Thesis Title Development of Method for Quick Measurement of Moisture Content of Dried Longan Aril Using Electrical Properties

Author Mr. Sanong Amaroek

Degree Doctor of Philosophy (Postharvest Technology)

Thesis Advisory Committee
Assoc. Prof. Dr. Nipon Theera-Umpon Advisor
Assoc. Prof. Dr. Akachai Sang-in Co-advisor
Asst. Prof. Dr. Methinee Haewsungcharern Co-advisor
Mr. Suraweth Krisanasaranee Co-advisor

ABSTRACT

Currently, the moisture content of dried longan aril can only be measured directly. It takes at least eight hours and must be performed by a skilled agriculturist. This research studies the relationship between the moisture content of longan aril and its electrical capacitance and dielectric characteristics. This information is helpful in reducing the measurement time in the conventional method.

This research proposes an original method to measure the moisture content of dried longan aril. This measurement is obtained using five components: a direct current power supply circuit, an oscillator circuit, a divider circuit, a computation unit and a display circuit. The moisture content is determined using a relationship between the moisture content and the electrical properties of longan aril. The measurement begins with the square wave generation by an oscillator circuit based on an integrated circuit number ICL8038. Dried longan aril is put in a plastic cylinder with a diameter of 25 millimeters and a length of 14 millimeters with two connecting leads attached to

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

both sides of the cylinder. In order to generate a pulse signal, the two leads must be connected to the cylinder which replaces the external capacitor of the ICL8038-based oscillator circuit. The frequency of the pulse signal is divided so that it can be measured by a PIC16F458 microprocessor. The process to determine the moisture content is computed by using a PIC16F877 microprocessor. Finally, the moisture content is shown on an LCD display.

The proposed method was tested with the moisture content of 10, 14, 18, 22, and 25% wet basis (Wb) of dried longan aril. Longan aril with density measurements of 1300, 1450, and 1600 kg/m^3 were placed between two stainless steel discs at both ends of the plastic cylinder. The experiment tested 100 samples at each density, i.e., 1,500 samples in total, in order to determine the moisture of the dried longan aril at each density measurement.

The results showed the polynomial relationship between the moisture content, dielectric constant and electrical capacitance of dried longan aril. The electrical capacitance and dielectric constant of dried longan aril increase with the moisture content. The Multilayer Perceptrons (MLP) and Support Vector Regression (SVR) were further applied to predict the moisture contents of dried longan arils from their dielectric constants. The results from the MLP and SVR models were compared to that from the linear regression and polynomial regression models. The regression models based on MLP and SVR yielded better performances than the models based on linear regression and polynomial regression. The models based on MLP and SVR also provided robustness to the variation of bulk density.

A prototype of the moisture meter for dried longan aril is recommended to operate at the density of 1450 kg/m^3. It was found that the accuracy and precision were 96.8 % and 0.9871, respectively.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาวิธีการวัดความชื้นเนื้อลำไยอบแห้งอย่างรวดเร็วโดยใช้คุณสมบัติทางไฟฟ้า

ผู้เขียน นายสนอง อมฤกษ์

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร. นิพนธ์ ธีรอำพน	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ.ดร. เอกชัย แสงอินทร์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ.ดร. เมธินี เห่วซึ่งเจริญ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
นายสุรเวทย์ กฤษณะเศรณี	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน การหาค่าความชื้นในเนื้อลำไยอบแห้งสามารถทำได้โดยวิธีตรงเท่านั้น ซึ่งต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง และต้องดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญ งานวิจัยชิ้นนี้จึงได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้งกับคุณสมบัติทางด้านค่าความจุไฟฟ้าและไดอิเล็กตริก ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะช่วยลดระยะเวลาในการหาความชื้นของเนื้อลำไย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอวิธีการวัดความชื้นในเนื้อลำไยอบแห้ง โดยใช้คุณสมบัติทางไฟฟ้า ซึ่งการวัดดังกล่าวมีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วนด้วยกัน คือ วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง วงจรออสซิลเลเตอร์ วงจรหารความถี่ ชุดคำนวณผล และวงจรแสดงผล สำหรับค่าความชื้นได้มาจากการคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้น กับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเนื้อลำไย การวัดค่าความชื้นดังกล่าวเริ่มจากชุดสร้างรูปคลื่นสี่เหลี่ยม โดยใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งใช้ไอซีเบอร์ ICL 8038 เนื้อลำไยอบแห้งถูกใส่ในกระบอกพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร และยาว 14 มิลลิเมตร มีแผ่นสแตนเลสติดอยู่ทั้งด้านหัวและด้านท้ายของกระบอก ต่อสายเพื่อส่งสัญญาณจากแผ่นสแตนเลสทั้ง 2 ข้าง โดยต่อเป็นตัวเก็บประจุภายนอกของวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ ICL 8038 สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่ได้จะถูกหารความถี่ลง เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ PIC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

16F458 สามารถอ่านค่าความถี่ได้ และใช้ไอซีเบอร์ PIC16F877 สำหรับคำนวณค่าความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้งในกระบอกพลาสติก ท้ายที่สุด ค่าความชื้นจะถูกแสดงบนจอแอลซีดี

สำหรับงานวิจัยนี้ ทำการทดสอบความชื้นของเนื้อลำไยที่ 10, 14, 18, 22 และ 25% มาตรฐานเปียก ที่ค่าความหนาแน่น 1300, 1450 และ1600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เนื้อลำไยถูกวางอยู่ระหว่างแผ่นสแตนเลส 2 แผ่น เนื้อลำไยโดนอัดอยู่ในกระบอกพลาสติก ทำการทดสอบจำนวน 100 ตัวอย่าง ในแต่ละความหนาแน่น และแต่ละความชื้น รวมทั้งหมด 1,500 ตัวอย่าง ผลการทดสอบพบว่าค่าความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้ง ความจุไฟฟ้าและค่าไดอิเล็กตริก มีความสัมพันธ์กันแบบโพลิโนเมียล ค่าความจุไฟฟ้าและค่าไดอิเล็กตริกของเนื้อลำไยเพิ่มขึ้นตามค่าความชื้น นอกจากนี้ เพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนได้ถูกนำมาใช้เพื่อทำนายความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้งจากค่าไดอิเล็กตริก ผลการทำนายจากเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองการถดถอยแบบเชิงเส้นและแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล ผลการทดลองพบว่า เพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนให้ผลการทำนายที่ดีกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบเชิงเส้นและแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล นอกจากนี้ การทำนายโดยใช้เพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้นและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนยังมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของเนื้อลำไยอบแห้งอีกด้วย

สำหรับเครื่องวัดความชื้นต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นมา มีความเหมาะสมในการใช้งานกับความหนาแน่นของเนื้อลำไยอบแห้ง ที่ 1450 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความถูกต้อง 96.8 % และมีความแม่นยำ 0.9871

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved