การประเมินกระบวนการเตรียมตัวอย่างอ้างอิงสำหรับเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือก

EVALUATION OF PREPARATION PROCESS OF REFERENCE SAMPLE FOR PADDY MOISTURE METER

ประชา บุณยวานิชกุล

Pracha Bunyawanichakul

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University, Thailand.

***Corresponding author, E-mail**: prachabu@swu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายประเมินกระบวนการเตรียมตัวอย่างอ้างอิงสำหรับเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกแบบความต้านทาน และแบบความจุไฟฟ้าที่นิยมใช้ในการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือกในการซื้อขาย โดยในงานวิจัยนี้ข้าวเปลือกพันธุ์ดอกมะลิ 105 และสุพรรณบุรี 60 ถูกทำการปรับความชื้นทั้งหมด 5 ระดับด้วยกัน ตั้งแต่ระดับความชื้นที่ 12% 16% 20% 24% และ 28% ฐานเปียก (Wet basis) ผ่านกระบวนการเริ่มตั้งแต่ตรวจสอบความชื้นเริ่มต้น แล้วทำการปรับความชื้นก่อนเข้าสู่กระบวนการที่ 11% ฐานเปียก จากนั้นจึงทำการปรับความชื้นสู่ 5 ระดับข้างต้นด้วยการเติมน้ำตามปริมาณที่ต้องการ แล้วเก็บรักษาในถุงปิดที่ระดับอุณหภูมิ 2-5°C โดยระดับความชื้นของข้าวเปลือกจะถูกตรวจสอบด้วยการเก็บตัวอย่างมาทำการอบเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความชื้นทุกๆ วันเป็นระยะเวลา 14 วัน ผลการอบไล่ความชื้นในข้าวเปลือกที่ผ่านการเติมน้ำแล้วเก็บรักษาไว้ที่ระดับอุณหภูมิ 2-5°C พบว่าข้าวเปลือกที่ระดับความชื้นเป้าหมาย 12% 16% 20% 24% และ 28% ใช้เวลา 2 3 4 6 และ 7 วัน จึงมี Rewetting Index ที่ระดับ 95% และข้าวเปลือกทั้งหมดจะมีระดับความชื้นที่เปอร์เซ็นต์เป้าหมายในเวลาไม่เกิน 12 วัน

ตัวอย่างข้าวเปลือกที่ผ่านการปรับความชื้นแล้วจะถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในภาชนะปิดที่อบด้วยไอของเกลืออิ่มตัวควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์ในภาชนะให้คงที่เพื่อรักษาระดับความชื้นของข้าวเปลือก จากการทดสอบการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่าข้าวเปลือกที่ระดับความชื้น 12% และ 16% สามารถเก็บรักษาไว้โดยไม่มีการเสื่อมคุณภาพในระยะเวลา 14 วัน ในขณะที่ข้าวเปลือกที่ระดับความชื้น 20% 24% และ 28% ไม่สามารถเก็บไว้ได้เกินกว่า 3 วัน เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของเชื้อรา

ผลการทดสอบความถูกต้องในการวัดความชื้นของเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกด้วยตัวอย่างอ้างอิงพบว่าเครื่องวัดความชื้นแบบความจุไฟฟ้าสามารถอ่านค่าความชื้นได้โดยมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในระดับที่น้อยกว่าเครื่องวัดความชื้นแบบความต้านทานไฟฟ้า และลักษณะความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัด

ความชื้นแบบความจุไฟฟ้ามีค่ามากขึ้นในลักษณะแนวโน้มแบบเป็นเชิงเส้นแปรผันตามเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือกที่มากขึ้น สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนของความชื้นที่อ่านโดยเครื่องวัดความชื้นแบบความต้านทานไม่สามารถวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่แน่นอนได้

คำสำคัญ: ข้าวเปลือก เปอร์เซ็นต์ความชื้น ตัวอย่างอ้างอิง

Abstract

This research aims to evaluate the preparation process of reference sample of capacitance and resistance type paddy moisture meter for paddy grain. Moisture content of KD-105 and Suphanburi-60 paddy grain is adjusted to five level of 12%, 16%, 20%, 24% and 28% wet basis (wb). Fresh harvest paddy grain of KD-105 and Suphanburi-60 are dried to 11% wb. then rewetted to five level of designation moisture content by adding water and kept into closed container at 2-5°C. Evolution of paddy grain moisture content during 14 day is checked daily by paddy sampling. Investigation of moisture evolution of paddy grain show that moisture content of rewetting paddy grain reach 95% of rewetting index within 2, 3 ,4, 6 and 7 day for designation moisture content of 12% 16% 20% 24% and 28%, respectively. However, all of paddy grain reached designation moisture content within 12 day.

Reference paddy grain is contained into closed container filled with saturated salt vapor to control relative humidity and maintain moisture content of reference sample paddy grain. According to physical observation, reference sample of 20% 24% and 28% consider to be deteriorating due to fungal germination within 3 day while reference sample of 12% and 16% moisture content could maintain their quality until 14 day.

The apparent moisture content measured by capacitance moisture meter has more accurate than resistance moisture meter measurement. Percent error of moisture content of capacitance moisture meter increase linearly with moisture content of paddy grain while no valid trend of percent error of moisture content of resistance moisture meter.

Keywords: Paddy, Moisture Content, Reference Sample

บทนำ

ข้าวเปลือกเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยอันดับแรก และเกี่ยวข้องกับชีวิตของเกษตรกรซึ่งเป็นคนส่วนใหญ่ของประเทศตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน อาชีพหลักของเกษตรกรไทยคือการปลูกข้าวและเนื่องมาจากพัฒนาการทางการเกษตร เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืช การชลประทาน และการพัฒนาเครื่องจักรกลการทำให้ผลิตผลข้าวเปลือกของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงห้าทศวรรษที่ผ่านมา และทำให้ประเทศไทยกลายเป็นผู้ส่งออกข้าวคุณภาพดีรายใหญ่ของโลก โดยในปีการผลิต 2551/52 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าว 63 ล้านไร่ ผลผลิตกว่า 22 ล้านตัน [1] โดยผลผลิต จำนวน 13 ล้านตัน เป็นการบริโภค

ภายในประเทศ ส่วนที่เหลือส่งออกในรูปของข้าวสารและผลิตภัณฑ์จากข้าว คิดเป็นมูลค่ากว่าหนึ่งแสนล้านบาทต่อปี

เนื่องจากการคิดคำนวณราคาซื้อขายข้าวเปลือกคำนวณราคาตามน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือกทำให้ความชื้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อราคาข้าวเปลือก ซึ่งหากความชื้นสูงราคาซื้อขายจะลดลงไปตามสัดส่วน ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับวัดค่าความชื้นข้าวเปลือกหลายรุ่นและรูปแบบสะดวกต่อการใช้งานสามารถแสดงผลได้รวดเร็ว และพกพาไปได้ทุกที่ อุปกรณ์ชนิดนี้จึงนับว่ามีส่วนสำคัญในการกำหนดราคาซื้อขายข้าวเปลือก ดังนั้นเพื่อให้การวัดความชื้นข้าวเปลือกในการซื้อขายระหว่างเกษตรกรและพ่อค้าคนกลางรับซื้อข้าวมีมาตรฐานและความถูกต้องเที่ยงตรง เครื่องวัดความชื้นข้าวที่ใช้ต้องผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง และแม่นยำในการวัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือก

วิธีการมาตรฐานซึ่งใช้ตรวจสอบความชื้นของเมล็ดข้าว [2] ทำโดยการอบไล่ความชื้นข้าวเปลือกในตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วทำการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากน้ำหนักข้าวก่อน และหลังการอบตามสมการ

$$M_{wb} = \frac{W_{water}}{W_1} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \qquad (1)$$

โดย M_{wb} คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียก W_1 คือ น้ำหนักข้าวเปลือกก่อนอบไล่ความชื้น W_2 คือ น้ำหนักข้าวเปลือกหลังอบไล่ความชื้น อย่างไรสก็ดีวิธีการอบไล่ความชื้นดังกล่าวไม่สามารถตรวจสอบยืนยันความถูกต้องและแม่นยำของอุปกรณ์ได้ในทันทีทันใด เนื่องจากในทางปฏิบัติต้องนำตัวอย่างข้าวเปลือกที่วัดค่าความชื้นไปอบตามระยะเวลาที่กำหนด ทำให้ในปัจจุบันนี้ยังไม่อาจตรวจสอบความแม่นยำของเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกที่สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งแนวทางหนึ่งที่สะดวกที่สุดคือการสร้างตัวอย่างอ้างอิงที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทราบค่าสำหรับเป็นมาตรฐานในการสอบเทียบเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จากบทนำที่กล่าวถึงความสำคัญของการสร้างตัวอย่างอ้างอิง เพื่อนำมาใช้สำหรับการสอบเทียบเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือก ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวกและรวดเร็วที่สุดในการตรวจสอบด้วยการใช้ตัวอย่างข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทราบค่าเป็นตัวอ้างอิง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาหากระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมและเก็บรักษาตัวอย่างข้าวเปลือกให้มีความชื้นตั้งแต่ 12-28% ฐานเปียก สำหรับเป็นแนวทางในการสร้างตัวอย่างอ้างอิงสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องและแม่นยำของเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือก

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมข้าวเปลือกอ้างอิงที่ระดับความชื้น 12% 16% 20% 24% และ 28% ฐานเปียก

จากงานวิจัยที่ผ่านมา [2-4] นำเอาข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวจากแปลงนามาทำความสะอาดเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน และข้าวเมล็ดลีบ จากนั้นทำการปรับระดับความชื้นด้วยการอบที่อุณหภูมิ 60°C ให้ระดับความชื้นลดลงอยู่ที่ประมาณ 11% ฐานเปียก จากนั้นตรวจสอบความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือกด้วยอบไล่ความชื้น [2] เมื่อทราบเปอร์เซ็นต์ความชื้นเริ่มต้นแล้วทำการคำนวณหาน้ำหนักน้ำที่ต้องการสำหรับเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความชื้นตามสมการ

$$M_{db} = \frac{M_{wb}}{1 - M_{wb}} = \frac{W - D}{D} \qquad (2)$$

โดย M_{db} คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานแห้ง M_{wb} คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียก W คือ

น้ำหนักน้ำในเมล็ดข้าวเปลือก D คือ น้ำหนักของมวลข้าวเปลือกแห้ง จากนั้นจึงเติมน้ำกลั่นตามปริมาณที่คำนวณ และคลุกเคล้ากับข้าวเปลือกให้ทั่วและบรรจุไว้ในภาชนะปิดและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2-5°C [3] โดยต้องทำการคลุกเคล้าข้าวเปลือกทุกวันเพื่อให้ความชื้นเกิดการกระจายอย่างสม่ำเสมอ ในขณะที่คลุกเคล้าต้องทำการเก็บตัวอย่างข้าวเพื่อทำการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือกที่เปลี่ยนแปลง โดยวิธีการอบเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น [2] และคำนวณค่า Rewetting Index (RI) [5] ตามสมการ

$$RI = \frac{M_{wb}(t) - M_{wb}(t=0)}{M_{wb}(t=\infty) - M_{wb}(t=0)}$$

โดย $M_{wb}(t=0)$ คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกตอนเริ่มต้น $M_{wb}(t=\infty)$ คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกตอนสุดท้าย $M_{wb}(t)$ คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกที่เวลาใดๆ โดยการเตรียมข้าวเปลือกอ้างอิงเพื่อหาค่า RI นี้ทำทั้งหมด 3 ครั้ง และในแต่ละครั้งทำการสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกเพื่อวัดค่า RI 3 ตัวอย่าง

การเก็บรักษาข้าวเปลือกอ้างอิงที่ความชื้น 12% 16% 20% 24% และ 28% ฐานเปียก

การเก็บรักษาข้าวเปลือกอ้างอิงที่ระดับความชื้น 12% 16% 20% 24% และ 28% ฐานเปียก ทำโดยการเก็บรักษาตัวอย่างข้าวในขวดแก้ว 100 cc. มีฝาปิด และมีตะแกรงทรงกระบอกแขวนอยู่บริเวณปากขวดสำหรับบรรจุข้าวตัวอย่าง ภายในขวดจะบรรจุด้วยสารละลายของ K_2SO_4 K_2CrO_4 $NaNo_3$ และ K_2SO_4 ที่มีความเข้มข้น 0.1 Mol ต่อ 100 cc. สำหรับควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในขวดให้อยู่ที่ 96.6% 86.3% 63.3% 43.6% ที่อุณหภูมิ 30°C เพื่อรักษาความชื้นสมดุลของข้าวเปลือกให้คงที่ที่ระดับที่กำหนด 12%-28% ฐานเปียก [3],[6] จากนั้นทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าวเปลือกด้วยการสังเกตเป็นเวลา 14 วัน โดยการทดลองแต่ละระดับความชื้นอ้างอิงได้ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง

การวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกแบบอิเล็กทรอนิกส์

เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกแบบความจุไฟฟ้ายี่ห้อ Kett Model PM-400 (ช่วงการวัด 9-35% wb, Accuracy ± 0.5%) และแบบความต้านทานยี่ห้อ Kett Riceter Model J-series (ช่วงการวัด 10-30% wb, Accuracy ± 0.1%) ซึ่งนิยมใช้ในการวัดความชื้นข้าวเปลือกทั้งในห้องปฏิบัติการ และสถานรับซื้อข้าวเปลือก ถูกใช้สำหรับทดสอบวัดความชื้นข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการเตรียมตัวอย่างอ้างอิงข้างต้น ที่ระดับความชื้นที่ระดับ 12% 16% 20% 24% และ 28% wb โดยในแต่ละระดับความชื้นจะวัดค่าอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยของความชื้นที่วัดจากตัวอย่างอ้างอิงที่แต่ละระดับของความชื้น [7] ตามสมการ

$$M_{wb,ava} = \frac{\sum M_{wb,i}}{n} \quad (4)$$

โดย $M_{wb,ava}$ คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ย $M_{wb,,i}$ คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่วัดได้จากเครื่องวัดความชื้น n คือ จำนวนครั้งในการวัด สำหรับเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในการวัดจะคำนวณได้จากสมการ

$$\%E = (M_{wb,ava} - M_{des}) / M_{des} \times 100 \quad (5)$$

โดย %E คือ เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน M_{des} คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือกที่เป็นตัวอย่างอ้างอิงที่ได้จากการนำตัวอย่างข้าวเปลือก

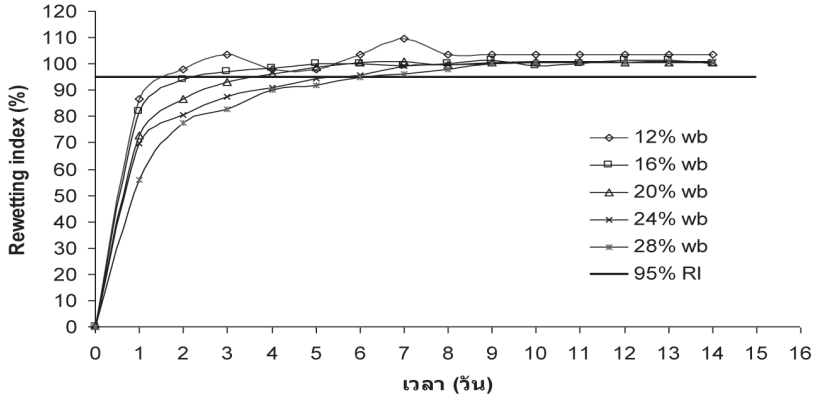
ที่ผ่านการวัดด้วยเครื่องไปทำการอบไล่ความชื้นในตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง [2]

ผลการวิจัย

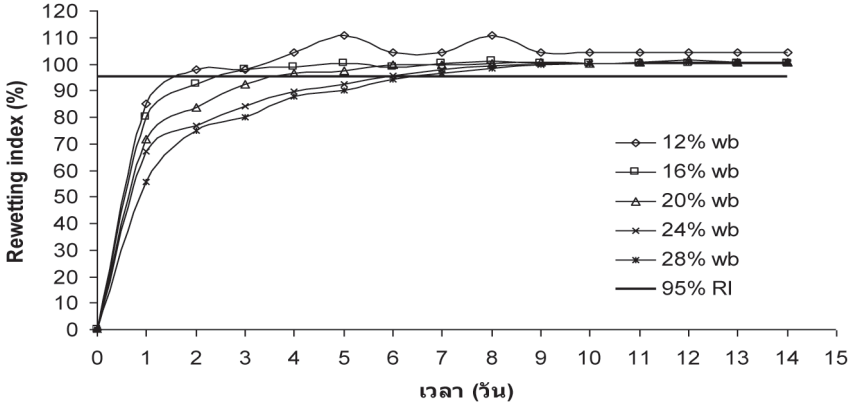
ผลการเตรียมข้าวเปลือกอ้างอิงที่ระดับความชื้น 12% 16% 20% 24% และ 28% ฐานเปียก

เปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือกที่เปลี่ยนแปลงหลังจากทำการเติมน้ำตามปริมาณที่กำหนด และเก็บรักษาไว้ในภาชนะปิดที่อุณหภูมิ 2-5°C เพื่อทำการปรับค่าความชื้นให้ได้ตามที่กำหนดที่ 12 % 16% 20% 24% และ 28% wb ของข้าวเปลือกหอมมะลิ 105 (KD-105) และสุพรรณบุรี 60 (Suphanburi-60) แสดงดังภาพที่ 1 และ 2 โดยแสดงในรูปของ Rewetting Index (RI) เทียบกับระยะเวลาเป็นวันหลังจากการเติมน้ำ

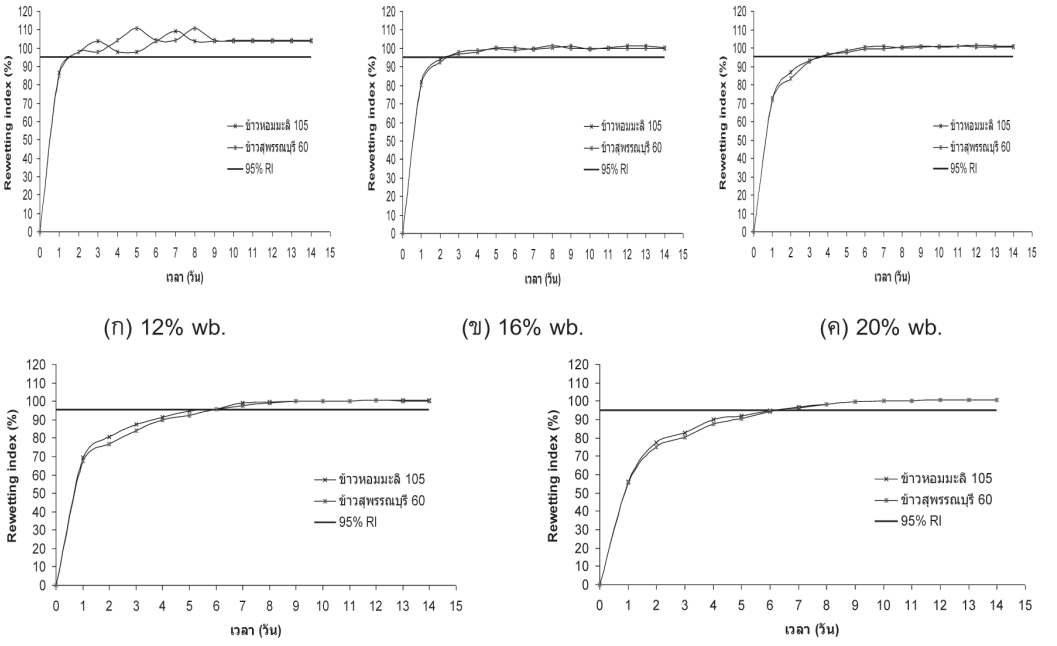
จากผลการตรวจสอบความชื้นของข้าวเปลือกที่เตรียมเป็นตัวอย่างอ้างอิงหลังจากการเติมน้ำเพื่อปรับความชื้นให้เท่ากับระดับความชื้นเป้าหมาย โดยยึดที่ระดับ Rewetting Index เท่ากับ 95% เป็นจุดสังเกต พบว่าที่ระดับเปอร์เซ็นต์ความชื้นเป้าหมายต่ำข้าวเปลือกใช้ช่วงเวลาที่สั้นกว่าที่ระดับเปอร์เซ็นต์ความชื้นเป้าหมายสูง ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 Rewetting Index ของข้าวเปลือกหอมมะลิ 105 หลังจากการเติมน้ำเพื่อปรับความชื้น



ภาพที่ 2 Rewetting index ของข้าวเปลือกสุพรรณบุรี 60 หลังจากการเติมน้ำเพื่อปรับความชื้น



(ก) 12% wb. (ข) 16% wb. (ค) 20% wb.

(ง) 24% wb. (จ) 28% wb.

ภาพที่ 3 เปรียบเทียบค่า Rewetting Index ของข้าวเปลือกหอมมะลิ 105 และสุพรรณบุรี 60 หลังผ่านการเติมน้ำ เพื่อปรับความชื้นที่ระดับความชื้นเป้าหมาย ก) 12% wb. ข) 16% wb. ค) 20% ง) 24% wb. จ) 28% wb.

สำหรับข้าวเปลือกทั้งสองสายพันธุ์ช่วงเวลาในการปรับความชื้นให้ได้ระดับ Rewetting Index 95% ไม่แตกต่างกันมากที่ทุกระดับความชื้นเป้าหมาย ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยระยะเวลาในการปรับความชื้นที่ Rewetting Index 95% ที่ความชื้นเป้าหมาย 12% 16% 20% 24% และ 28% wb ใช้ระยะเวลา 2 3 4 6 และ 7 วันตามลำดับ โดยข้าวเปลือกทั้งสองสายพันธุ์จะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเข้าใกล้กับค่าความชื้นเป้าหมาย ที่ระดับ Rewetting index 100% ในเวลาไม่เกิน 12 วัน

ผลการเก็บรักษาข้าวเปลือกอ้างอิงที่ความชื้น 12% 16% 20% 24% และ 28% ฐานเปียก

ภาพที่ 4 แสดงการเก็บรักษาตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงในภาชนะปิดที่บรรจุสารละลายเกลืออิ่มตัวสำหรับควบคุมเปอร์เซ็นต์ความชื้นของตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงให้คงที่ จากการทดสอบการเก็บรักษาข้าวเปลือกอ้างอิงที่เตรียมจากข้าวเปลือกหอมมะลิ 105 (KD-105) และสุพรรณบุรี 60 (Suphanburi-60) โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิง 10 กรัม ที่ถูกเก็บรักษาไว้ที่ระดับอุณหภูมิ 30°C พบว่าในช่วงสองวันแรกของการเก็บรักษาข้าวเปลือกตัวอย่างอ้างอิงไม่พบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวอย่างอ้างอิง เมื่อเริ่มวันที่สามของการเก็บรักษาพบว่าตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงที่มีความชื้นที่ระดับ 20-28% ฐานเปียก เริ่มมีการเจริญเติบโตของเชื้อราที่บริเวณผิวของเปลือกอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงที่ระดับความชื้น 12-16% ฐานเปียกยังไม่พบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพใดๆ เกิดขึ้นจนกระทั่งระยะเวลาผ่านไป 14 วัน ดังแสดงในภาพที่ 5 (ภาพของข้าวเปลือกอ้างอิงที่เตรียมจากข้าวสุพรรณบุรี 60)

ภาพที่ 4 ภาชนะบรรจุข้าวเปลือกอ้างอิงในสารละลายเกลืออิ่มตัว

(ก) 12% wb.

(ข) 16% wb.

(ค) 20% wb.

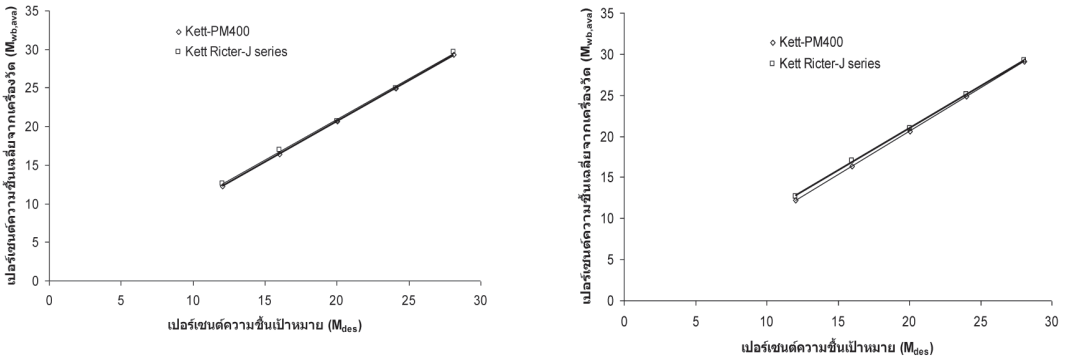
(ง) 24% wb.

(จ) 28% wb.

ภาพที่ 5 ตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงที่ระดับความชื้นต่างๆ ที่เก็บรักษาในไอสารละลายเกลืออิ่มตัวเป็นเวลา 14 วัน ก) 12% wb. ข) 16% wb. ค) 20% ง) 24% wb. จ) 28% wb. (ข้าวสุพรรณบุรี 60)

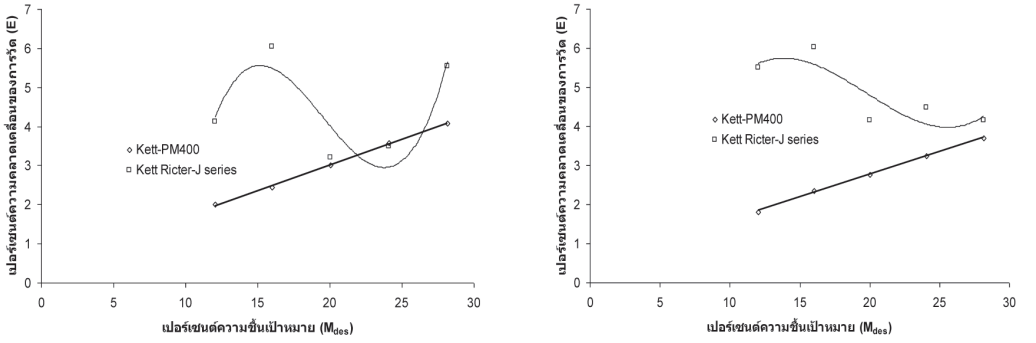
ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกแบบอิเล็กทรอนิกส์

ภาพที่ 6 แสดงผลการวัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นของตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิง ที่เตรียมจากข้าวหอมมะลิ 105 และสุพรรณบุรี 60 ด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบความจุไฟฟ้าและความต้านทาน พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือกที่อ่านได้จากเครื่องวัดความชื้นมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่วัดจากเครื่องวัดความชื้นดังแสดงในภาพที่ 7 พบว่าเครื่องวัดความชื้นแบบความจุไฟฟ้ามีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าเครื่องวัดความชื้นแบบความต้านทานไฟฟ้าที่ทุกๆ ค่าความชื้นเป้าหมาย และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดความชื้นแบบความจุไฟฟ้าแปรผันในลักษณะเป็นเชิงเส้นตามการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์ความชื้นเป้าหมายตั้งแต่ 2-5% ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดความชื้นแบบความต้านทานไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่แน่นอน และมีค่ากระจายอยู่ระหว่าง 4-7%



(ก) ข้าวหอมมะลิ 105 (ข) ข้าวสุพรรณบุรี 60

ภาพที่ 6 ผลการวัดค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงด้วยเครื่องวัดความชื้น



(ก) ข้าวหอมมะลิ 105 (ข) ข้าวสุพรรณบุรี 60

ภาพที่ 7 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในการวัดความชื้นตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงด้วยเครื่องวัดความชื้น

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษากระบวนการเตรียมและเก็บรักษาตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิง และทดสอบการวัดค่าของเครื่องวัดความชื้นแบบอิเล็กทรอนิกส์ทั้งแบบความจุไฟฟ้าและความต้านทาน พบว่า

1. การเตรียมตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงจากข้าวเปลือกความชื้นเริ่มต้นประมาณ 11%wb ด้วยการเติมน้ำ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-5°C ระยะเวลาที่ใช้ในการปรับระดับความชื้นของข้าวเปลือกให้มีระดับที่ความชื้นเป้าหมายที่ 12-28% wb. ได้โดยที่ระดับความชื้นเป้าหมายต่ำใช้เวลาสั้นกว่าที่ระดับความชื้นเป้าหมายสูง และที่ทุกระดับความชื้นเป้าหมายใช้เวลาในการปรับระดับความชื้นไม่เกิน 12 วัน

2. ตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงที่มีระดับความชื้นเป้าหมายมากกว่า 20% นั้นไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้ไม่เกิน 3 วัน เนื่องจากการเก็บรักษาในระดับความชื้นสัมพัทธ์สูง ทำให้ตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงเกิดความเสียหายเนื่องจากการเจริญเติบโตของเชื้อราที่สามารถสังเกตเห็นได้ในขณะที่ตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงที่มีระดับความชื้นไม่เกิน 16% wb สามารถเก็บรักษาได้เกินกว่า 14 วันโดยไม่เกิดการเสื่อมคุณภาพ

3. จากการทดสอบการวัดค่าความชื้นของเครื่องวัดทั้งสองแบบ พบว่า เครื่องวัดความชื้นแบบความจุไฟฟ้าสามารถวัดค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือกได้โดยมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าเครื่องวัดความชื้นแบบความต้านทานไฟฟ้าที่ทุกๆ ค่าความชื้นเป้าหมาย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับโครงการนี้ผ่านสัญญาเลขที่ 299/2551 โดยได้รับเงินทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปีงบประมาณ 2551 และขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์เข้าใช้เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกเพื่อสอบเทียบความชื้นตัวอย่างข้าวเปลือกอ้างอิงในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2553). *สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูกปี 2552*. สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2553, จาก http://www.oae.go.th/download/download_journal/yearbook2552.pdf

[2] Chiachung, C. (2003). Evalution of air moisture content determination methods for rough rice. *Biosystem Engineering*. 86(4): 447-457.

[3] ชอบ ลายทอง. (2530). *การศึกษาคุณสมบัติเชิงความร้อนฟิสิกส์ของข้าวเปลือก*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์

[4] ทรงชัย วิริยะวงศ์อำไพ. (2549). *การศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยกระบวนการดูดซับ*. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สัญญาเลขที่ MGR 4780075. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์

[5] ณัฐพล ภูมิสะอาด. (2540). *การจัดการข้าวเปลือกชื้นด้วยการอบแห้งโดยการอบแห้งแบบฟลูอิไดเซชั่นการเก็บในที่อับอากาศ และเป่าด้วยอากาศแวดล้อม*. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีอุณหภาพ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์.

[6] Thompson, H.J. and Shedd, C.K. (1954). Equilibrium moisture and heat of vaporization of shelled corn and wheat. *Agricultural Engineering*. 35(7): 786-788.

[7] Weisberg, S. (1986). *Applied linear regression*. 2nd edition. New-York: John Wiley & Sons.