การตรวจหาเกลือแคลเซียมคลอไรด์ในยางก้อนถ้วย โดยใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีเนียร์อินฟราเรด

Detection of calcium chloride salts in rubber cublum using Near-Infrared Spectroscopy Technique

สายัญ พันธ์สมบูรณ์[1]* สุจินต์ เจนวีรวัฒน์[2] วิเชียร กีรตินิจกาล[2]
และ ภานุวัฒน์ ทรัพย์ปรุง[3]
Phansomboon, S.[1*], Jenweerawat, S.[2], Keeratinijakal, V.[2]
& Supprung, P.[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถของเทคนิคสเปกโตรสโกปีเนียร์อินฟราเรด (FT-NIR) ในการตรวจสอบปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ในตัวอย่างยางก้อนถ้วย ข้อมูลถูกบันทึกที่ความยาวคลื่นตั้งแต่ 4,000-10,000 cm^{-1} จำนวน 32 ครั้งทุก ๆ 16 cm^{-1} ตัวอย่างยางก้อนถ้วยที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. เตรียมจากน้ำยาง 180 มิลลิลิตร วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลแบบ 7 × 3 × 3 แบบสุ่มสมบูรณ์ ปัจจัย A ประกอบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ 7 ระดับปัจจัย B ประกอบด้วยความชื้น 3 ระดับ และปัจจัย C อุณหภูมิการเก็บ 3 ระดับ สมการการทำนายถูกสร้างขึ้นโดยใช้กลุ่มตัวอย่างการสอบเทียบและเทคนิค PLSR พร้อมกับเทคนิคการตรวจสอบข้ามในโปรแกรม

[1]*หลักสูตรเกษตรเขตร้อน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
Program in Tropical Agriculture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen, Bangkok, Thailand
[2]ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen, Bangkok, Thailand
[3]สาขาวิชาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรสภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
[3]Department of Postharvest and Agricultural Process Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus, Khon Kaen, Thailand
*Corresponding author Email: sayun.ph@ksu.ac.th

ซอฟต์แวร์ Unscrambler 10.1 (Camo, Oslo, Norway) ค่าเฉลี่ยของกำลังสองของการตรวจสอบความถูกต้อง (RMSECV) เพื่อพิจารณาปัจจัย PLS ที่ให้ค่า RMSECV ต่ำสุด และเลือกสมการที่เหมาะสมที่สุด สมการการสอบเทียบ และการตรวจสอบความถูกต้องได้รับการพัฒนาจากจำนวนของปัจจัยที่ใช้ในการสอบเทียบและสมการการตรวจสอบของ F20 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ของการสอบเทียบที่มีข้อผิดพลาดมาตรฐานของการสอบเทียบ (SEC) ที่ 4.63 คือ 0.91 ในขณะที่ข้อผิดพลาดมาตรฐานที่แก้ไขโดยการยอมรับของการทำนาย (SEP) คือ 4.68 และค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่า NIR (bias) ชุดการปรับเทียบค่าเป็น 0.18 แบบจำลองที่ดีที่สุดจากสเปกตรัมดั้งเดิมแสดงให้เห็นว่า FT-NIR spectroscopy มีความเหมาะสมสำหรับการทำนายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ในตัวอย่างยางก้อนถ้วย

คำสำคัญ: การตรวจ เกลือแคลเซียมคลอไรด์ ยางก้อนถ้วย สเปกโตรสโกปีเนียร์อินฟราเรด

Abstract

The objective of this study was to evaluate the ability of fourier-transformed near infrared spectroscopy (FT-NIR) to determine calcium chloride content in rubber cublum. The data were recorded at the wavelengths ranging from 4000-10000 cm-1 for 32 times every 16 cm^{-1}. The samples of rubber cublum with the diameter of 10 cm were prepared from the latex of 180 ml. A 7×3×3 factorial experiment were assigned in a randomized complete block design with four replications. Factor A consisted of seven levels of calcium chloride, factor B included three levels of moisture content and factor C had three levels of storage temperature. The prediction equation was constructed by using calibration sample group and PLSR technique together with cross-validate technique in Unscrambler 10.1 software program (Camo, Oslo, Norway). The root mean squares of cross-validation (RMSECV) were read to consider PLS factors that provided the lowest RMSECV value and select the most appropriate equation. The calibration and validation equation were developed from the number of factors used in the calibration and validation equation of F20. The Multiple correlation coefficients (R) of calibrations with standard error of calibration (SEC) values of 4.63 was 0.91, whereas the bias-corrected standard error of prediction (SEP) was 4.68 and the average of difference between actual value and NIR-value (bias) values calibration set was 0.18. The best model from original

spectra showed the FT-NIR spectroscopy for prediction the calcium chloride salts in rubber cublum.

Keywords: Detection, calcium chloride salts, rubber cublum, Near-Infrared Spectroscopy

บทนำ

ผลผลิตยางพาราในตลาดกลุ่มเกษตรกรรายย่อยในเขตพื้นที่ปลูกยางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งนิยมปลูกยางพาราพันธุ์มาตรฐานที่สถาบันวิจัยยางแนะนำ 2 พันธุ์ คือ RRIM 600 และ RRIT 251 แบ่งออกเป็น น้ำยางสด และยางแห้ง (ยางก้อนถ้วยและยางแผ่น) การผลิตยางก้อนถ้วยที่มีคุณภาพได้มาตรฐานต้องมีลักษณะเป็นรูปถ้วยสะอาดไม่มีสิ่งปะปน ไม่มีกลิ่น เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยางแท่ง ซึ่งการผลิตยางแท่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือใช้ยางก้อนถ้วยเป็นวัตถุดิบมีปริมาณการผลิต 386,173 ตัน คิดเป็นร้อยละ 75 ของผลผลิตยางทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) การผลิตยางก้อนถ้วยมีต้นทุนการผลิตต่ำสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การหยอดน้ำกรดลงในถ้วยรองน้ำยางก่อนการกรีดและการหยอดน้ำกรดลงในน้ำยางหลังจากน้ำยางหยุดไหลทำเช่นนี้ทำหลาย ๆ ครั้งกรีด (6-7 ครั้งกรีด) (องค์การสวนยาง, 2555) โดยกรดที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำได้แก่ กรดฟอร์มิค ยางก้อนถ้วยสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด ตามลักษณะของก้อนยาง (องค์การสวนยาง, 2555) ได้แก่ ลักษณะที่ 1 ยางก้อนถ้วยสด หรือ ยางเปียก จะมีอายุของยางก้อนถ้วย 1-3 วัน ผิวของก้อนยางมีสีขาวจนถึงสีขาวขุ่น มีระดับความชื้นระหว่าง 45-55 เปอร์เซ็นต์ ยางมีความนุ่ม เมื่อบีบแล้วน้ำในยางก้อนถ้วยจะไหลออกมา ลักษณะที่ 2 ยางก้อนถ้วยหมาด มีอายุของยางก้อนถ้วย 4-7 วัน ผิวของยางเริ่มแข็ง ก้อนยางมีสีขาวขุ่นถึงสีน้ำตาลอ่อน ไม่มีของเหลวไหลออกจากก้อนยางต้องใช้แรงบีบพอสมควรหรือเหยียบ น้ำในน้ำยางจะไหลออกมา ยางก้อนมีระดับความชื้นระหว่าง 35-45 เปอร์เซ็นต์ และลักษณะที่ 3 ยางก้อนถ้วยแห้ง อายุของยางก้อนถ้วยมากกว่า 7 วัน ผิวของยางก้อนถ้วยมีความแห้ง แข็ง มีสีน้ำตาลเข้ม ยางก้อนถ้วยมีระดับความชื้นน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์

แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเคมีอีกชนิดหนึ่งที่เกษตรกรนำมาเป็นสารจับตัวยางก้อนถ้วยแทนการใช้กรดกรดฟอร์มิค โดยมีความเชื่อว่าจะทำให้ยางก้อนถ้วยที่ผลิตได้ น้ำหนักดี เป็นสารจับตัวยางสูตรสู้ฝน ยางจับตัวดี อย่างไรก็ตามมีรายงานว่ายางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยแคลเซียมคลอไรด์จะแข็งกระด้าง ขาดความยืดหยุ่น ผิวหน้าก้อนยางเหนียวเยิ้ม สีดำคล้ำ หลังจากที่ตั้งทิ้งไว้นานกว่า 7 วัน พบว่า ก้อนยางมีสีคล้ำมากขึ้นและผิวหน้ายังคงเหนียวเยิ้ม ขณะที่ยางก้อนที่จับตัวด้วยกรดฟอร์มิคจะได้เนื้อยางที่จับตัวแน่นสมบูรณ์ ความยืดหยุ่นดี นอกจากนี้ ผลการทดสอบสมบัติเชิงวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับ

มาตรฐานยางแท่ง STR 10 พบว่า ยางก้อนถ้วยที่ใส่เกลือแคลเซียมคลอไรด์มีปริมาณความชื้นสูงมาก ปริมาณความอ่อนตัวเริ่มแรก และดัชนีความอ่อนตัวต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งบ่งชี้ถึงยางขาดความยืดหยุ่น ทำให้ยางมีลักษณะเปื่อยยุ่ยขาดความคงทน โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าความหนืดต่ำมาก แสดงถึงโมเลกุลยางถูกทำลาย อย่างไรก็ตาม ผลการทดสอบสมบัติการคงรูปเป็นข้อแสดงให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้นว่ายางก้อนถ้วยที่จับตัวด้วยเกลือแคลเซียมคลอไรด์มีค่าความทนแรงดึงการทนต่อแรงยืดจนขาด ทั้งก่อนบ่มเร่งและหลังบ่มเร่ง ต่ำกว่ายางก้อนที่ใช้กรดฟอร์มิคในการจับตัวมาก ส่งผลให้ค่าความหนืดต่ำ ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อการนำยางเหล่านี้ไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ และก่อให้เกิดความเสียหายต่อกระบวนการผลิต และมีผลกระทบโดยตรงต่อผู้ที่นำยางไปใช้ (ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล, 2555)

ปัจจุบันเกษตรกรชาวสวนยางเขตจังหวัดกาฬสินธุ์ขายผลผลิตในรูปยางก้อนถ้วย มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ชาวสวนยางที่จำหน่ายผลผลิตในรูปยางก้อนถ้วย การประเมินคุณภาพยางก้อนถ้วยเป็นการประเมินด้วยสายตาเพื่อดูสีของยางก้อนถ้วย และสิ่งสกปรก จำนวนชั้นของยางก้อนถ้วย และการสัมผัสโดยการบีบ เพื่อดูความแน่นของเนื้อยาง การประเมินด้วยสายตาหรือการสัมผัสไม่สามารถบอกค่าที่แน่นอนของเนื้อยางในยางก้อนถ้วยได้ ทำให้ชาวสวนยางถูกเอารัดเอาเปรียบจากผู้รับซื้อได้ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เนื้อยางในยางก้อนถ้วย เช่น อายุยางก้อนถ้วย ความชื้นสัมพัทธ์ สารเคมีที่ใช้ในการจับตัว พันธุ์ยาง อายุของต้น อุณหภูมิ ความยาวของรอยกรีด ความถี่ของการกรีด ช่วงเวลาของการกรีด เป็นต้น การประเมินคุณภาพผลผลิตยางพาราที่กล่าวมาทำให้เกษตรกรได้ราคาที่ไม่ยุติธรรม การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้เกษตรกรขายผลผลิตได้ราคายุติธรรม แต่เป็นวิธีที่ต้องใช้เวลาและเสียค่าใช้จ่าย ทำให้ไม่สะดวกต่อผู้ซื้อและผู้ขาย ซึ่งหากเทียบช่วงอายุการกรีดยางประมาณ 25 ปี เกษตรกรจะสูญเสียรายได้ไร่ละประมาณ 3-4 แสนบาท (องค์การสวนยาง, 2555)

เทคนิคสเปกโตรสโกปีเนียร์อินฟราเรด (Near Infrared Spectroscopy, NIRs) เกิดจากโมเลกุลของสารดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอินฟราเรดย่านใกล้ (785-2,650 นาโนเมตร) ทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นที่ความถี่สูง และถูกกระตุ้นจาก Ground Vibration Level ไปยัง Excited Vibration Level (Xueguang. et al. 2010.) ปริมาณการดูดกลืนแสง (Absorbance, A) เป็นไปตามกฎของเบียร์-แลมเบิร์ต พลังงานของคลื่นแสงถูกดูดกลืนเมื่อผ่านเข้าไปในตัวอย่างโดยองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างความเข้มของแสงที่ผ่านออกมาจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีนั้นถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทำการประเมินคุณภาพของผลิตผลทางการเกษตรโดยไม่ทำลายตัวอย่าง เทคนิค NIRs นี้จึงสามารถใช้ตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีที่มีปริมาณที่แตกต่างกันมีความแม่นยำรวดเร็วกว่าการประเมินด้วยสายตา การตรวจหาเกลือแคลเซียมคลอไรด์ในยางก้อนถ้วยโดยใช้เทคนิคสเปกโตรส

โกปีเนียร์อินฟราเรดแบบไม่ทำลาย จึงจะก่อให้เกิดประโยชน์ในแก้ปัญหาให้กับอุตสาหกรรมการผลิตยางแท่งที่ประสบปัญหาเรื่องคุณภาพยางก้อนถ้วยที่ไม่สม่ำเสมอ ส่งผลต่อการนำยางแท่งไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะล้อยางพาหนะ สาเหตุจากการใช้สารจับตัวยางชนิดอื่นที่ไม่ใช่กรดฟอร์มิคในการผลิต ไม่ว่าจะเป็นกรดซัลฟิวริค เกลือแคลเซียมคลอไรด์ กรดที่อ้างว่าเป็นกรดอินทรีย์ กรดชีวภาพ กรดออร์แกนิค น้ำส้มควันไม้ น้ำหมักชีวภาพ (ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล ,2555)

วัตถุประสงค์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถของเทคนิคสเปกโตรสโกปีเนียร์อินฟราเรด (FT-NIR) ในการตรวจสอบปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ในตัวอย่างยางก้อนถ้วย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ตัวอย่างยางก้อนถ้วยที่ใช้ทดสอบ

ตัวอย่างยางก้อนถ้วยโดยจัดทรีตเม้นต์แบบ Factorial ในแผนการทดลองแบบ CRD แฟกเตอร A คือ ความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ ประกอบด้วย 7 ระดับ คือ a1 0.5% a2 1.0% a3 1.5% a4 2.0% a5 2.5% a6 3.0% a7 control แฟกเตอร B คือ ปริมาณความชื้น ประกอบด้วย 3 ระดับ คือ b1 ยางก้อนถ้วยเปียก b2 ยางก้อนถ้วยหมาด และ b3 ยางก้อนถ้วยแห้ง แฟกเตอร C คือ อุณหภูมิ ประกอบด้วย 3 ระดับ คือ c1 30°C, c2 35°C และ c3 40°C

การตรวจวัดสเปคตรัม

เครื่อง FT-NIR spectrophotometer รุ่น NIR Flex N500 ผลิตโดย บริษัท Buchi Labortechnik, AG, Flawil ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ พร้อมด้วยจานบรรจุตัวอย่างชนิดบรรจุตัวอย่างถูกนำมาใช้ในการตรวจวัด NIR สเปคตรัม โดยตรวจวัดในช่วงคลื่นแสงต่อเซนติเมตร ตั้งแต่ 4000-10000 cm^{-1} ทุก 16 cm^{-1} ของช่วงคลื่นแสงจะบันทึกค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัดจำนวน 32 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยแบ่งตัวอย่างออกเป็นสองส่วนคือ Calibration และ Validation set โดยวิธีแบ่งตามเลขคู่เลขคี่ Partial least squares (PLS) regression ถูกนำมาใช้สร้างสมการ calibration ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม Unscrambler (Camo, Oslo, Norway)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในยางก้อนถ้วยได้สมการที่ใช้ในการทำนาย แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแกน X คือ ความยาวคลื่น (wavelength) กับ แกน Y คือ ค่าสหสัมพันธ์ (correlation) อย่างง่ายของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงแสงที่ความยาวระหว่าง 1008 ถึง 2480 นาโนเมตร กับค่าที่วิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐานค่าการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น

อย่างง่าย (Simple linear regression) y = 0.9791x + 0.0112 แสดงค่าคงที่ ณ จุดตัดแกน Y เมื่อ X มีค่าเท่ากับ 0 และค่าความชันของกราฟ ค่าความเหมาะสมของการทำนาย (measure of goodness of fit) ปริมาณเกลือแคลเซียมคลอไรด์ในยางก้อนถ้วยที่หาได้จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าตกค้าง (residual standard deviation; Syx) หรือเรียกว่าค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการทำนายของกลุ่ม (standard error of calibration; SEC) เท่ากับ 0.18 ค่าเฉลี่ยของการทำนายปริมาณเกลือแคลเซียมคลอไรด์ในยางก้อนถ้วย (Y) กับ ค่าเฉลี่ยของค่าจริง (X) (Standard Error of Prediction; SEP) ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ (bias) เท่ากับ 0.00 และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination ; r2) เท่ากับ 0.91 (Table 1) แสดงว่า สมการแคลิเบรชั่นที่สร้างขึ้นมามีความน่าเชื่อถือมากในการทำนายถึงค่าตัวแปร (Y) หรือปริมาณเกลือแคลเซียมคลอไรด์ในยางก้อนถ้วย (Figure 2)

การหาค่าอนุพันธ์ (derivative) ของสเปกตรัม การคำนวณค่าอนุพันธ์อันดับสอง (second derivative) ของสเปกตรัม จะทำให้เกิดการแยกขอจุดยอดที่เหลื่อมซ้อนกันออกมา (Figure 3) การใช้อนุพันธ์อันดับสองในการวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้ง โดยค่าอนุพันธ์อันดับสอง (second derivative) ของสเปกตรัม ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ R^2 เท่ากับ 0.91 และค่าความคลาดเคลื่อน SEC เท่ากับ 0.18 (Figure 4)

สรุป

ค่าเฉลี่ยของการทำนายปริมาณเกลือแคลเซียมคลอไรด์ในยางก้อนถ้วย *(Y)* กับค่าเฉลี่ยของค่าจริง *(X)* (Standard Error of Prediction; *SEP*) ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ (bias) เท่ากับ 0.00 และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination ; r^2) เท่ากับ 0.91 แสดงว่า สมการแคลิเบรชั่นที่สร้างขึ้นมามีความน่าเชื่อถือมากในการทำนายถึงค่าตัวแปร *(Y)* หรือปริมาณเกลือแคลเซียมคลอไรด์ในยางก้อนถ้วย การหาค่าอนุพันธ์ (derivative) ของสเปกตรัม การคำนวณค่าอนุพันธ์อันดับสอง (second derivative) ของสเปกตรัม จะทำให้เกิดการแยกขอจุดยอดที่เหลื่อมซ้อนกันออกมา การใช้อนุพันธ์อันดับสองในการวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้ง โดยค่าอนุพันธ์อันดับสอง (second derivative) ของสเปกตรัม ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ R^2 เท่ากับ 0.91 และค่าความคลาดเคลื่อน *SEC* เท่ากับ 0.18

ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินการเจริญเติบโตของยางเพื่อวางแผนเพิ่มประสิทธิภาพการกรีดยาง รวมทั้งการรณรงค์ของภาครัฐให้เกษตรกรตระหนักถึงความเสียหายจากการกรีดยางต้นเล็ก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย ประเภททุนพัฒนาบุคลากร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ พ.ศ.2555

เอกสารอ้างอิง

ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล. (2555). ผลเสียของการใช้น้ำหมักชีวภาพและน้ำส้มควันไม้ในการจับตัวยาง. *วารสารยางพารา*, 33(2), 2-18.

ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล. (2555). มหันตภัยร้ายของเกลือแคลเซียมในการผลิตยางก้อนถ้วย. *วารสารยางพารา, 33(2), 19-23.*

ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล. (2558). ผลกระทบของสารจับตัวยางที่อ้างว่าเป็นกรดออร์แกนิคยี่ห้อหนึ่ง ในการผลิตยางก้อนถ้วยและยางแผ่นดิบ. *วารสารยางพารา*, 36(3), 2-8.

องค์การสวนยาง. (2555). *การปลูกสร้างสวนยางพาราที่มีประสิทธิภาพ* องค์การสวนยาง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

Jean, R.D. M., Monteirob. E. E.C. 2000. Analysis of natural cis- and trans-polyisoprene mixtures by near-infrared spectrophotometry Polymer. Test. 19: 667 – 672.

Saiga, N., C. Hamada, J. Ikeda. 2006. Near infrared spectroscopy assessment of the glucose solutionprocessed by ultrasonic cavitation Ultrasonics. 44 : 101–104

Takeno,S., T. Bamba, Y. Nakazawa, E. Fukusaki, A. Okazawa and A. Kobayashi. 2008. A High-Throughput and Solvent-free Method for Measurement of Natural Polyisoprene Content in Leaves by Fourier Transform Near Infrared Spectroscopy J. Biosci. Bioeng. 106 (6) : 537–540

Katrina,C. M.D. Myers and S.S. Kelley. 2004 Latex quantification in homogenate and purified latex samples from various plant species using near infrared reflectance spectroscopy Ind. Crop. Prod. 19 (3) : 283–296

Xueguang S., X. Bian, W. Cai. 2010. An improved boosting partial least squares method for near-infrared spectroscopic quantitative analysis Ana. Chim. Acta. 666: 32– 37

Table 1 The results of PLS calibration for prediction of calcium chloride in rubber cublum under light frequencies ranging from 4000 – 8000 cm^{-1}

	F	Mean	SD	Range	CV	R^{2*}	SEC	SEP	*Bias*
Calibration	10	1.50	6.35	0.1 – 3.0	12.06	0.91	0.18	-	0.000
Validation	10	1.75	6.16	0.5 – 2.5	12.03	0.91	-	0.90	0.029

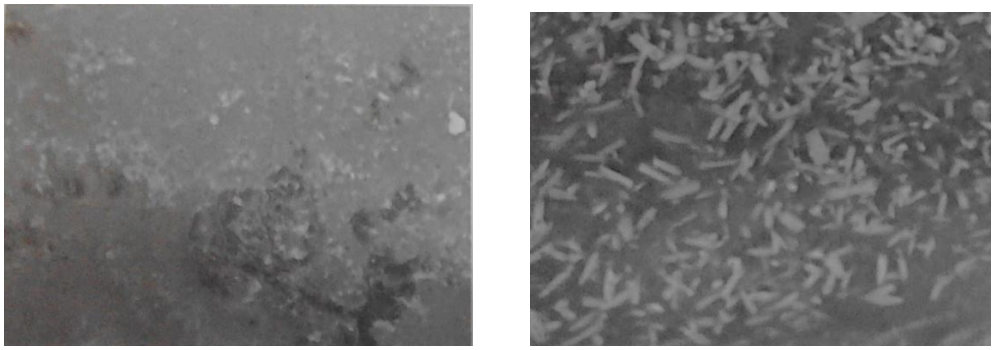

Figure 1 Distribution of calcium chloride in rubber cublum

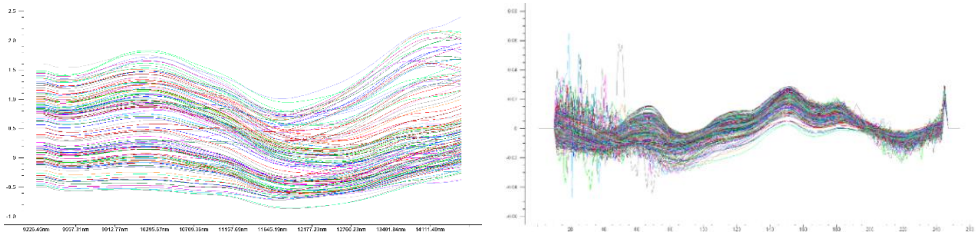

Figure 2 Initial spectra of rubber cublum (a) initial spectra of calcium chloride content in rubber cublum with different moisture content (b) Second derivative spectra

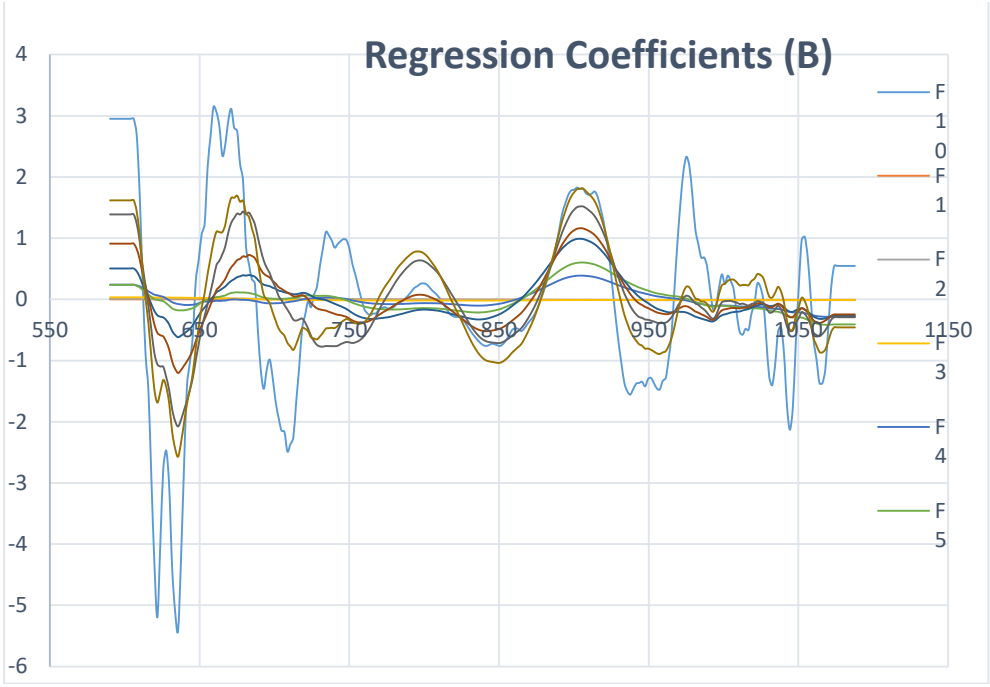

Figure 3 Relationships between actual values of calcium chloride in rubber cublum and the values measured by Near-Infrared Spectroscopy Technique

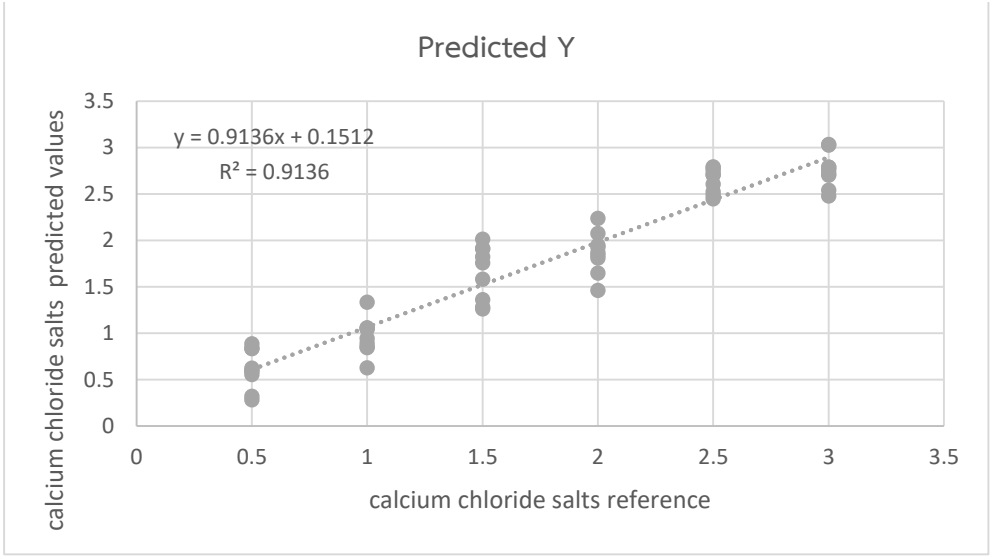

Figure 4 The analysis results of PLS regression coefficients for calcium chloride in rubber cublum using the data adjusted by smoothing technique and second derivative technique under the light frequencies ranging between 4000 – 8000 cm^{-1}