

ชื่อโครงการ การใช้เทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้ในการวิเคราะห์
องค์ประกอบทางเคมีและการปลอมปนของน้ำตาลมะพร้าวและน้ำตาลโตนด

ชื่อผู้วิจัย ผศ.ดร.เอกพันธ์ แก้วมณีชัย (หัวหน้าโครงการ)
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร

แหล่งทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2556

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีที่เสร็จ พ.ศ.2558

ประเภทการวิจัย การวิจัยประยุกต์

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์และชีววิทยา กลุ่มวิชา อุตสาหกรรมเกษตร

บทคัดย่อ

น้ำตาลมะพร้าวเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย การพัฒนาวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำตาลมะพร้าวให้มีความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการแปรรูปน้ำตาลมะพร้าว จึงได้ทำการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้ (NIR) กับการควบคุมคุณภาพน้ำตาลมะพร้าวสดและน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวในด้านองค์ประกอบทางเคมีและการปลอมปน โดยเมื่อใช้เทคนิค NIR ที่ช่วงคลื่น $12480-4000\text{ cm}^{-1}$ และทำการปรับแต่งข้อมูลสเปกตรัมด้วยเทคนิคคณิตศาสตร์ร่วมกับการสร้างสมการด้วยเทคนิค partial least squares regression (PLS) พบว่าสมการที่ใช้ทำนายปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกลูโคส ฟรุคโตส ซูโครส ค่า pH ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณความชื้นของน้ำตาลมะพร้าวสดนั้นมีค่า coefficients of determination (R^2) เท่ากับ 0.956, 0.925, 0.967, 0.814, 0.937, 0.893 และ 0.957 ตามลำดับ และผลการสร้างแบบจำลองทำนายการปลอมปนน้ำเชื่อม (สารละลายซูโครส) ในน้ำตาลมะพร้าวสดที่ระดับการปลอมปน 10, 25, 50, 75 และ 100% (w/w) พบว่า เทคนิค principal component analysis (PCA) ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการแยกความแตกต่างระหว่างน้ำตาลมะพร้าวสดกับน้ำตาลมะพร้าวสดปลอมปนด้วยน้ำเชื่อมได้ แต่การใช้เทคนิค PLS นั้นสามารถแยกความแตกต่างระหว่างน้ำตาลมะพร้าวสดกับน้ำตาลมะพร้าวสดที่มีการปลอมปนด้วยน้ำเชื่อมตั้งแต่ 50% (w/w) ขึ้นไปได้ สำหรับสมการ

ทำนายปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกลูโคส ฟรุกโตส ซูโครส ค่า pH ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณความชื้นของน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวที่สร้างด้วยเทคนิค PLS นั้นมีค่า R^2 เท่ากับ 0.689, 0.773, 0.925, 0.881, 0.819, 0.826 และ 0.723 ตามลำดับ ส่วนการสร้างแบบจำลองทำนายการปลอมปนน้ำตาลทราย (ซูโครส) ในน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวที่ระดับการปลอมปน 25 และ 50% (โดยน้ำหนักของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด) พบว่า การใช้เทคนิค PCA ยังไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวแท้และน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวปลอมปนด้วยน้ำเชื่อมได้ แต่การใช้เทคนิค PLS สามารถใช้แยกความแตกต่างระหว่างน้ำตาลมะพร้าวแท้และน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวที่มีการปลอมปนน้ำตาลทรายในระดับ 25 และ 50% ได้ จากผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าเทคนิค NIR สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำตาลมะพร้าวได้

น้ำตาลโตนดเป็นอีกผลิตผลทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย การพัฒนานิเวศการตรวจสอบคุณภาพน้ำตาลโตนดให้มีความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการแปรรูปน้ำตาลโตนด จึงได้ทำการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้เทคนิค NIR กับการควบคุมคุณภาพน้ำตาลโตนดสดในด้านองค์ประกอบทางเคมี โดยเมื่อใช้เทคนิค NIR ที่ช่วงคลื่น $12480-4000\text{ cm}^{-1}$ และทำการปรับแต่งข้อมูลสเปกตรัมด้วยเทคนิคคณิตศาสตร์ร่วมกับการสร้างสมการด้วยเทคนิค PLS พบว่าสมการที่ใช้ทำนายปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า pH ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณความชื้น มีค่า R^2 เท่ากับ 0.898, 0.737, 0.414, 0.484 และ 0.391 ตามลำดับ

คำสำคัญ : น้ำตาลสด, น้ำตาลมะพร้าว, น้ำตาลโตนด, อินฟราเรดย่านใกล้, องค์ประกอบเคมี, การปลอมปน

**Using near infrared spectroscopy analysis for determination of chemical constituents
and adulterations of coconut and Palmyra palm sugars**

Assistant Professor Eakaphan Keowmaneechai (Project Leader)

Faculty of Engineering And Industrial Technology Silpakorn University

Research Grants Fiscal Budget of Year 2012

Research and Development Institute, Silpakorn University

Year of completion 2015

Type of research Applied Research

Subjects (based *NRCT*) Agriculture and Biology, Agro-Industry

Abstract

Coconut sugar is an important agricultural produce of Thailand. The development of an accurate and rapid technique for quality evaluation of coconut sugars will be useful for the coconut sugar processing industry. Therefore, application of near-infrared spectroscopy (NIR) technique for quality control of coconut jaggery and crystallized coconut sugar in terms of chemical constituents and adulterations was investigated in this study. The NIR was performed by using the wavenumber region of 12480-4000 cm^{-1} . Pretreated NIR spectra were used to develop the calibration equations by partial least squares regression (PLS). Results showed that the calibration equations for predicting total soluble solids (TSS), glucose, fructose, sucrose, pH, titratable acidity (TA) and moisture content in coconut jaggery provided the coefficients of determination (R^2) as 0.956, 0.925, 0.967, 0.814, 0.937, 0.893 and 0.957, respectively. The calibration models for discriminating adulterations with sucrose solutions in coconut jaggery at the levels of 10, 25, 50, 75 and 100% (w/w) revealed that principal component analysis (PCA) could not discriminate authentic coconut jaggery from the adulterated ones. However, PLS model was able to indicate the adulteration level of more than 50% in coconut jaggery. For crystallized coconut sugar, results showed that the calibration equations for TSS, glucose, fructose, sucrose, pH, TA and moisture content provided R^2 as 0.689, 0.773, 0.925, 0.881, 0.819, 0.826 and 0.723, respectively. The calibration

models for discriminating adulterations with sucrose in crystallized coconut sugar at the levels of 25 and 50% (by weight of TSS) indicated that PCA model could not discriminate authentic and crystallized from the adulterated ones. However, PLS model was able to discriminate the sugars with and without the adulterations. According to all of the results, the NIR technique can be applied for inspecting quality of coconut sugar.

Palmyra palm sugar is another important agricultural produce of Thailand. The development of an accurate and rapid technique for quality evaluation of Palmyra palm sugars will be useful for the Palmyra palm processing industry. Therefore, application of NIR technique for quality control of Palmyra palm jaggery in terms of chemical constituents was investigated in this study. The NIR was performed by using the wavenumber region of 12480-4000 cm^{-1} . Pretreated NIR spectra were used to develop the calibration equations by PLS. Results showed that the calibration equations for predicting TSS, pH, reducing sugar content, TA and moisture content in Palmyra palm jaggery provided the R^2 as 0.898, 0.737, 0.414, 0.484 and 0.391, respectively.

Key word: jaggery, palm sap, coconut sugar, palm sugar, adulteration,
near infrared spectroscopy