Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 465-468 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 465-468 (2553)

การลดความชื้นและคุณภาพการสีของข้าวโดยใช้กระบวนการดูดซับ

Moisture Reduction and Milling Qualities of Rice Using Adsorption Process

ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์[1], **จิรานุวัฒน์ สัตนาโค**[1], **เอกลักษณ์ พันธ์กาฬสินธุ์**[1] **และ สุพรรณ ยั่งยืน**[1]
Songchai Wiriyaumpaiwong[1], Jiranuwat Satnaco[1], Ekaluk Pankalasin[1]and Suphan Yangyuen[1]

Abstract

Nowadays, rice industry usually reduces moisture content of paddy using hot air dryer, which decreases the drying time. However, the hot air dryer is high energy consumption. Therefore, the rice-hull adsorption is an alternative process to solve this problem. The objectives of this work were to reduce moisture and test the milling qualities of rice using rice-hull adsorption process. The adsorption process was done in the 12 liters of closed chamber. The initial moisture content of paddy sample was 30% dry basis. Rice-hull that used as adsorbent had the initial moisture contents of 1.7 and 12.7% dry basis. Paddy and rice-hull were mixed with a mass ratio of 1:0.3. The results indicated that the final moisture content of paddy was reduced to 18.8% and 19.4% dry basis when used the rice-hull at initial moisture contents of 1.7% and 12.7% dry basis. The rice-hull was changed to new lot every 2 hour in a total of 4 rounds. After that paddy was then exposed to the ambient air for reducing the final moisture contents down to 16% dry basis. For milling qualities, it showed that the decreasing of initial moisture content of rice-hull resulted in the reduction of percentage of head rice significantly. Whilst, the whiteness index of milled rice was not different. However, the percentage of head rice and whiteness index of shade drying was still higher than that the best condition of adsorption.

Key word: adsorption, head rice, rice-hull and whiteness index

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน อุตสาหกรรมข้าวนิยมลดความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบอากาศร้อน ซึ่งช่วยลดระยะเวลาในการทำแห้งให้สั้นลง อย่างไรก็ตาม เครื่องอบแห้งนั้นมีความสิ้นเปลืองพลังงานสูง ดังนั้นกระบวนการดูดซับด้วยแกลบจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความชื้นและทดสอบคุณภาพการสีของข้าวโดยกระบวนการดูดซับด้วยแกลบ กระบวนการดูดซับทำในถังปิดขนาด 12 ลิตร ตัวอย่างข้าวเปลือกมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 30% มาตรฐานแห้ง แกลบที่ใช้เป็นตัวดูดซับมีความชื้นเริ่มต้น 1.7 และ 12.7% มาตรฐานแห้ง ข้าวเปลือกและแกลบจะถูกผสมกันด้วยอัตราส่วน 1 ต่อ 0.3 โดยมวล จากผลการทดลอง พบว่า ความชื้นสุดท้ายของข้าวเปลือกลดลงเป็น 18.8% และ 19.4% มาตรฐานแห้ง เมื่อใช้แกลบที่มีความชื้นเริ่มต้น 1.7% และ 12.7% มาตรฐานแห้ง และเปลี่ยนแกลบใหม่ทุก ๆ 2 ชั่วโมง จำนวนทั้งสิ้น 4 รอบ จากนั้นนำข้าวเปลือกไปผึ่งแห้งในที่ร่ม จนความชื้นสุดท้ายเป็น 16% มาตรฐานแห้ง จากการวิเคราะห์คุณภาพการสี พบว่า การลดลงของความชื้นเริ่มต้นของแกลบ ทำให้ร้อยละข้าวต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ดัชนีความขาวของข้าวสารไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ร้อยละข้าวต้นและดัชนีความขาวของการผึ่งในที่ร่มยังคงสูงกว่าสภาวะที่ดีที่สุดของการดูดซับ

คำสำคัญ การดูดซับ, ข้าวต้น, แกลบ และดัชนีความขาว

คำนำ

การลดความชื้นข้าว ส่วนใหญ่จะใช้อุณหภูมิสูงถึง 120-150^{0}C จนความชื้นลดลงเหลือ 25-28% มาตรฐานแห้ง จากนั้นจึงใช้อุณหภูมิต่ำ 60^{0}C ลดความชื้นลงอย่างช้าๆจนเหลือ 16% มาตรฐานแห้ง เพื่อทำให้ข้าวหลังการขัดสีเกิดการแตกหักและร้าวลดน้อยลง ปัจจุบันการการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนสามารถลดความชื้นได้ในอัตราที่สม่ำเสมอ ใช้เวลาน้อย นอกจากนี้ยังสามารถอบข้าวได้ตลอดทั้งกลางวันกลางคืน หรือแม้แต่ในเวลาที่ฝนตก ดังนั้นการใช้

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขามเรียง กันทรวิชัย มหาสารคาม 44150
[1] Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang, Kantarawichai, Mahasarakham 44150

เครื่องอบแห้งจึงให้ผลทางด้านคุณภาพดีกว่าการตากแดดด้วยลานแบบดั้งเดิม ร้อยละข้าวเต็มเมล็ดหรือต้นข้าวสูงกว่าข้าวที่ตากลาน อย่างไรก็ดี การใช้เครื่องอบแห้งมีข้อยุ่งยากทางเทคนิคบางประการที่เกษตรกรผู้ใช้ต้องมีความรู้ด้านการใช้เครื่อง รวมทั้งต้องมีค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่ง ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่ากระแสไฟฟ้า

จากงานวิจัยที่ผ่านมา มีการใช้สารดูดซับความชื้นเพื่อลดความชื้นในเมล็ดพืชเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ Bentonite (Sturton et al., 1981) Molecular sieves (Raghavan et al., 1988) Silica gel (Yamaguchi and Kawasaki, 1994) การลดความชื้นข้าวโดยสารดูดซับความชื้น ความชื้นจะเคลื่อนย้ายหรือถ่ายเทจากข้าวเปลือกไปยังสารดูดซับความชื้น เนื่องจากความดันไอของน้ำในข้าวเปลือกสูงกว่าความดันไอของน้ำที่ผิวของสารดูดซับความชื้น โดยทั่วไป การลดความชื้นโดยสารดูดซับความชื้นจะใช้พลังงานและอุณหภูมิในการลดความชื้นค่อนข้างต่ำ ซึ่งจะช่วยทำให้คุณภาพข้าวในด้านร้อยละต้นข้าวดีขึ้น

แกลบ (rice-hull) เป็นวัสดุที่ได้จากการสีข้าวเปลือก มีลักษณะบางมีรูพรุนมาก มีสมบัติในการดูดซับความชื้นได้ดี จึงมีแนวคิดที่จะนำแกลบมาใช้ลดความชื้นข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งมีความชื้นสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตชลประทานซึ่งมีปัญหาผลผลิตข้าวนาปรังประสบความชื้นสูงมาก การใช้แกลบลดความชื้นข้าวเปลือกในระดับหนึ่งก่อนนำไปทำแห้งให้ได้ความชื้นตามต้องการ เพื่อยืดระยะเวลาในการเก็บรักษาข้าวเปลือก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้แกลบเป็นตัวกลางในการดูดซับความชื้น โดยทำการศึกษาการลดลงของความชื้นข้าวเปลือกและการเพิ่มขึ้นของความชื้นแกลบที่ใช้เป็นตัวดูดซับ และร้อยละต้นข้าวและดัชนีความขาวของข้าวหลังผ่านการดูดซับ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมข้าวเปลือกและสารดูดความชื้น

นำข้าวเปลือกเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อหาความชื้นและมวลแห้ง จากนั้นคำนวณหาปริมาณน้ำที่ใช้เพิ่มความชื้นให้กับข้าวเปลือกจนได้ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 30% มาตรฐานแห้ง ข้าวเปลือกจะถูกผสมน้ำตามปริมาณที่คำนวณไว้จนกระทั่งน้ำซึมเข้าไปในข้าวเปลือกจนหมด และเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4 – 5°C เป็นเวลา 7 วัน โดยจะต้องนำออกมาคลุกเคล้าทุกวัน เพื่อให้ข้าวเปลือกมีความชื้นสม่ำเสมอ ข้าวเปลือกก่อนที่จะนำมาทดลองต้องผึ่งไว้ในอากาศแวดล้อม จนกระทั่งข้าวเปลือกมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอากาศแวดล้อมจึงนำไปทดลองการดูดซับ ส่วนแกลบที่ใช้เป็นตัวดูดซับความชื้นจะถูกบดให้มีขนาดเล็กลง จนกระทั่งมีความหนาแน่นปรากฏประมาณ 160 kg/m^3 เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างแกลบบดและข้าวเปลือก

การลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยกระบวนการดูดซับ

ตัวอย่างข้าวเปลือกและแกลบจะถูกนำไปหาความชื้นเริ่มต้น ก่อนทำการผสมด้วยอัตราส่วน 1 : 0.3 โดยมวล (ข้าวเปลือก 2 กิโลกรัมต่อครั้ง) จากนั้นเทใส่ในถังที่มีฝาปิดสนิท เปลี่ยนแกลบบดใหม่ทุก ๆ 2 ชั่วโมง จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายของข้าวเปลือกไม่เปลี่ยนแปลง ทุกๆ ครั้งที่ทำการเปลี่ยนแกลบใหม่ ข้าวเปลือกและแกลบถูกแยกออกจากกันโดยใช้เครื่องเป่าแกลบ และเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกและแกลบบดไปหาความชื้นหลังการดูดซับ

คุณภาพการสีข้าว

ตัวอย่างข้าวเปลือกที่นำมาทดสอบหาคุณภาพการสีต้องมีความชื้นต่ำกว่า 16 % มาตรฐานแห้ง ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

ร้อยละข้าวต้น ข้าวต้น หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีความยาว 8-9.9 ส่วนของข้าวเต็มเมล็ด ตัวอย่างข้าวเปลือก 250 กรัม นำไปกะเทาะเปลือก ขัดขาว และคัดขนาดข้าว ด้วยเครื่องมือมาตรฐานของ SATAKE ทำซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นนำต้นข้าวไปชั่งน้ำหนักและคำนวณร้อยละข้าวต้น ดังนี้

$$\text{ร้อยละข้าวต้น} = \text{น้ำหนักข้าวต้น} \times 100 / \text{น้ำหนักข้าวเปลือก} \quad (1)$$

ดัชนีความขาว

ดัชนีความขาว (Whiteness index, WI) ของข้าวสารทำการทดสอบโดยใช้เครื่องวัดสีระบบ hunter lab ก่อนตรวจวัดทุกครั้งต้องทำการสอบเทียบ (calibrate) ด้วยแผ่นกระเบื้องสีขาวและสีดำมาตรฐาน แล้วจึงวัดค่าความสว่าง (L) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b) ของข้าวสาร ทำการวัดซ้ำ 5 ครั้ง แล้วคำนวณค่าดัชนีความขาวดังต่อไปนี้

$$WI = 100 - [(100 - L^2) + a^2 + b^2]^{½} \quad (2)$$

ผลและวิจารณ์

การลดความชื้นด้วยการดูดซับ

กระบวนการดูดซับที่ใช้แกลบบดเป็นตัวดูดซับ และอัตราส่วนผสมระหว่างแกลบต่อข้าวเปลือก 1:0.3 โดยมวล โดยเปลี่ยนแกลบทุก 2 ชั่วโมง การใช้แกลบบดความชื้นเริ่มต้นประมาณ 1.7% และ 12.7% มาตรฐานแห้ง ทำให้ความชื้นของข้าวเปลือกลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 4 ชั่วโมงแรก และจะลดลงอย่างช้าๆในช่วง 4 ชั่วโมงต่อมา ความชื้นสุดท้ายของข้าวเปลือกเป็น 18.7% และ 19.4% มาตรฐานแห้ง ดัง Figure 1 และ 2 ตามลำดับ ในขณะที่ความชื้นของแกลบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแกลบใหม่ แกลบบดที่ความชื้นเริ่มต้นสูงกว่า ทำให้การลดลงของความชื้นของข้าวเปลือกช้ากว่า เนื่องจากการถ่ายโอนความชื้นจากข้าวเปลือกไปยังแกลบขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความชื้นระหว่างข้าวเปลือกและแกลบ

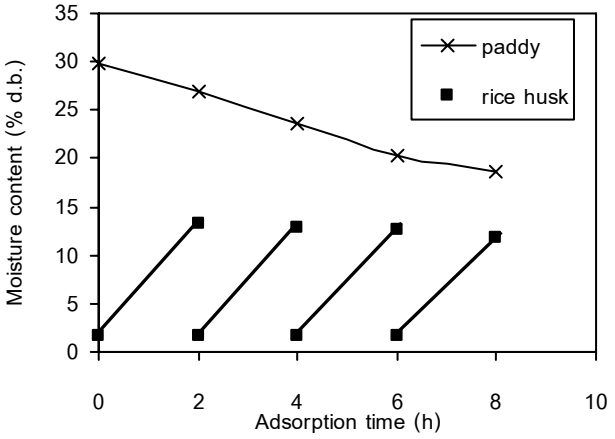

Figure 1 Moisture contents of paddy and rice hull during multi-pass adsorption process (initial moisture content of rice hull of 1.7% dry basis)

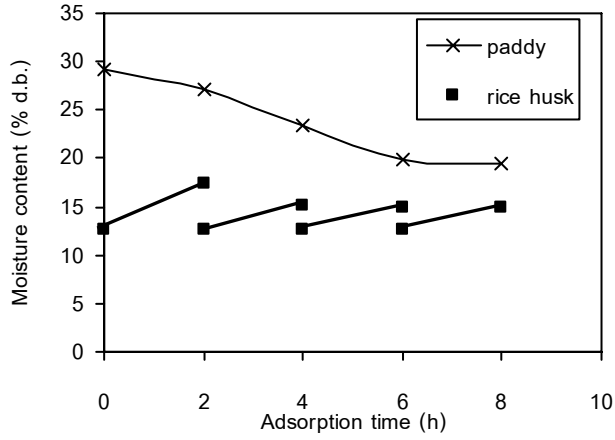

Figure 2 Moisture contents of paddy and rice hull during multi-pass adsorption process (initial moisture content of rice hull of 12.7% dry basis)

คุณภาพของข้าวหลังการดูดซับ

เนื่องจากความชื้นสุดท้ายของข้าวเปลือกทั้งสองเงื่อนไข (ความชื้นเริ่มต้นของแกลบ 1.7% และ 12.7% มาตรฐานแห้ง) ยังสูงกว่า 16% มาตรฐานแห้ง จึงนำไปผึ่งไว้บริเวณที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกจนความชื้นสุดท้ายของข้าวเปลือกต่ำกว่า 16% มาตรฐานแห้ง จึงนำไปกะเทาะเปลือก ขัดขาว และคัดขนาด ตามลำดับ ร้อยละข้าวต้นและดัชนีความขาวของข้าวหลังการดูดซับแสดงดัง Table 1 ที่ความชื้นเริ่มต้นของแกลบ 1.7% มาตรฐานแห้ง สามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกจาก 29.9% เหลือความชื้นสุดท้ายของข้าวเปลือก 18.7% มาตรฐานแห้ง ได้ร้อยละข้าวต้น 24.82% และดัชนีความขาว 63.49 ส่วนที่

ความชื้นเริ่มต้นของแกลบ 12.7% มาตรฐานแห้ง ความชื้นของข้าวเปลือกลดลงจาก 29.1% เหลือ 19.4% มาตรฐานแห้ง ได้ร้อยละข้าวต้น 28.25 และดัชนีความขาว 63.35

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความชื้นเริ่มต้นของแกลบที่ 1.7% และ 12.7% พบว่าที่เวลา 8 ชั่วโมงของการดูดซับที่ความชื้นแกลบเริ่มต้น 1.7% แกลบสามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกได้มากกว่าแกลบที่ความชื้นเริ่มต้น 12.7% แต่ได้ร้อยละต้นข้าวน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ดัชนีความขาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ถ้าเปรียบเทียบข้าวหลังการดูดซับกับตัวอย่างควบคุมที่ผึ่งในที่ร่ม พบว่า ข้าวที่ผ่านการดูดซับได้ร้อยละต้นข้าวและดัชนีความขาวต่ำกว่าตัวอย่างข้าวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

Table 1 Influence of initial moisture content of rice hull on percentage of head rice and whiteness index

Initial moisture content of rice husk (% d.b.)	Adsorption time (hour)	Percentage of head rice (%)	Whiteness index
1.7	8	24.82 [c]	63.49 [b]
12.7	8	28.25 [b]	63.35 [b]
Control	ผึ่งในที่ร่ม 48 ชั่วโมง	30.42 [a]	66.60 [a]

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at p<0.05 by DMRT test

สรุป

เมื่อเริ่มกระบวนการดูดซับ ข้าวเปลือกจะคายความชื้นออกมาที่ผิวด้านนอก แกลบที่มีความชื้นต่ำกว่าจะดูดซับความชื้นจากข้าวเปลือกเอาไว้ ทำให้ความชื้นของข้าวเปลือกลดลงและความชื้นของแกลบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการดูดซับ จากนั้นความแตกต่างของความชื้นระหว่างข้าวเปลือกและแกลบลดลง การถ่ายโอนความชื้นจากข้าวเปลือกไปยังแกลบก็ลดน้อยลง แสดงว่า อัตราการลดความชื้นของข้าวเปลือกช้าลง จนเข้าสู่สภาวะสมดุลระหว่างความชื้นข้าวเปลือกและแกลบในที่สุด การใช้แกลบที่มีความชื้นเริ่มต้น 1.7% มาตรฐานแห้ง ให้ร้อยละต้นข้าวต่ำกว่าการใช้แกลบที่มีความชื้นเริ่มต้น 12.7% มาตรฐานแห้ง เพราะว่าช่วงแรกของการดูดซับ ข้าวเปลือกมีความชื้นสูง ถ้าหากลดความชื้นอย่างช้าๆ ทำให้ข้าวแตกหักได้ง่ายกว่า แต่จะไม่ส่งผลต่อดัชนีความขาวของข้าว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสีภายในเมล็ดข้าวมักจะเกิดจากปัจจัยหลายปัจจัยร่วมกัน เช่น อุณหภูมิและความชื้นของข้าวเปลือก ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในที่เก็บ และเวลาในการเก็บรักษา

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Yamagichi, S. and H. Kawasaki. 1994. Basic research for rice drying with silica gel. Drying Tech. 12(5): 1053-1067.

Sturton, S.L., Bilanski, W.K. and D.R. Menzies. 1981. Drying of cereal grains with the desiccant bentonite. Canadain Agri. Eng. 23: 100-103.

Raghavan, G.S.V., Alikhani, Z., Fanous, M. and E. Block. 1988. Enhanced grain drying by conduction heating using molecular sieves. Trans. ASAE. 31(4): 1289-1294.