

การตรวจสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟโดยใช้เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี Postharvest Quality Assessment of Green Coffee Bean Using Near Infrared Spectroscopy

ณัฐวัฒน์ หมื่นมานะ^{1,2} ศุภลักษณ์ ชิตวรกุล^{1,2} สุรัสวดี กิจบุญชู^{1,2} และ ปาริชาติ เทียนจุมพล^{1,2}
Nadthawat Muenmanee^{1,2}, Supaluk Chitworakool^{1,2}, Suraswadee Kitboonchu^{1,2} and Parichat Theanjumpol^{1,2}

Abstract

To assess postharvest quality of green coffee bean using near infrared spectroscopy, the samples were collected from three production areas in Northern Thailand, i.e. Chiang Mai, Lumphang and Mae Hong Son. All samples were sized and removed the contaminated and defected grain. The total of 240 samples (80 samples x 3 areas) were measured NIR spectrum by NIRSystem 6500 in wavelength region from 1100 to 2500 nm. Before the spectral data were applied by various data pretreatment methods such as moving average smoothing (segment size: 11), multiplicative scatter correction (MSC) and Norris Gap second derivative (gap size: 11). The principal component analysis (PCA) was analyzed by The Unscrambler © version 9.8. It was found that green coffee bean were separated into three groups of silver skin contaminated level by PC1 and PC2; no silver skin (0% of grain surface area), moderate silver skin (<50% of grain surface area) and severe silver skin (>50% of grain surface area). The silver skin contaminated level can be defined the efficiency of postharvest for green coffee bean preparation. Therefore, near infrared spectroscopy can use to assess postharvest quality of green coffee bean. However, other properties of green coffee bean should be considered.

Keywords: Near infrared spectroscopy, quality, coffee bean

บทคัดย่อ

การตรวจสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟโดยใช้เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี โดยนำเมล็ดกาแฟที่ผลิตในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง และแม่ฮ่องสอน มาทำการคัดขนาด สิ่งเจือปน และเมล็ดที่มีข้อบกพร่องออกก่อน จำนวน 240 ตัวอย่าง (80 ตัวอย่าง x 3 พื้นที่) นำมาวัดสเปกตรัมโดยใช้เครื่อง NIRSystem 6500 ในช่วงความยาวคลื่น 1100-2500 นาโนเมตร แล้วแปลงข้อมูลด้วยวิธี moving average smoothing (segment size 11) ร่วมกับ multiplicative scatter correction (MSC) และ Norris gap second derivative (gap size 11) แล้ววิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี principal component analysis (PCA) โดยใช้โปรแกรม The Unscrambler © version 9.8 พบว่า สามารถจำแนกสเปกตรัมออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับของเยื่อหุ้มเมล็ดที่ปนเปื้อนด้วย PC1 และ PC2 คือ เมล็ดที่ไม่มีเยื่อหุ้มเมล็ด (0% พื้นที่ผิว) เมล็ดที่มีเยื่อหุ้มติดอยู่ปานกลาง (<50%พื้นที่ผิว) และเมล็ดที่มีเยื่อหุ้มติดอยู่มาก (>50% พื้นที่ผิว) ซึ่งเยื่อหุ้มเมล็ด (silver skin) ที่ติดอยู่บนเมล็ดกาแฟสามารถบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ใช้เพื่อเตรียมเมล็ดกาแฟ ดังนั้นเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีสามารถใช้ตรวจสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟได้ อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาพร้อมกับสมบัติอื่นของเมล็ดกาแฟด้วย

คำสำคัญ: เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี คุณภาพ เมล็ดกาแฟ

คำนำ

เมล็ดกาแฟ (green coffee) เรียกว่าเมล็ดกาแฟดิบหรือกาแฟสาร ซึ่งเมล็ดกาแฟที่ดีต้องมีคุณภาพตามข้อกำหนด คือ ไม่มีกลิ่นผิดปกติ เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว กลิ่นหมักบูด กลิ่นรา หรือกลิ่นแปลกปลอม มีสีตรงตามกระบวนการผลิตของเมล็ดกาแฟ มีความชื้นไม่เกิน 12.5% และไม่พบร่องรอยการเข้าทำลายของด้วงเมล็ดกาแฟ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561) เมล็ดกาแฟดิบที่มีคุณภาพดี เมื่อนำมาคั่วแล้วจะทำให้ได้เมล็ดกาแฟคั่วที่มีคุณภาพดีด้วย ดังนั้นกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว หรือกระบวนการเตรียมเมล็ดกาแฟจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการ

¹ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

¹ Postharvest Technology Research Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

² Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400

เตรียมด้วยวิธีเปียก (wet method) ในขั้นตอนการหมัก (fermenting) การลอกเมือก (demucilaging) และการกะเทาะกะลา (hulling) เพื่อแยกกะลากาแฟ (parchment) ออกจากเมล็ด (Folmer *et al.*, 2017) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ด (silver skin) ที่ติดอยู่ หากเกษตรกรมีกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพจะทำให้เยื่อหุ้มเมล็ด (silver skin) ติดไปน้อย ซึ่งจะได้เมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพดีตรงตามมาตรฐานและความต้องการของผู้บริโภค เนื่องจากปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดที่ติดไปกับเมล็ดกาแฟ จะส่งผลต่อคุณภาพในขั้นตอนการคั่ว หากมีปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เกิดการไหม้ของเยื่อหุ้มเมล็ดซึ่งส่งผลโดยตรงกับกลิ่นและรสชาติของกาแฟหลังการคั่ว งานวิจัยนี้จึงได้นำเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีมาประยุกต์เพื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดกาแฟในขั้นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อะราบิกาที่ผลิตในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง และแม่ฮ่องสอน อย่างละ 80 ตัวอย่าง มาทำการคัดขนาด โดยใช้ตะแกรงเบอร์ 15 ซึ่งมีขนาดของรูตะแกรงเท่ากับ 6.1 มิลลิเมตร คัดสิ่งเจือปน เช่น เศษหิน ดิน เศษไม้ รวมทั้งเปลือก กะลา และเมล็ดที่มีข้อบกพร่องออก ได้แก่ เมล็ดดำ เมล็ดขึ้นรา เมล็ดแตก เมล็ดถูกแมลงทำลาย และผลกาแฟแห้ง เป็นต้น จำนวน 240 ตัวอย่างบรรจุเมล็ดกาแฟแต่ละตัวอย่างน้ำหนัก 150 กรัม ลงในเซลล์บรรจุตัวอย่างชนิด coarse sample cell แล้วนำมาวัดสเปกตรัมโดยใช้เครื่อง NIRSystem 6500 (Figure 1) ในช่วงความยาวคลื่น 1100-2500 นาโนเมตร แบบวัดการสะท้อนกลับของแสง (reflectance) เพื่อตรวจสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี principal component analysis (PCA) โดยใช้โปรแกรม The Unscrambler® version 9.8

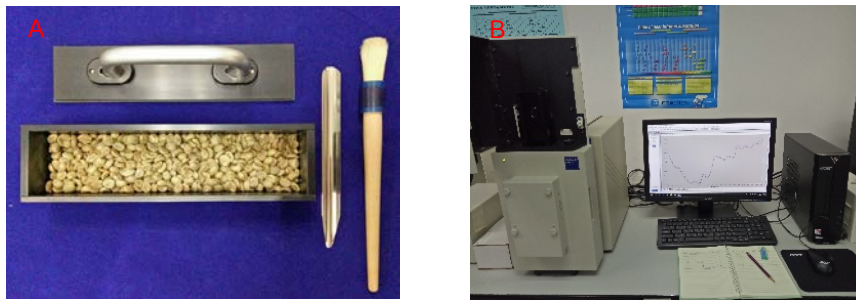


Figure 1 Green coffee bean packing in coarse sample cell (A) for NIR spectra measurement by NIRSystem 6500 (B)

ผล

สเปกตรัมของเมล็ดกาแฟที่วัดด้วยเครื่อง NIRSystem 6500 ในช่วงความยาวคลื่น 1100-2500 นาโนเมตร พบแถบการดูดกลืนแสงชัดเจนที่ความยาวคลื่น 1208, 1468, 1730 และ 1934 นาโนเมตร และเมื่อแปลงข้อมูลสเปกตรัมด้วยวิธี moving average smoothing ร่วมกับวิธี multiplicative scatter correction (MSC) และ วิธี Norris gap second derivative พบพีกหัวกลับชัดเจนที่ความยาวคลื่น 1206, 1430, 1718 และ 1914 นาโนเมตร (Figure 2) และเมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี principal component analysis (PCA) เพื่อศึกษาการกระจายของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า สเปกตรัมที่แปลงข้อมูลด้วย moving average smoothing (segment size 11) ร่วมกับ multiplicative scatter correction (MSC) และ Norris gap second derivative (gap size 11) ให้ผลที่ดีที่สุด โดยสามารถจำแนกเมล็ดกาแฟออกเป็น 3 กลุ่ม ด้วย PC1 (72%) และ PC2 (14%) ตามระดับของเยื่อหุ้มเมล็ดที่ปนเปื้อน (Figure 3) คือ เมล็ดที่ไม่มีเยื่อหุ้มเมล็ด (0% พื้นที่ผิว) เมล็ดที่มีเยื่อหุ้มติดอยู่ปานกลาง (<50% พื้นที่ผิว) และเมล็ดที่มีเยื่อหุ้มติดอยู่มาก (>50% พื้นที่ผิว) (Figure 4) ในการทดลองนี้มีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 240 ตัวอย่าง สามารถจำแนกเป็นเมล็ดที่ไม่มีเยื่อหุ้มเมล็ดจำนวน 27 ตัวอย่าง เมล็ดที่มีเยื่อหุ้มติดอยู่ปานกลางจำนวน 96 ตัวอย่าง และเมล็ดที่มีเยื่อหุ้มติดอยู่มากมีจำนวน 117 ตัวอย่าง

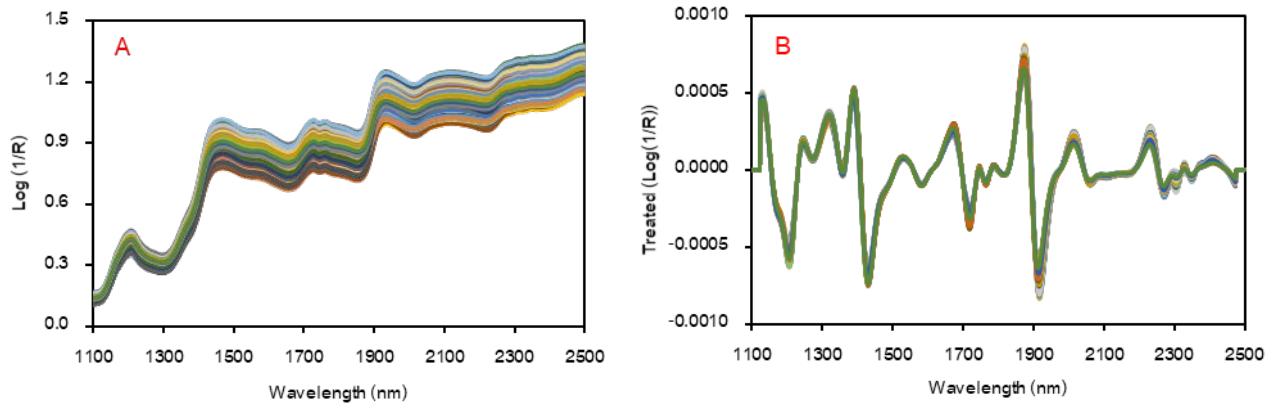


Figure 2 Original NIR spectra (A) and treated spectra (B) of green coffee bean measured by NIRSystem 6500.

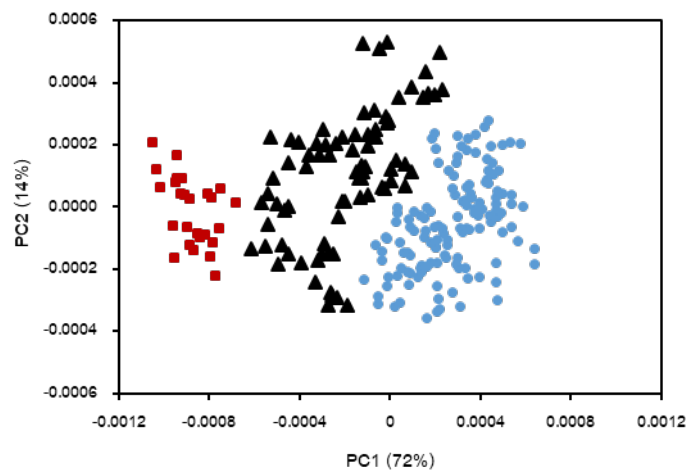


Figure 3 PCA score plot of green coffee bean spectra at three levels of silver skin contaminated; no silver skin (0% of grain surface area)(■), moderate silver skin (<50% of grain surface area)(▲) and high silver skin (>50% of grain surface area)(●)



Figure 4 Three levels of silver skin contaminated on green coffee bean; no silver skin (0% of grain surface area)(A), moderate silver skin (<50% of grain surface area)(B) and high silver skin (>50% of grain surface area)(C)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสเปกตรัมของเมล็ดกาแฟซึ่งพบแถบการดูดกลืนแสงที่ชัดเจนที่ความยาวคลื่น 1208 และ 1730 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากการดูดกลืนแสงของพันธะ C-H ที่เป็นองค์ประกอบหลักในโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต (Osborne *et al.*, 1993) และที่ความยาวคลื่น 1468 และ 1934 นาโนเมตร คือ แถบการดูดกลืนแสงของน้ำ (กุลริศา และคณะ, 2555) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเมล็ดกาแฟที่มีประมาณ 10-13 เปอร์เซ็นต์ (Chakraverty *et al.*, 2003) และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสเปกตรัมด้วย PCA สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างเมล็ดกาแฟได้เป็น 3 กลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับระดับของเยื่อหุ้มเมล็ดที่ปนเปื้อนบนเมล็ดกาแฟ ซึ่งเป็นผลมาจากวิธีการเตรียมกาแฟที่นิยมปฏิบัติ คือ วิธีเปียก (wet process) ทำให้มีการปนเปื้อนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความปรารถนาของเกษตรกรแต่ละราย (พัชนี, 2549) ทั้งนี้ เยื่อหุ้มเมล็ดที่ปนเปื้อนบนเมล็ดกาแฟในระดับต่างกันเมื่อให้แสง NIR กับตัวอย่างจะทำให้เกิดการกระเจิงของแสง (scattering) ต่างกัน ส่งผลต่อค่าการดูดกลืนแสงแล้วทำให้มีสเปกตรัมที่ต่างกัน (Kawano, 2002) กล่าวได้ว่าหากใช้กระบวนการเตรียมเมล็ดกาแฟที่ดีมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่กระบวนการหมักโดยใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมจะทำให้เอ็นไซม์เพคตินเนส (pectinase) ที่อยู่ในเนื้อผลเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารประเภทเพคตินได้ดีส่งผลให้เมือกที่ติดเมล็ดกาแฟหลุดออกได้ง่าย การลอกเมือกให้สะอาดนั้นจะแช่ในน้ำสะอาดทิ้งไว้ประมาณ 12-24 ชั่วโมง แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งก่อนนำไปตากแห้งจนได้กาแฟสดที่มีคุณภาพตรงตามที่ต้องการ (พัชนี, 2549) เมื่อนำกาแฟกะลาไปกะเทาะก็จะสามารถเอากะลาและเยื่อหุ้มเมล็ดออกได้หมด ทำให้ได้เมล็ดกาแฟที่ไม่มีเยื่อหุ้มเมล็ดปนเปื้อนและมีคุณภาพดีตรงตามที่ต้องการ โดยสามารถนำมาใช้เป็นกระบวนการต้นแบบในการเตรียมเมล็ดกาแฟสำหรับการคั่วที่มีคุณภาพดีได้

สรุป

เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีสามารถใช้คัดแยกและตรวจสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟได้ โดยสามารถคัดแยกเมล็ดกาแฟที่มีการปนเปื้อนของเยื่อหุ้มเมล็ดกาแฟได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาร่วมกับสมบัติอื่นของเมล็ดกาแฟด้วยเพื่อให้สามารถคัดแยกคุณภาพกาแฟได้อย่างแม่นยำ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำหรับสถานที่ เครื่องมือต่างๆ และทุนสนับสนุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กุลริศา เกตุภาค, ปาริชาติ เทียนจุมพล และวิบูลย์ ช่างเรือ. 2555. การหาปริมาณความชื้นในกาแฟเมล็ดพันธุ์อะราบิกาด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43(3 พิเศษ): 131-134.
- พัชนี สุวรรณวิศลกิจ. 2549. สรรสาระกาแฟ. โรงพิมพ์นันทพันธ์. เชียงใหม่. 120 หน้า
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2561. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5701-2561 (เมล็ดกาแฟอะราบิกา). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.acfs.go.th/standard/download/Arabica_coffee_bean_2561.pdf. (24 มิถุนายน 2562).
- Chakraverty, A., A.S. Mujumdar, G.S.V. Raghavan and H.S. Ramaswamy. 2003. Handbook of Postharvest Technology Cereals, Fruit, Vegetables, Tea and Spices. Marcel Dekker. Inc., New York, USA. 884 p.
- Folmer, B., I. Blank, A. Farah, P. Giuliano, D. Sander and C. Wille. 2017. The Craft and Science of Coffee. Elsevier Inc., London, UK. 529 p.
- Kawano, S. 2002. Application to agricultural products and foodstuffs. pp. 269-287. In: H.W. Siesler, Y. Ozaki, S. Kawata and H.M. Heise (eds.). Near infrared Spectroscopy: Principle, Instrument, Application. WILEY-VCH Verlag GmbH. Germany.
- 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, United Kingdom. 227 p.