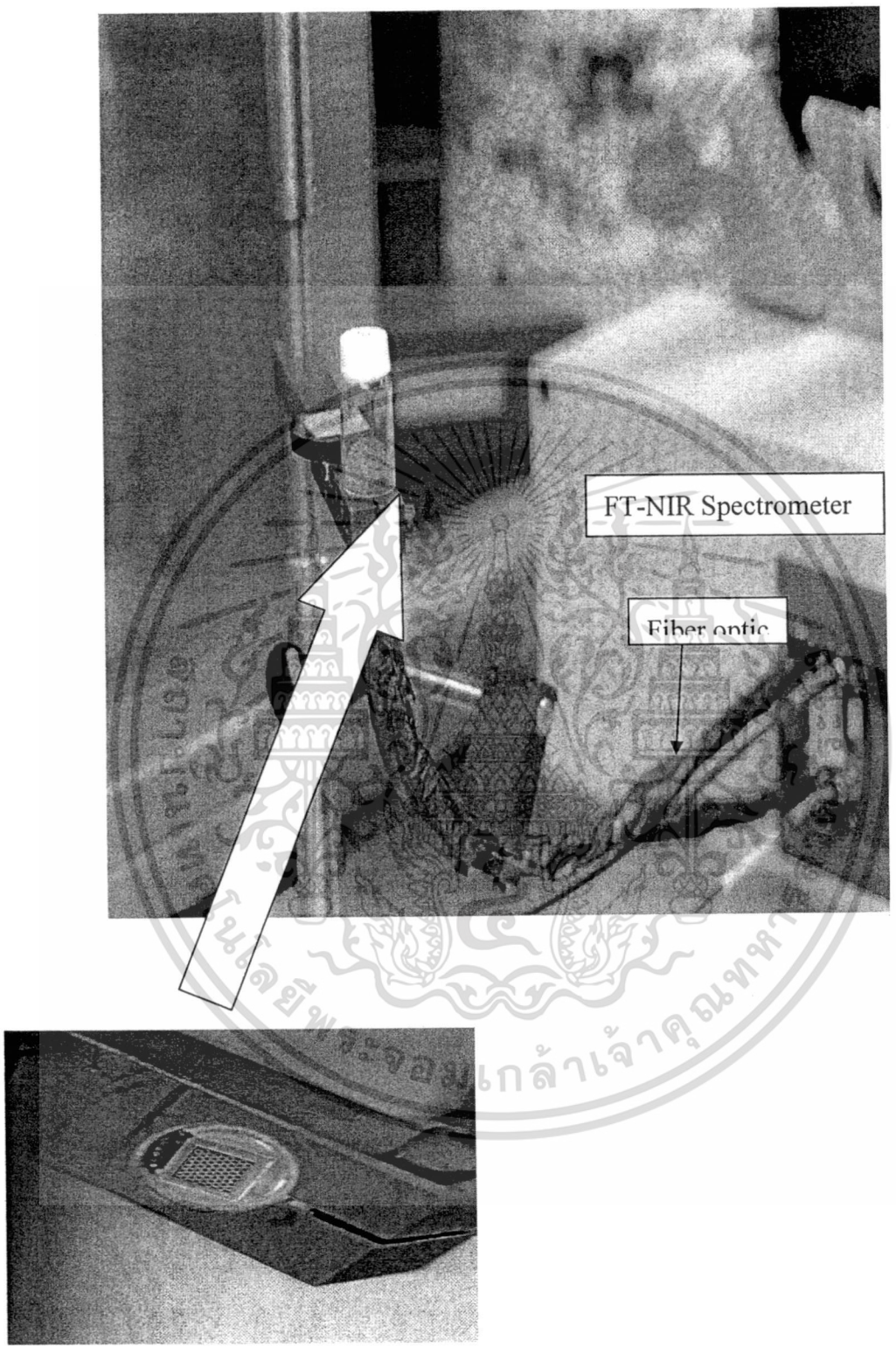
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 เปลือกยางแห้ง

ภาพที่ 4.3 ผงเปลือกยางแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

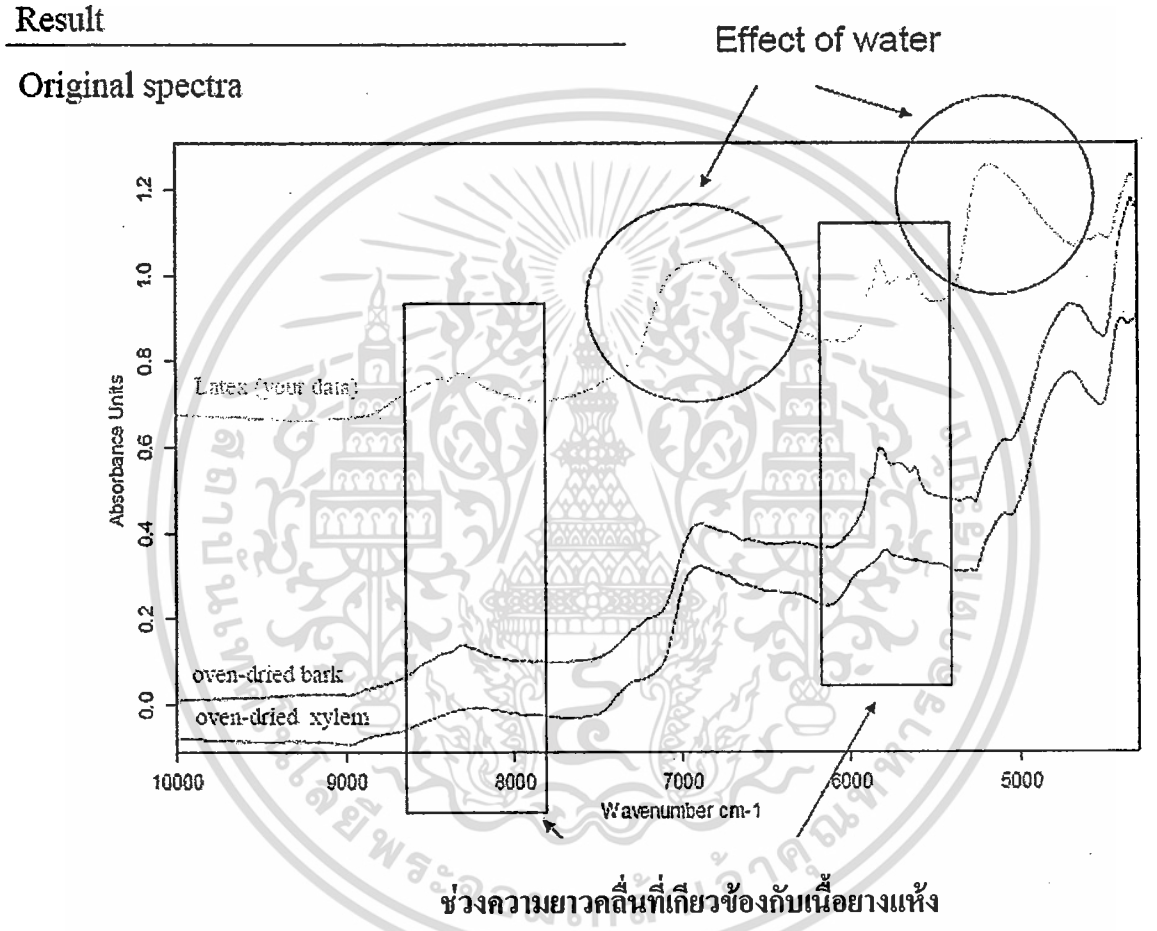


ภาพที่ 4.4 การสแกนตัวอย่างผงเปลือกยางแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลอง

ภาพที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบผลสเปกตรัมเปลือกยางแห้งส่วนท่อนำน้ำและเปลือกนอกกับสเปกตรัมของน้ำยางสด



ภาพที่ 4.5 การเปรียบเทียบสเปกตรัมของน้ำยางสด (Latex) กับสเปกตรัมของผงเปลือกยางแห้ง

จากภาพ 4.5 จะเห็นว่าในสเปกตรัมของผงเปลือกยางแห้งในส่วนเปลือกนอกมีช่วงคลื่นของเนื้อยางแห้งชัดเจนกว่าในส่วนของท่อนำน้ำ ซึ่งชัดเจนเหมือนสเปกตรัมของน้ำยางสด (ดูในส่วนช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี่เหลี่ยม) แสดงให้เห็นว่าในเปลือกยางมีเนื้อยางแห้งและมีข้อมูลการดูดซับคลื่นของเนื้อยางแห้งทั้งในส่วนท่อนำน้ำและเปลือกนอก

4.5 สรุปผล

ในเปลือกยางมีเนื้อยางแห้งและมีข้อมูลการดูดซับคลื่นของเนื้อยางแห้งในส่วนเปลือกนอกชัดเจน จึงควรศึกษาและดำเนินการทดลองเพิ่มเติมในการวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดโดยการวัดที่ต้นยางพาราโดยตรงด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองเพื่อตรวจสอบเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของเปลือกต้นยางโดยวัดที่ต้นยางโดยตรง

5.1 สถานที่การดำเนินการทดลอง

ห้องปฏิบัติการของ Prof. Dr. Satoru Tsuchikawa ที่ Graduate School of Bioagricultural Sciences ของ Nagoya University ประเทศญี่ปุ่น

5.2 วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของเปลือกต้นยางโดยวัดที่ต้นยางโดยตรงเพื่อพิสูจน์ความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ต่างๆในการวัดเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของเปลือกต้นยางได้แก่

1. Matrix-F (Nagoya University) (วัดเฉพาะน้ำยางและผงเปลือกยางแห้ง)
2. Fruit selector (Nagoya University)
3. S2830 (SOMA Co., Japan)

5.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ตรวจสอบเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของน้ำยางและเปลือกยางแห้งบดที่ได้จากการทำให้แห้งในอากาศและใช้ตู้อบแห้งโดยใช้ Matrix-F (Nagoya University) ในช่วงความยาวคลื่น 10000-4000cm^{-1} (1000-2500 nm) ความละเอียด 8 cm^{-1}
2. ตรวจสอบเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของเปลือกต้นยางโดยวัดที่ต้นยางอินเดียที่ประเทศญี่ปุ่นโดยตรงโดยใช้ Fruit selector (Nagoya University) ในช่วงความยาวคลื่น 20000-9900 cm^{-1} (500-1000 nm) ความละเอียด 84 cm^{-1}ดังภาพที่ 5.2a และ S2830 (SOMA Co., Japan) ในช่วงความยาวคลื่น 6670-4000cm^{-1} (1500-2500 nm) ความละเอียด 32 cm^{-1} ดังภาพที่ 5.3a
3. ตรวจวัดเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของน้ำยางและเปลือกต้นยางโดยวัดที่ต้นยางโดยตรงที่ใช้ Fruit selector
4. เปรียบเทียบสเปกตรัมของน้ำยางและเปลือกยางแห้งบดที่วัดด้วย Fruit selector
5. เปรียบเทียบสเปกตรัมของเปลือกต้นยางโดยวัดที่ต้นยางโดยตรงที่วัดด้วย S2830 กับสเปกตรัมของน้ำยางที่วัดด้วย เครื่อง FT-NIR [Matrix-F (Nagoya University)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ผลการทดลอง

ตารางที่ 5.1 แสดงสภาวะการวัดสเปกตรัมของเครื่องเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ต่างๆ จะเห็นว่า Matrix-F (Nagoya University) และ S2830 (SOMA Co., Japan) ใช้ช่วงความยาวคลื่นยาว (1000-2500 nm) ส่วน fruit selectorใช้ช่วงความยาวคลื่นสั้น (500-1000 nm)

ภาพที่ 5.1b แสดงให้เห็นสเปกตรัมของน้ำยางและเปลือกยางแห้งบดที่ได้จากการทำให้แห้งในตู้อบแห้งมีพีคของยางในบริเวณ 4000-4500 cm^{-1} และ 5500-6000 cm^{-1} แต่สเปกตรัมของเปลือกยางแห้งบดที่ได้จากการทำให้แห้งในอากาศไม่มีพีคดังกล่าว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเปลือกยางแห้งบดที่ได้จากการทำให้แห้งในอากาศยังคงมีน้ำหลงเหลืออยู่บ้างจึงทำให้พีคของน้ำรบกวนพีคของยาง

ภาพที่ 5.2b แสดงการเปรียบเทียบผลสเปกตรัมของน้ำยางและเปลือกต้นยางโดยวัดที่ต้นยางโดยตรงที่โดยใช้ Fruit selector พบว่าไม่ปรากฏพีคที่สำคัญใดๆ จึงไม่สามารถนำเครื่องวัดนี้ไปใช้กับต้นยางโดยตรง อาจเป็นเพราะเนื้อยางไม่มีการสั่นสะเทือนของพันธะใดๆ ในช่วงความยาวคลื่นสั้น (500-1000 nm)

ภาพที่ 5.3b แสดงการเปรียบเทียบผลสเปกตรัมของเปลือกต้นยางโดยวัดที่ต้นยางโดยตรงที่วัดด้วย S2830 กับสเปกตรัมของน้ำยางที่วัดด้วย เครื่อง FT-NIR [Matrix-F (Nagoya University)] จะเห็นว่าพีคของยางในสเปกตัมของน้ำยางปรากฏในสเปกตรัมของเปลือกต้นยางโดยวัดที่ต้นยางโดยตรงที่ความยาวคลื่นประมาณ 5500-6000 cm^{-1} และ 4300 cm^{-1} จึงสรุปได้ว่าควรนำเครื่อง S2830 (SOMA Co., Japan) มาใช้วัดสเปกตรัมที่ต้นยางโดยตรง

4.5 สรุปผล

ควรนำเครื่อง S2830 (SOMA Co., Japan) มาใช้วัดสเปกตรัมที่ต้นยางโดยตรงเพื่อสร้างแบบจำลองในการวัดปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content) ทั้งนี้จะทำการทดลองในโครงการวิจัยเงินงบประมาณปี 2554 ในช่วง 18-25 พฤศจิกายน 2553 ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่มีฝน โดย Prof. Satoru Tsuchikawa จะนำเครื่อง S2830 (SOMA Co., Japan) มาจากประเทศญี่ปุ่นเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้

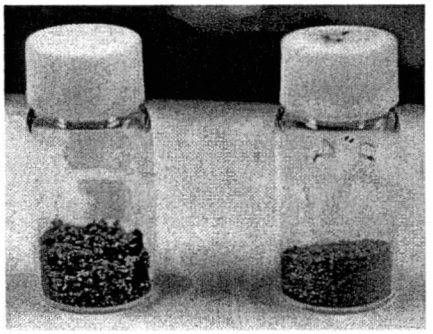
อนึ่งจากการทำการวิจัยที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าการทำน้ำยางข้นเป็นกรรมวิธีในโรงงานไม่เกี่ยวข้องกับน้ำยางในต้นยาง ดังนั้นวิธีการที่ศึกษาจึงใช้วิเคราะห์ได้เฉพาะน้ำยางสดที่ได้จากต้นยางเท่านั้น จึงขอเปลี่ยนชื่อโครงการวิจัยจาก **การวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดและน้ำยางข้นโดยการวัดที่ต้นยางพาราโดยตรงด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปี** เป็น **การวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดโดยการวัดที่ต้นยางพาราโดยตรงด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโตรสโคปี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

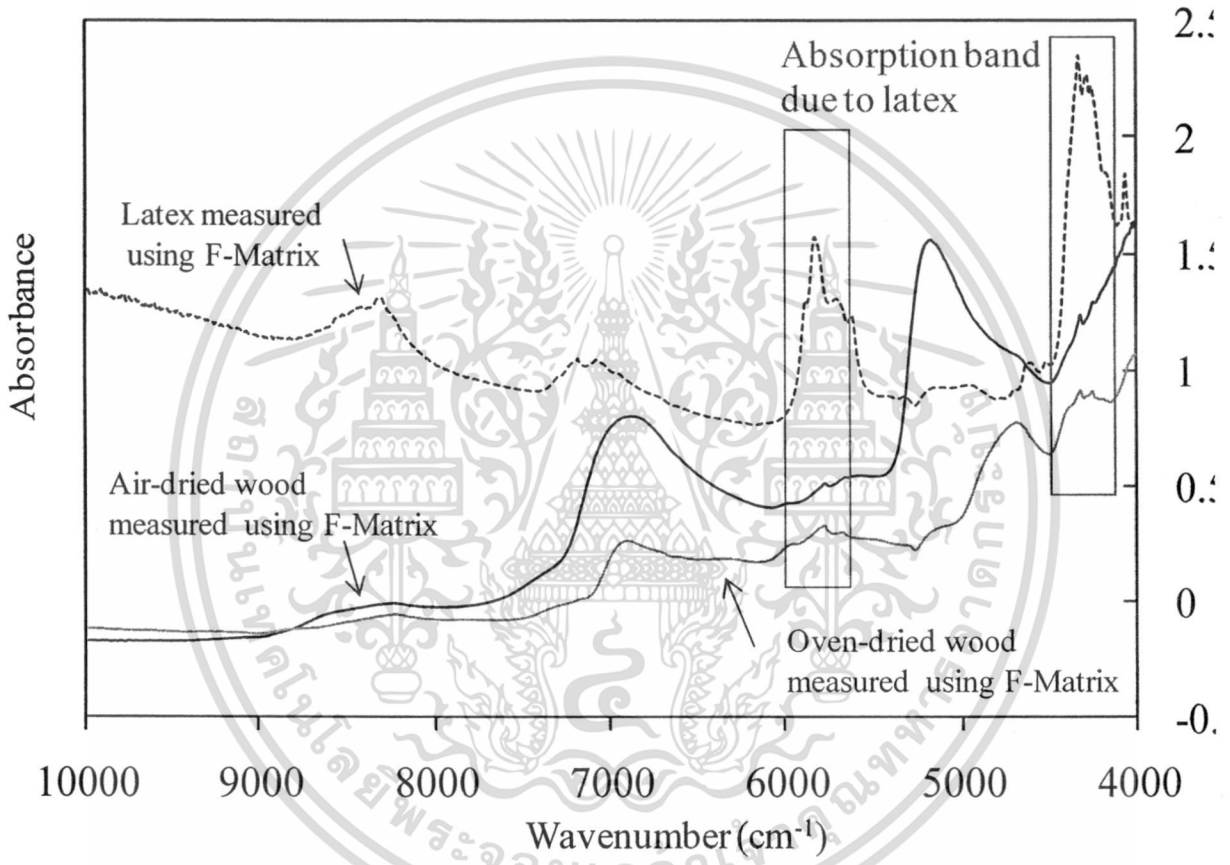
ตารางที่ 5.1 สภาวะการวัดสเปกตรัม

Spectrometer	FT-NIR spectrometer used in Lab. (F-Matrix:Bruker) (ผล:ภาพที่ 5.1)	Fruits selector (Portable) (ผล:ภาพที่ 5.2)	S2830 (Portable) (ผล:ภาพที่ 5.3)
Sample	Powder of bark	Standing tree	Standing tree
Wavelength (Wavenumber)	10000-4000cm^{-1} (1000-2500nm)	20000-9900cm^{-1} (500-1000nm)	6670-4000cm^{-1} (1500-2500nm)
Resolution	8cm^{-1}	84cm^{-1}	32cm^{-1}
Mode	Diffuse reflectance	Reflectance	Reflectance
Disperse	Lab use FT-NIR	portable Diffracting grating, Linear array sensor	portable Diffracting grating, Linear array sensor

(a)



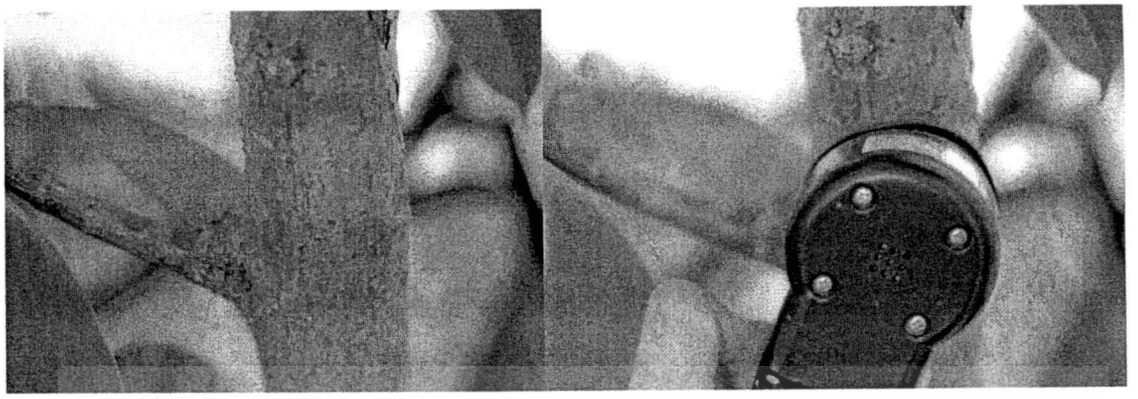
(b)



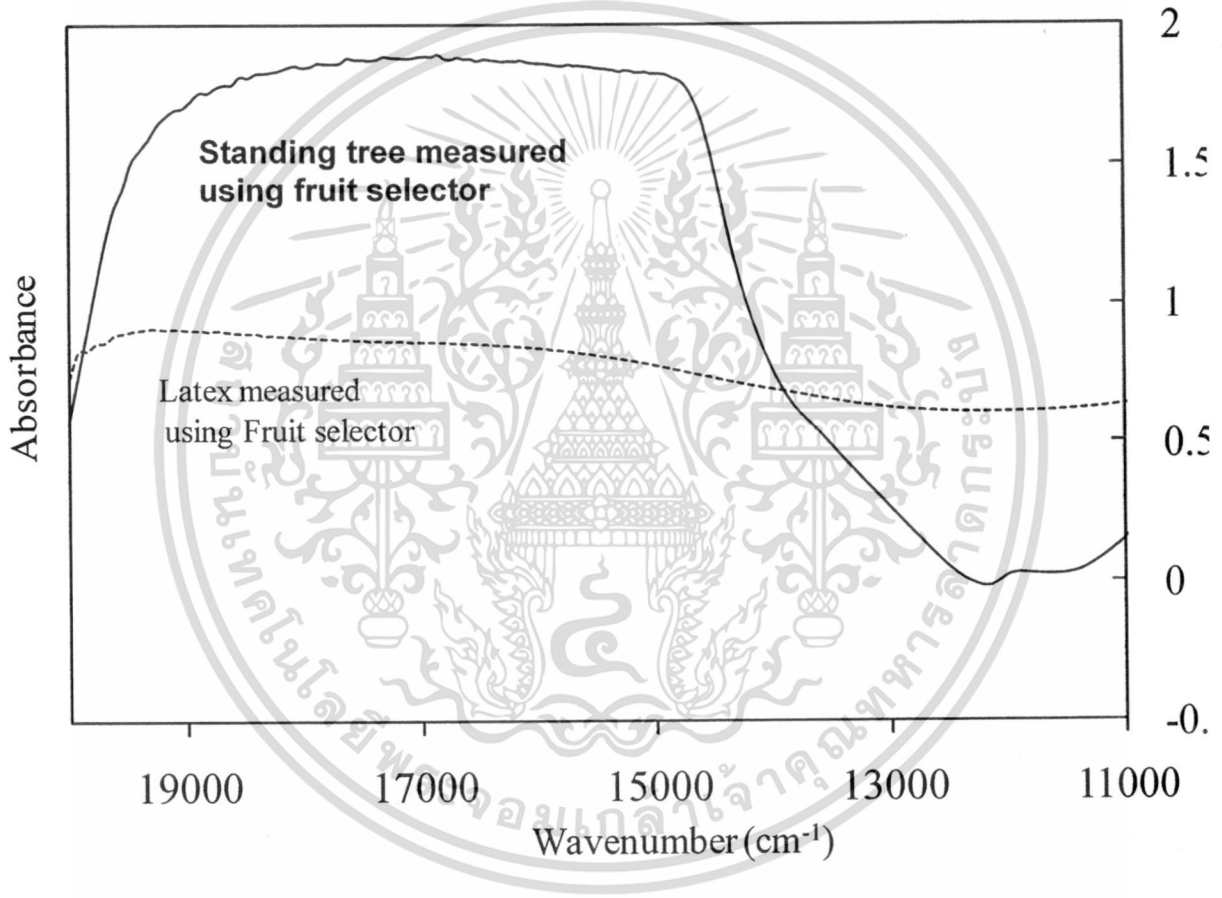
ภาพที่ 5.1 (a) ตัวอย่าง (b) สเปกตรัม NIR วัดโดย FT-NIR spectrometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a)



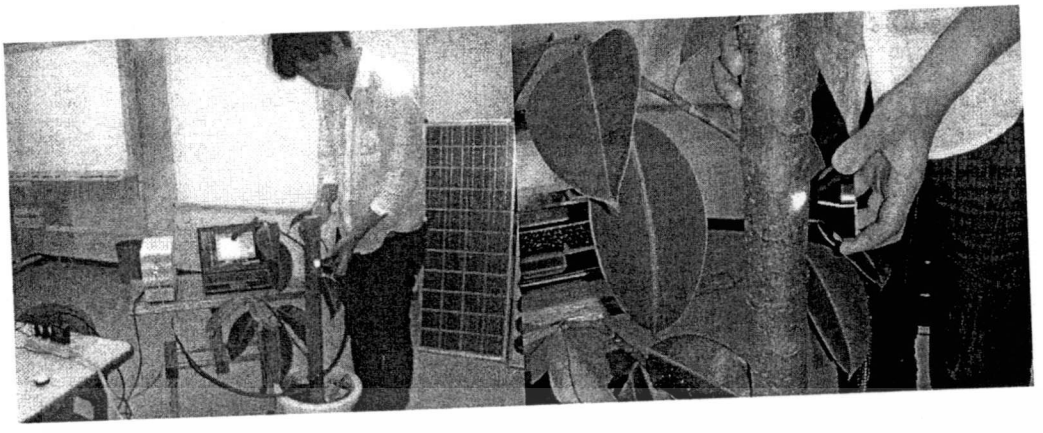
(b)



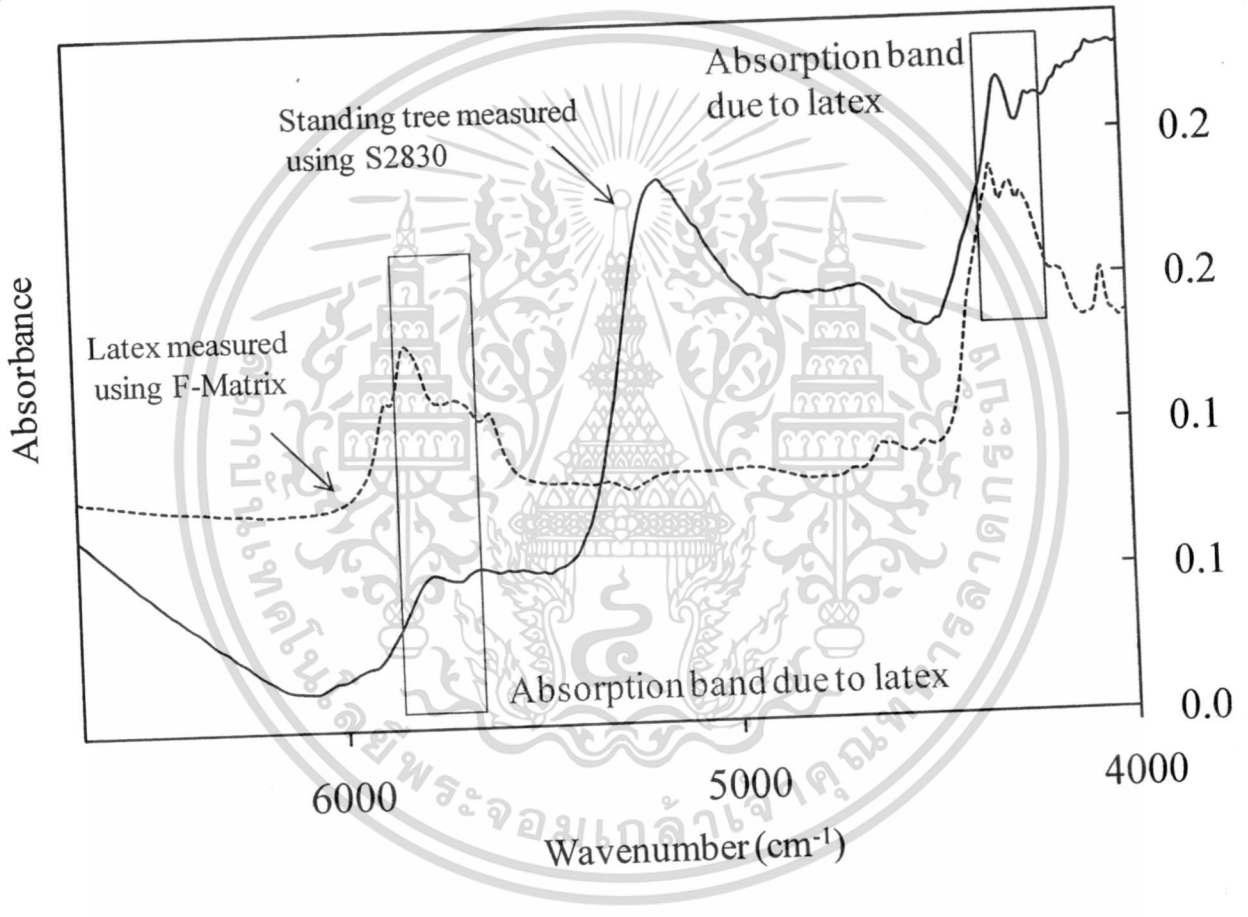
ภาพที่ 5.2 (a) การวัดสเปกตรัมที่ต้นยาง (b)) สเปกตรัม NIR วัดโดย Fruits selector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a)



(b)



ภาพที่ 5.3 (a) การวัดสเปกตรัมที่ต้นยาง (b) สเปกตรัม NIR วัดโดย S2830

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2547. การใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำรวจและประเมินผลผลิตยางพารา ปีการผลิต 2547, ส่วนวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดินที่ 1 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ตุลาคม 2547. 2003/61 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ
2. กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่ไร่, 2548. ยางพารา. เอกสารวิชาการ. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Technical/pdf/P_Technical06020.pdf
3. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตร, 2551. ภาวะเศรษฐกิจการเกษตร/พืชอื่นๆ/ยางพารา. วารสารเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพมหานคร, หน้า 31-33
4. สถาบันวิจัยยาง 2544, วิธีทดสอบน้ำยางข้น, เอกสารวิชาการเลขที่ 2/2544, กรมวิชาการเกษตรพิมพ์ครั้งที่ 4/2544: หน้า 13-19
5. บริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด, 12 ตุลาคม 2550. ยางธรรมชาติ: ส่งออกปี'50 ชะลอตัว...แนวโน้มการแข่งขันรุนแรง.กรุงเทพฯ.
http://www.kasikornbank.com/portal/site/KResearch/menuitem.458591694986660a9e4e1262658f3fa0/?cid=4&id=9971
6. เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี 2541. การผลิตยางธรรมชาติ (Natural Rubber Production) ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
7. Osborne, B.G., & Fearn, T., 1986. Near infrared spectroscopy in food analysis. Longman Scientific & Technical, New York, USA. P. 200.
8. กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่ไร่, 2548. ยางพารา. เอกสารวิชาการ. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Technical/pdf/P_Technical06020.pdf
9. กรมควบคุมมลพิษ 2548. แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษอุตสาหกรรมน้ำยางข้น. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
www.pcd.go.th/count/waterdl.cfm?FileName=rubbertree.pdf
10. Saranwong, S., Sornsrivichai, J., Kawano, S., 2004. Prediction of ripe stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measure non destructively by near infrared spectroscopy. Postharvest Biology and Technology. 31, 137-145.
11. Sirisomboon, P., Tanaka, M., Fujita, S., Kojima, T., 2007. Evaluation of pectin constituents of Japanese pear by near infrared spectroscopy, J. Food Engineering 78(2): 701-707.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. McGlone, V.A., Jordan, R.B., Martinsen, P. J. 2002. Vis/NIR estimation at harvest of mpre- and post-storage quality indices for 'Royal Gala' apple. Postharvest Biology and Technology. 25, 135-144.

13. Lu, R. 2001. Predicing firmness and sugar content of sweet cherries using near-infrared difuse reflectance spectroscopy. Transaction of the ASAE, 44(5), 1265-1271.

14. Terdwongworakul, A., Punsuwan, V., Thanapase, W., Tsuchikawa, S. 2005. Rapid assessment of wood chemical properties and pulp yield of Eucalyptus camaldulensis in Thailand tree plantations by near infrared spectroscopy for improving wood selection of high quality pulp. J. Wood Science. 51, 167-171.

15. Schimleck L.R., Rezende, G.D.S.P., Demunner, B.J., Downes, G.M. 2006. Estimation of whole-tree wood quality traits using near infrared spectra collected from increment cores. Appita J. 59, 231-236.

16. Schimleck L.R. 2007. Near infrared spectroscopy: A rapid, non destructive method for measuring wood properties and its application to tree breeding. New Zealand Journal for forest Science (in review).

17. Jones, PD., Schimleck L.R., Daniels, R.F., Clark III, A., Purnell, R.C., 2008. Comparison of Pinus tae L. whole-tree wood property calibrations using diffuse reflectance near infrared spectra obtained using a variety of sampling options. Wood Science Technology. 42, 385-400.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้