

การประเมินปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มด้วยเทคนิคอินฟราเรดย่านใกล้

Oil Content Evaluation in Oil Palm Bunch by Near Infrared Technique

รณฤทธิ์ ฤทธิธรณ^{1,2} พรทิพา แจกโหว่น³ กรกนก ตั้งกาญจนานุกุล¹ ธนาพร ลิขิตธีรทรัพย์¹ ปาริชาติ ช่างชุบ¹ และ ศุภหทัย โภชนากรณ์¹
Ronnarit Rittiron^{1,2}, Phorntipha Junkwon³, Kornkanok Tangkanjananukul¹, Tanaporn Likhittirasub¹, Parichat Changchub¹ and
Suttahatai Pochangone¹

Abstract

Oil Palm is an important economic crop. In trading system, nowadays, selling price paid to the farmers depends principally on the oil content inside the palm bunch. However, since an examiner estimates the oil content by naked eyes and touching. Therefore the decision of the examiner is probably unfair for the farmers and entrepreneur. Near Infrared (NIR) technique may be an alternative method for nondestructive evaluation of oil quantity in a palm bunch. The calibration equations were developed by determining relationship between NIR absorbance from a portable NIR spectrometer and oil content in a bunch using Bunch analysis. Spectra were collected randomly from 30 oil palm fruits per bunch which 18 fruits were from the outside and 12 fruits from the inside of the bunch. The calibration equation result was not significantly different between actual and NIR predicted values at 95% confidence level with 3.08% Standard Error of Prediction (SEP) and 0.26% Bias. Moreover after the number of analyzed outside fruits were reduced to 18, 12 and 6 fruits per bunch without inside fruits, the error of prediction was slightly higher but not significantly differ from standard extraction method.

Keywords: oil palm, oil content, near infrared

บทคัดย่อ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย ในปัจจุบันการซื้อขายจะใช้ปริมาณน้ำมันในทะลายเป็นเกณฑ์ในการกำหนดราคา แต่ในทางปฏิบัติจะใช้สายตาและการสัมผัสจากผู้ที่มีความชำนาญในการประเมินคุณภาพ ซึ่งอาจไม่มีความแม่นยำมากพอ และอาจก่อให้เกิดความไม่เป็นธรรมต่อผู้ประกอบการและเกษตรกร ดังนั้นเทคนิค Near Infrared (NIR) จึงเป็นวิธีทางเลือกสำหรับเกษตรกรที่ปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มอย่างไม่ทำลาย โดยการสร้างสมการเทียบมาตรฐานจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนพลังงานย่าน NIR ซึ่งวัดด้วยเครื่อง NIR spectrometer แบบพกพา กับค่าปริมาณน้ำมันในทะลาย ด้วยวิธี Bunch analysis การวัดสเปกตรัมจะสุ่มผลปาล์ม 30 ผลต่อทะลาย โดยมาจากผลปาล์มภายนอกทะลาย 18 ผล และภายใน 12 ผล สมการเทียบมาตรฐานสามารถทำนายปริมาณน้ำมันได้ไม่แตกต่างจากค่าจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยค่า Standard Error of Prediction (SEP) = 3.08 % และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (Bias) = 0.26 % นอกจากนี้ยังสามารถลดจำนวนตัวอย่างผลปาล์มต่อทะลายที่ใช้ในการวิเคราะห์เหลือเพียงเฉพาะผลปาล์มชั้นนอก 18 ผล 12 ผล และ 6 ผลต่อทะลาย ตามลำดับ พบว่าค่าที่วิเคราะห์ได้มีความผิดพลาดสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างจากค่าปริมาณน้ำมันที่ได้จากวิธีมาตรฐาน

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน ปริมาณน้ำมันปาล์ม อินฟราเรดย่านใกล้

คำนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายทั้งอุตสาหกรรมบริโภคและอุปโภค จึงเป็นพืชที่เกษตรกรให้ความสนใจในการปลูกเป็นอย่างมาก ซึ่งการรับซื้อปาล์มน้ำมันโดยหลักการจะประเมินปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์ม ด้วยวิธี Bunch analysis ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์ที่ต้องใช้ระยะเวลา และสารเคมี ดังนั้นในทางปฏิบัติส่วนมากจึงใช้วิธีการสังเกตระดับความสุกแก่จากลักษณะภายนอก เช่น สีของทะลายปาล์ม แม้ว่าจะเป็นวิธีที่รวดเร็วแต่ไม่สามารถประเมิน

¹ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม 73140

¹ Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ 10400

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

³ ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม 73140

³ Department Farm Mechanics, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

ปริมาณน้ำมันที่มีอยู่จริงได้ ส่งผลโดยตรงต่อราคาการรับซื้อ ซึ่งอาจไม่เป็นธรรมแก่เกษตรกรและผู้ประกอบการ รมฤทธิ และคณะ (2554) ได้นำเทคนิค Near Infrared (NIR) Spectroscopy ซึ่งเป็นเทคนิคการตรวจสอบคุณภาพอย่างไม่ทำลาย มาใช้ในการประเมินปริมาณน้ำมันในผลปาล์มได้เป็นผลสำเร็จ แต่ในการรับซื้อปาล์มน้ำมันจะประเมินปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์ม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการประเมินปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มอย่างไม่ทำลายด้วยเทคนิค NIR

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างผลปาล์มน้ำมันพันธุ์คอรัตตาริกาและพันธุ์สุราษฎร์ธานีจากจังหวัดสุราษฎร์ธานีจำนวน 125 ทะลาย และจังหวัดตรังจำนวน 128 ทะลาย ซึ่งแต่ละทะลายมีความสูงไม่เท่ากัน คือ สูงไม่เต็มที สูงเต็มที และสูงเกินไป แบ่งทะลายปาล์มเป็น 2 ส่วน (หน้า หลัง) แต่ละส่วนแบ่งเป็นบน กลาง ล่าง จะได้ทั้งหมด 6 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งสุ่มหยิบผลภายนอก 3 ผล ผลภายใน 2 ผล วัดสเปกตรัมด้วยเครื่อง NIR spectrometer แบบพกพา รุ่น FQA-NIRGUN ในช่วงความยาวคลื่น 700-1000 nm วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันด้วยวิธี Soxhlet โดยอบเนื้อปาล์มด้วยตู้อบลมร้อนที่ 80 °C นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันด้วยเครื่องสกัดน้ำมันเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย คำนวณปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มด้วยวิธี Bunch analysis จากนั้นเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสร้างสมการเทียบมาตรฐานวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน ดังนี้

- 1. สร้างสมการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มจากค่าปริมาณน้ำมันในผลปาล์มที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค NIR**
นำข้อมูลสเปกตรัมของตัวอย่างผลปาล์มมาวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน โดยใช้สมการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในผลปาล์ม จากงานวิจัยการประเมินปริมาณน้ำมันของผลปาล์มด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรด (รมฤทธิ และคณะ, 2554) ด้วยโปรแกรม CA Maker นำค่าปริมาณน้ำมันที่ได้แต่ละผลใน 1 ทะลาย มาหาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำมันของแต่ละตำแหน่งคือ บน กลาง และล่าง จากนั้นนำข้อมูลมาสร้างความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำมันในทะลายที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Bunch analysis โดยสร้างสมการเทียบมาตรฐานด้วยวิธี Multiple Linear Regression (MLR) อาศัยโปรแกรม SPSS Statistic version 17.0
- 2. สร้างสมการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มจากสเปกตรัมเฉลี่ยของผลปาล์มในทะลาย**
นำข้อมูลสเปกตรัมตัวอย่างผลปาล์มทั้งหมดใน 1 ทะลาย มาคำนวณเป็นสเปกตรัมเฉลี่ย 1 เส้น จากนั้นนำข้อมูลสเปกตรัมเฉลี่ยมาสร้างความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำมันในทะลายที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Bunch analysis โดยสร้างสมการเทียบมาตรฐานด้วยวิธี Partial Least Square Regression (PLS) โดยอาศัยโปรแกรม The Unscrambler version 9.8 และลดทอนจำนวนตัวอย่างผลปาล์มใน 1 ทะลายที่นำมาสร้างสมการเทียบมาตรฐานแสดงดัง Table 1

Table 1 Number of fruits per bunch used for development of NIR calibration equation.

Sampling position in a bunch	Number of outside fruits	Number of inside fruits	Total number of analyzed fruits per bunch
6	3	2	30
6	3	-	18
6	2	-	12
6	1	-	6

ผล

การสร้างสมการเทียบมาตรฐาน จะแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มคือ Calibration set เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สร้างสมการเทียบมาตรฐาน และ Validation set ใช้สำหรับทดสอบความแม่นยำของสมการ ผลการสร้างสมการเทียบมาตรฐานวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มแสดงดังนี้

- 1. สร้างสมการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มจากค่าปริมาณน้ำมันในผลปาล์มที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค NIR**
ผลการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำมันด้วยวิธี Bunch analysis กับค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำมันในผลปาล์มแต่ละตำแหน่งของทะลายปาล์มที่ได้จากสมการเทียบมาตรฐานวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในผลปาล์มด้วยเทคนิค NIR พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำมันตำแหน่งกลางทะลาย (Middle) มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณน้ำมันด้วยวิธี Bunch analysis มากที่สุด ด้วยค่า Correlation coefficient (R) = 0.80 ,Standard Error of Calibration (SEC) = 3.57%, Standard Error of Prediction (SEP) = 3.57% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (Bias) = 0.8% แสดงดัง Scatter plots (Figure 1)

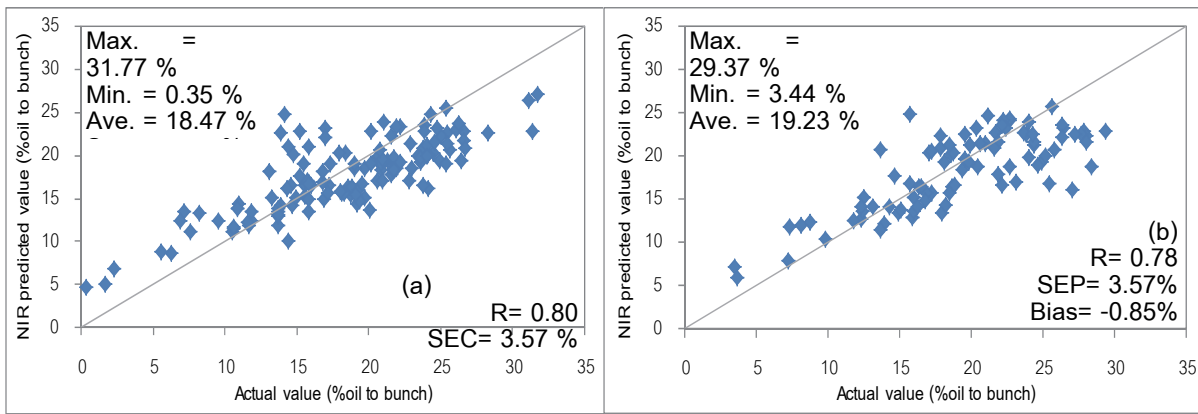


Figure 1 Scatter plots of actual value (%oil to bunch) and NIR-predicted %oil to bunch from %oil in fruits (a) Calibration set and (b) Validation set

2. สร้างสมการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มจากสเปกตรัมเฉลี่ยของผลปาล์มในทะลาย

ผลการสร้างสมการเทียบมาตรฐานวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มจากสเปกตรัมเฉลี่ยของผลปาล์มในทะลาย และผลการลดทอนจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์แสดงดัง Table 2

Table 2 Results of calibration equations for determination of oil content in oil palm bunch.

Parameters	Number of analyzed fruits per bunch			
	30	18	12	6
Correlation coefficient of calibration : R_c	0.84	0.85	0.79	0.83
Correlation coefficient of validation : R_v	0.85	0.82	0.80	0.83
Standard Error of calibration :SEC (%oil to bunch)	3.14	3.26	3.89	3.56
Standard Error of prediction :SEP (%oil to bunch)	3.08	3.28	3.30	3.29
Bias (%oil to bunch)	0.26	0.23	0.27	0.18

จาก Table 2 พบว่าสมการเทียบมาตรฐานวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มที่ใช้ค่าเฉลี่ยสเปกตรัมตัวอย่างผลปาล์ม 30 ผลต่อทะลาย มีความแม่นยำมากที่สุดด้วยค่า Correlation coefficient (R) = 0.84 , Standard Error of Calibration (SEC) = 3.14%, Standard Error of Prediction (SEP) = 3.08% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (Bias) = 0.26% แสดงดัง Scatter plots (Figure 2)

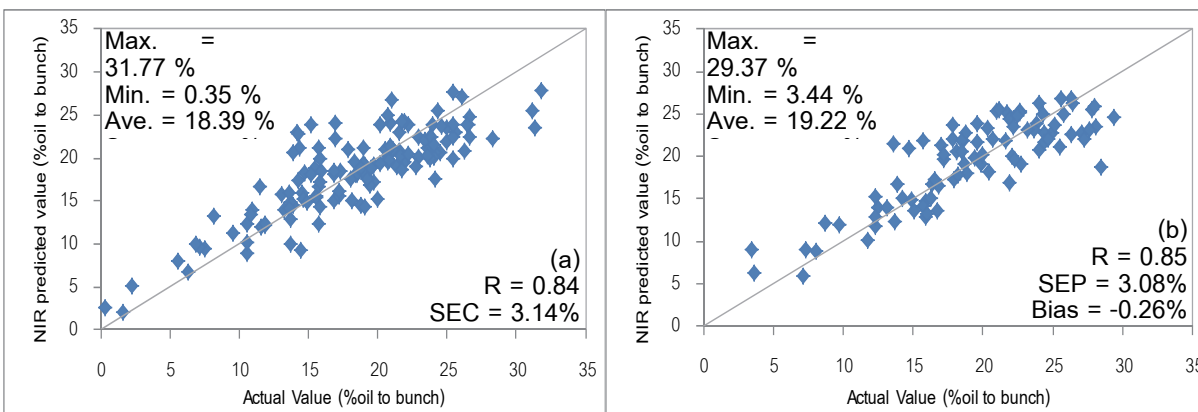


Figure 2 Scatter plots of actual value (%oil to bunch) and NIR-predicted %oil to bunch from averaged spectrum in a bunch (a) Calibration set and (b) Validation set

วิจารณ์ผล

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์ม พบว่ารูปแบบการวิเคราะห์ที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำมันด้วยวิธี Bunch analysis กับค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำมันในผลปาล์มแต่ละตำแหน่งของทะลายปาล์มที่ได้จากสมการเทียบมาตรฐานวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในผลปาล์มด้วยเทคนิค NIR มีความผิดพลาดจากการวิเคราะห์ (SEP = 3.57%) สูงกว่ารูปแบบการวิเคราะห์ที่ใช้สเปกตรัมเฉลี่ยของผลปาล์มในทะลายมาสร้างสมการเทียบมาตรฐาน (SEP = 3.08%) เนื่องจากวิธีการวิเคราะห์รูปแบบแรกสมการเทียบมาตรฐานอาจไม่ครอบคลุมความแปรปรวนของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ ส่งผลให้ค่าความผิดพลาดจากการทำนายสูงกว่า ขณะที่การวิเคราะห์รูปแบบที่สองตัวอย่างที่ใช้สร้างสมการเทียบมาตรฐานมีความแปรปรวนครอบคลุมตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบความแม่นยำของสมการมากกว่าจึงมีค่าความผิดพลาดจากการวิเคราะห์ต่ำกว่า อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบผลการลดทอนจำนวนตัวอย่างที่ใช้สร้างสมการเทียบมาตรฐานในการวิเคราะห์รูปแบบที่สอง พบว่าเมื่อลดจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ต่อทะลายจะมีความผิดพลาดสูงขึ้นเล็กน้อย โดยจำนวนตัวอย่างที่ให้ผลการวิเคราะห์แม่นยำที่สุดได้จากการใช้ค่าเฉลี่ยสเปกตรัมจากผลปาล์ม 30 ผลต่อทะลาย และสมการเทียบมาตรฐานพบตัวแปรที่สำคัญคือความยาวคลื่น 910 nm ซึ่งเป็นตำแหน่งการดูดกลืนของน้ำมันปาล์ม (รณฤทธิ์ และคณะ, 2554) แสดงดัง Regression coefficient (Figure 3) อย่างไรก็ตามสมการที่ได้จากการใช้ค่าเฉลี่ยสเปกตรัมจากผลปาล์มภายนอก 18 12 และ 6 ผลต่อทะลาย มีความแม่นยำเทียบเท่าการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยวิธี Bunch analysis อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

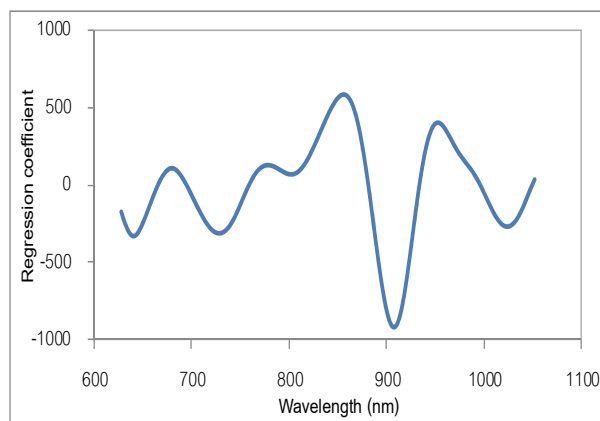


Figure 3 Regression coefficient plot of calibration equation for determination of oil content in oil palm bunch

สรุป

รูปแบบการสร้างสมการเทียบมาตรฐานวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในทะลายปาล์มที่มีความแม่นยำมากที่สุด ได้จากการเฉลี่ยสเปกตรัมของผลปาล์มในทะลาย จากนั้นนำมาสร้างความสัมพันธ์กับค่าปริมาณน้ำมันที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Bunch analysis พบว่าเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยสเปกตรัมจากผลปาล์ม 30 ผลต่อทะลาย จะให้ค่าความผิดพลาดจากการวิเคราะห์น้อยที่สุด อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติสามารถลดทอนจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้เป็น 18 12 หรือ 6 ผลต่อทะลาย (เฉพาะผลภายนอก) เพื่อความสะดวกของผู้ปฏิบัติงาน เนื่องจากสมการที่ได้มีความแม่นยำเทียบเท่าการวิเคราะห์ทางเคมี ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% อีกทั้งยังสามารถใช้ในการกำหนดราคาซื้อขายทะลายปาล์มในเชิงพาณิชย์ได้

เอกสารอ้างอิง

รณฤทธิ์ ฤทธิธอน, สุวีพร ณรงค์วงศ์วัฒนา, ปวีณา เอี่ยมเอม, มณีนรัตน์ วงศ์จันทร์ และภรพรณ นิจจรลกุล. 2554. การประเมินปริมาณน้ำมันของผลปาล์มน้ำมันด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรด (NIR). ว. วิทย. กษ. 42 (1 พิเศษ): 71-74.