

การเตรียมตัวอย่างเพื่อตรวจหาองค์ประกอบของยางพาราโดยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี
Sample Preparation Methods for Detecting the Component of Para Rubber by
Near Infrared Spectroscopy

ปาริชาติ เทียนจุมพล^{1,2} รุ่งนภา ไกลถิ่น^{1,2} พิเชษฐ น้อยมณี^{1,2} และ สุนิสา สุชาติ³
Parichat Theanjumpol^{1,2}, Rungnapha Klaithin^{1,2}, Pichet Noimanee^{1,2} and Sunisa Suchat³

Abstract

The objective of this research was to compare the sample preparation methods for detecting the important component in para rubber. The different sample preparing methods were used, the first was putting latex in cuvette cell with 10 mm pathlength, the second was using a cup lump rubber and the third was using a sheet rubber with 37 mm diameter, 2 mm thickness and loaded into the standard cup. All samples were measured the spectra by using NIRSystem 6500 in wavelength region 400-2500 nm with the different accessories. The result showed that, the original spectra of the three methods obtained a clear peaks at 1718 and 1778 nm, which were the absorption band of natural rubber. When comparing the sample preparation methods, latex packing in cuvette cell was more convenient than the others. The preparation of cup lump rubber by mixing with acid and made into a shape as a cup was a complex process. Whereas a sheet rubber was done by the different process from cup lump and even more complicated. However, the relation between the spectral data and the para rubber composition have to be studied before the suitable preparation method could be judged.

Keywords: Sample preparation, Para rubber, Near infrared spectroscopy

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการเตรียมตัวอย่างยางพาราที่เหมาะสม เพื่อตรวจหาองค์ประกอบที่สำคัญในยางพารา โดยมีการเตรียมตัวอย่างที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีที่ 1 นำน้ำยางมาบรรจุใน cuvette cell ขนาด 10 มิลลิเมตร วิธีที่ 2 ยางก้อนถ้วย และวิธีที่ 3 ยางแผ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร บรรจุใน standard cup จากนั้นจึงนำตัวอย่างที่เตรียมได้ไปวัดการสะท้อนกลับของแสงด้วยเครื่อง NIRSystem 6500 ในช่วงความยาวคลื่น 400-2500 นาโนเมตร ตัวอย่างเตรียมด้วยวิธีต่างกันวัดสเปกตรัมด้วยอุปกรณ์เสริมที่ต่างกัน พบว่าสเปกตรัมดั้งเดิมของตัวอย่างที่เตรียมด้วยวิธีต่างๆ พบพีกชัดเจนที่ความยาวคลื่น 1718 และ 1778 นาโนเมตร ซึ่งเป็นพีกที่พบบนสเปกตรัมของยางธรรมชาติ เมื่อเปรียบเทียบ พบว่าวิธีนำน้ำยางมาบรรจุใน cuvette cell สะดวก กระบวนการได้มาของตัวอย่างไม่ยุ่งยาก สำหรับวิธีเตรียมยางก้อนถ้วย โดยนำน้ำยางมาผสมกรดและขึ้นรูปเป็นยางก้อน และวิธีเตรียมยางแผ่น โดยนำน้ำยางมาผสมกรดและขึ้นรูปเป็นยางแผ่น ซึ่งยางแผ่นมีกระบวนการเตรียมตัวอย่างที่ค่อนข้างซับซ้อนกว่าสองวิธีแรก อย่างไรก็ตามต้องมีการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสเปกตรัมและองค์ประกอบของยางพาราที่ต้องการตรวจหาในลำดับต่อไป ก่อนจะตัดสินใจว่าวิธีเตรียมแบบใดเหมาะสม

คำสำคัญ: การเตรียมตัวอย่าง, ยางพารา, เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

คำนำ

ยางพารา หรือ para rubber (*Hevea brasiliensis*) เป็นพืชเศรษฐกิจส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งมีปริมาณผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้นทุกปี ล่าสุดปี พ.ศ. 2556 มีปริมาณผลผลิตยางพารา 3.8 ล้านตันรวมทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ประเทศไทยสามารถปลูกยางพาราได้ทั่วทุกภาค โดยภาคใต้ยังคงผลิตยางพาราได้ปริมาณมากที่สุดในประเทศ ผลิตกันที่ยางที่ผลิตได้จะถูกส่งออกร้อยละ 80 แม้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตยางพาราที่ใหญ่ของโลก แต่ยังคง

¹สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

¹ Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

² Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400

³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สุราษฎร์ธานี 84000

³ Faculty of Science and Industrial Technology, Prince of Songkra University, Surat Thani 84000

ประสบปัญหาสำคัญคือ คุณภาพของวัตถุดิบ นั่นคือน้ำยางสดที่ผลิตได้มีคุณภาพที่หลากหลาย (วิลาศลักษณ์, 2546) ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ยาง อายุยาง ฤดูกาลกรีดยาง และวิธีการกรีดยาง โดยปกติในน้ำยางมี 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นน้ำและสารอื่นๆ กับส่วนที่เป็นเนื้อยาง เมื่อทำเป็นเนื้อยางแห้งจะมีเปอร์เซ็นต์ยาง 25-45% (เอกชัย, 2547) ยางธรรมชาติเป็นสารประกอบกลุ่มพอลิเมอร์ที่ไม่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ มีสมบัติการยืดหยุ่น เรียกโมเลกุลยางว่า polyisoprene โดยส่วนนี้คือปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง (dry rubber content, DRC) ปัจจุบันการซื้อขายยางพาราจะพิจารณา ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยาง (total solids content, TSC) และ DRC ซึ่งวิธีสำหรับหาปริมาณ TSC และ DRC ตามมาตรฐาน ISO นั้นค่อนข้างใช้เวลานาน และมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ที่ยุ่งยาก ในงานวิจัยหลายส่วนจึงพยายามหาวิธีวิเคราะห์เพื่อทดแทนวิธีมาตรฐาน ดังเช่น การใช้ Metrolac (Tillekeratne *et al.*, 1989), Microwave (Hamza *et al.*, 2008) และ photoelectric sensor (Zhao *et al.*, 2010) ถึงแม้จะเป็นวิธีที่รวดเร็ว แต่บางวิธีมีการเตรียมตัวอย่างที่ค่อนข้างยุ่งยาก และต้องใช้ความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานค่อนข้างสูง ดังนั้นเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (near infrared spectroscopy, NIRS) จึงถูกนำมาใช้เพื่อลดขั้นตอน ลดระยะเวลา และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีในการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามการตรวจวิเคราะห์ ด้วยเทคนิค NIRS ต้องหาลักษณะของตัวอย่างที่จะตรวจวัดให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลทำนายที่มีความแม่นยำสูง และเป็นวิธีที่ง่ายไม่ยุ่งยากเพื่อความสะดวกต่อการใช้งานจริง ในงานวิจัยนี้จึงได้เปรียบเทียบวิธีการเตรียมตัวอย่างยางพาราที่เหมาะสม สำหรับตรวจหาปริมาณ TSC และ DRC

อุปกรณ์และวิธีการ

นำน้ำยางพารา (latex) มาผ่านกระบวนการเตรียมตัวอย่าง 3 รูปแบบ คือ 1) น้ำยางพารา นำมาบรรจุใน cuvette cell ขนาด 10 มิลลิเมตร 2) ยางก้อนถ้วย โดยนำน้ำยางมาใส่ในถ้วยเซรามิกตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน เพื่อขึ้นรูปเป็นยางก้อน และ 3) ยางแผ่น นำน้ำยางพาราเทลงในภาชนะให้มีความหนาของแผ่นยางประมาณ 2 มิลลิเมตร ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน เพื่อขึ้นรูปเป็นยางแผ่น จากนั้นนำมาตัดเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร แล้วจึงนำตัวอย่างยางพาราที่เตรียมด้วย 3 วิธีข้างต้นมาวัดสเปกตรัมด้วยเครื่องNIRSystem 6500 ซึ่งจะใช้อุปกรณ์เสริมที่ต่างกัน โดย น้ำยางพาราที่บรรจุใน cuvette cell ใช้อุปกรณ์เสริมชุด transportation module แบบวัดการสะท้อนกลับของแสง (reflectance) ช่วงความยาวคลื่น 400-2500 นาโนเมตร ส่วนยางก้อนจะวัดด้วยชุดอุปกรณ์เสริม fiber optic with interactance probe ความยาวคลื่น 400-1100 นาโนเมตร และบางส่วนได้นำมาสไลด์เป็นแผ่นที่มีความหนา 2 มิลลิเมตร แล้วนำไปบรรจุใน standard cup แล้ววัดสเปกตรัมด้วยชุดอุปกรณ์เสริม transportation module ความยาวคลื่น 400-2500 นาโนเมตร เช่นเดียวกับยางแผ่น (Figure 1 and Figure 2) ศึกษาลักษณะของสเปกตรัมและความแปรปรวนของข้อมูล

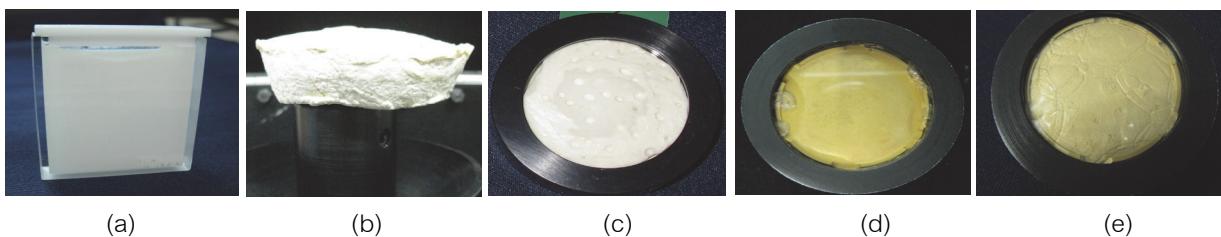


Figure 1 Types of sample; (a) latex in cuvette cell, (b) cup lump on fiber optic probe, (c) cup lump in standard cup, (d) rubber sheet in standard cup and (e) dried rubber sheet in standard cup for measuring the spectra by NIRSystem 6500



Figure 2 NIRSystem 6500 with (a) transportation module and (b) fiber optic with interactance probe

ผลการทดลองและวิจารณ์

สเปกตรัมดั้งเดิมเฉลี่ยที่ได้จากการเตรียมตัวอย่าง ได้แก่ น้ำยางใน cuvette cell, ยางก้อนถ้วยสไลด์เป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 mm ความหนา 2 mm บรรจุใน standard cup และยางแผ่นตัดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 mm ความหนา 2 mm บรรจุใน standard cup พบพีกชัดเจนที่ 1200, 1450, 1718, 1778 และ 1930 nm (Figure 3A) โดยพีกที่ 1450 และ 1930 nm ของตัวอย่างที่เตรียมด้วยวิธีต่างกันมีค่าการดูดกลืนแสงที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นผลจากความชื้นของยางแต่ละลักษณะต่างกัน ดังนั้นเมื่อนำยางแผ่นไปลดความชื้นแล้วนำไปวัดสเปกตรัมจึงไม่พบพีกน้ำที่ 1930 nm ซึ่งสัมพันธ์กับพันธะ O-H ในโมเลกุลของน้ำ โดยพีกน้ำชัดเจนที่สุดที่ 1450 และ 1940 nm แต่ยังคงพบพีกที่ 1200, 1718 และ 1778 nm ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ William and Norris (2001) พีกดังกล่าวสัมพันธ์กับพันธะ O-H ในโมเลกุลของน้ำ โดยพีกน้ำชัดเจนที่สุดที่ความยาวคลื่น 1450 และ 1940 นาโนเมตร เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ที่สามารถดูดกลืนคลื่นแสง NIR ได้ดี ขณะที่สเปกตรัมดั้งเดิมเฉลี่ยของยางก้อนถ้วยวัดสเปกตรัมด้วย fiber optic with interactance probe พบพีกชัดเจนที่ 744, 922 และ 976 nm ซึ่งคือพีกน้ำ (Figure 3B) เมื่อพิจารณาพีกขององค์ประกอบอื่น พบว่าที่ 1718 และ 1778 nm มีค่าการดูดกลืนแสงสูงชันและผูกพันกับค่าการดูดกลืนแสงของน้ำ ซึ่งพีกดังกล่าวสัมพันธ์กับพันธะ C-H ในสเปกตรัมของยางในธรรมชาติ เมื่อปริมาณน้ำลดลงจึงมีผลทำให้พีกที่ 1718 และ 1778 nm มีค่าการดูดกลืนแสงสูงชัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Inagaki *et al.* (2013) พบว่าค่าการดูดกลืนแสงของยางในธรรมชาติปรากฏช่วงความยาวคลื่น 1700-1780 นาโนเมตร และ 2300-2500 นาโนเมตร และนอกจากนั้นค่า TSC (ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยาง) ยังมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับน้ำ นั่นคือ isoprene ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในยางพารา Cornish *et al.* (2004) รายงานว่าค่าการดูดกลืนแสงช่วง 1710-1720 nm สัมพันธ์กับความเข้มข้นของน้ำยาง เช่นเดียวกับพีกที่ 744 และ 922 nm ซึ่งสัมพันธ์กับพันธะ C-H (Osborne *et al.*, 1993) ซึ่งพบในโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบหลักของยางพารา

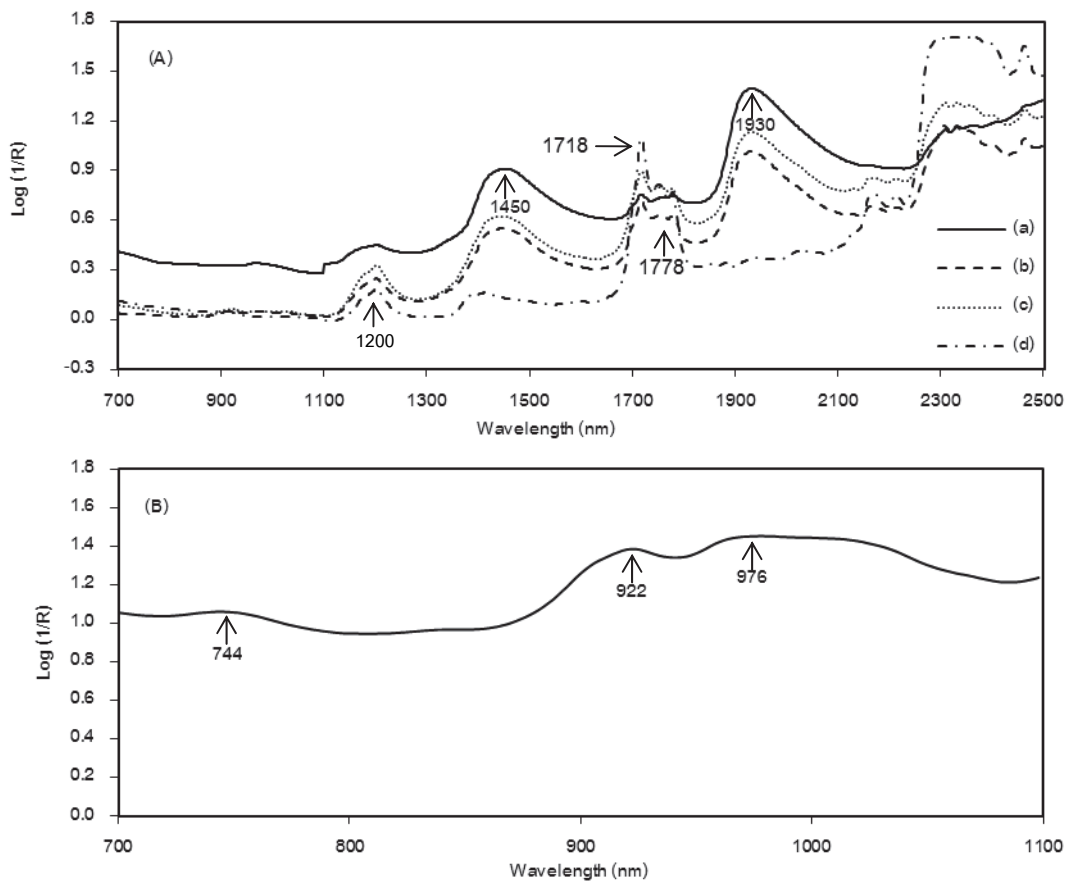


Figure 3 Means original spectra of (a) latex in cuvette cell, (b) cup lump in standard cup, (c) sheet rubber in standard cup and (d) dried sheet rubber in standard cup, were measured by NIRSystem 6500 with transportation module (A) and fiber optic with interactance probe (B).

เมื่อพิจารณาการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีต่างๆ เพื่อตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค NIRS พบพีกในช่วงความยาวคลื่นเดียวกันคือ 700-1000 และ 1718-1778 นาโนเมตร ทั้งนี้การเตรียมตัวอย่างเป็นยางแผ่นพบพีกที่เป็นองค์ประกอบหลักของยางชัดเจนที่สุด แต่วิธีการเตรียมที่ค่อนข้างซับซ้อนและต้องใช้เวลา นาน นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความชำนาญเช่นเดียวกับการขึ้นรูปยางก้อนถ้วย ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์ในลักษณะของน้ำยางจึงเป็นทางเลือกที่ดี เนื่องจากประหยัดต้นทุนและเวลา อย่างไรก็ตามการตรวจวิเคราะห์ในรูปของยางก้อนถ้วยก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งเหมาะสมสำหรับพื้นที่เก็บผลผลิตยางพาราในรูปของยางก้อนถ้วยดังเช่นภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สรุป

วิธีเตรียมตัวอย่างสำหรับตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค NIRS ที่สะดวกที่สุด คือ น้ำยางที่บรรจุใน cuvette cell อย่างไรก็ตามการเตรียมในลักษณะของยางก้อนถ้วยก็เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมและสะดวกสำหรับพื้นที่ที่มีการเก็บผลผลิตยางพาราในรูปของยางก้อนถ้วย ทั้งนี้การตรวจวิเคราะห์ควรเลือกให้เหมาะสมกับเงื่อนไขต่อไป

คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่สนับสนุนทุนวิจัย สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สุราษฎร์ธานี ที่เชื้อเพื่อห้องปฏิบัติการและเครื่องมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- วิลาศลักษณ์ ว่องไว. 2546. ข้อมูลพื้นฐานยางพารา. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ยูนิตี้แอนด์โปรเกรสโซลูชั่น จำกัด, เชียงใหม่. 85 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. ยางพารา: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่กรีดยังได้ ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2555-2557. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=13577. (14 พฤษภาคม 2557).
- เอกชัย พฤษอำไพ. 2547. คู่มือยางพารา. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์เทพพิทักษ์, กรุงเทพฯ. 352 หน้า.
- Cornish, K., 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. *Industrial Crops and Products* 19: 283-296.
- Hamza, Z. P., K. F. Anna Dilia, M. N. Muralidharana and T. Kuriana. 2008. Microwave oven for the rapid determination of total solids content of natural rubber latex. *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials* 57: 918-923.
- Inagaki, T., P. Sirisomboon, C. Liu, W. Thanapase and S. Tsuchikawa. 2013. High accuracy rapid prediction and feasibility of on-site nondestructive estimation of para rubber quality by spectroscopic methods. *Journal of Wood Science* 59: 119-126.
- Osborne, B. G., T. Fearn and P. H. Hindle. 1993. Practical NIR Spectroscopy with Applications in Food and Beverage Analysis. Longman Group UK Limited 1986, UK. p 227.
- Tillekeratne, L. M. K., L. Karunanayake, P. H. S. Kumara and S. Weeraman. 1989. A rapid and accurate method for determining the dry rubber content and total solid content of NR latex. *Polymer Testing* 8: 353-358.
- William, P. and K. Norris. 2001. *Near-infrared Technology in the Agricultural and Food Industries*. 2nd ed. American Association of Cereal Chemists, USA. 296 p.
- Zhao, Z-M., X-D. Jin, L. Zhang and X-L. Yu. 2010. A novel measurement system for dry rubber content in concentrated natural latex based on annular photoelectric sensor. *International Journal of Physical Sciences* 5: 251-260.