Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 589-592 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 589-592 (2553)

การทำนายศักยภาพของเครื่องขัดขาว: ส่วนที่ 1 ฟังก์ชันของการขัดขาวครั้งที่ 1

Performance Prediction of rice polishing machine: Part I The function of the 1st polishing stage

ประสันต์ ชุ่มใจหาญ[1]
Prasan Choomjaihan[1]

Abstract

The mathematical relationship (polishing function) between the operating condition of the rice polishing machine to the properties of the outlet materials is described for the first polishing stage, and the breakage function is defined. In this work, the vertical cone rice polishing was applied to polish the Hommali rice kernel.

The quadratic function was used to explain the relationship of the peripheral speed of the cone to the percentage of the broken rice kernel, the whitening index, the level of milling and the kernel dimensions in all ranges of the gap between the cone and the rubber stick. The coefficients of the equations that present influence of gaps were plot over the peripheral speed. From the results, it could be concluded that the quadratic functions would adequately describe the variation of the coefficients. The established functions can predict the results very well and give the value of R^2 more than 0.96.

Key word: rice polishing, rice, polishing function

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ (ฟังก์ชันการขัดขาว) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการปรับค่าเพื่อการใช้งานของเครื่องขัดขาวต่อคุณสมบัติของข้าวที่ผ่านการขัดขาวครั้งที่ 1 เครื่องขัดขาวแบบกรวยหินแกนตั้งและข้าวกล้องหอมมะลิได้ถูกนำมาใช้ในเป็นอุปกรณ์และวัสดุในการทดสอบครั้งนี้

สมการเอกซ์โปเนเชียลแบบยกกำลังสองสามารถนำมาอธิบายความสัมพันธ์ของความเร็วเชิงเส้นที่ผิวของโคนหินขัดขาว ต่อเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเมล็ดข้าว ดัชนีความขาว ระดับการสี และขนาดของเมล็ดข้าวที่ผ่านการสีในทุกระดับของช่องว่างระหว่างโคนหินกับแท่งยางขัดขาว ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากสมการที่อธิบายอิทธิพลของระยะห่างระหว่างโคนหินกับแท่งยางถูกนำมาสร้างความสัมพันธ์กับความเร็วเชิงเส้นที่ผิวของหินขัดขาว ฟังก์ชั่นที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถทำนายผลลัพธ์ได้อย่างดีโดยมีค่า R^2 สูงกว่า 0.96

คำสำคัญ การขัดขาว, ข้าว, ฟังก์ชันการขัดขาว

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยในปี 2551 มีการส่งออกข้าวในรูปข้าวสารขาวประมาณ 10 ล้านตัน ซึ่งสามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศคิดเป็นมูลค่าประมาณ 200,000 ล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552) ข้าวที่ใช้ในการบริโภคและการส่งออกส่วนใหญ่จะเป็นข้าวคุณภาพดี ซึ่งหมายถึงข้าวที่ประกอบด้วย ปริมาณต้นข้าว และข้าวเต็มเมล็ดสูง ปริมาณข้าวหักต่ำ ปริมาณสิ่งเจือปนน้อย และระดับการสีสูง (อังคณา และ เครือวัลย์, 2539) ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวเป็นส่วนที่มีราคาสูงที่สุด ดังนั้นคุณภาพการสีจึงประเมินจากข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว และระดับการสีเป็นสำคัญ(สุวัฒน์, 2529)

กระบวนการผลิตข้าวที่ทำให้เกิดการแตกหักของเมล็ดข้าวมากคือ การแปรสภาพข้าวหรือการสีข้าว ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการทำความสะอาดข้าวเปลือก ขั้นตอนการกะเทาะเปลือก ขั้นตอนการแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง ขั้นตอนการขัดขาว และขั้นตอนการคัดขนาดเมล็ดข้าวสาร โดยขั้นตอนที่ทำให้เกิดการแตกหักสูงที่สุดในกระบวนการสีข้าวคือ ขั้นตอนการขัดขาว (กัญญา, 2541) ดังนั้นการศึกษาปัจจัยต่อการขัดขาวโดยเน้นที่การขัดขาวครั้งที่ 1 เพื่อสร้างสมการในการทำนายผลที่ได้รับ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยในการปรับปรุงการผลิตข้าวสาร และนำไปสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มในด้านปริมาณและคุณภาพ

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
[1] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษารูปแบบการขัดขาวครั้งที่ 1 การทดลองทำการขัดขาวข้าวหอมมะลิ 105 ที่มีความชื้น 12.05 %wb ด้วยเครื่องขัดขาวข้าวแบบกรวยหินแกนตั้งโดยปรับความเร็วเชิงเส้นที่ผิว (v) ในช่วง 12-15 เมตร/วินาที และปรับระยะห่างระหว่างหินขัดขาวกับแท่งยางขัดขาว (G) ในช่วง 1-4 มิลลิเมตร โดยมีค่าชี้วัดในการทดลอง 4 ค่าคือ เปอร์เซ็นต์การแตกหักของเมล็ดข้าว ค่าดัชนีความขาว ระดับการสี และขนาดของเมล็ดข้าว (ความยาว, ความกว้าง และความหนา)

ฟังก์ชันของการขัดขาวครั้งที่ 1 ใช้ทำนายค่าชี้วัดต่างๆ ที่ระบุข้างต้น โดยสามารถเขียนอยู่ในฟังก์ชันของ v และ G โดยเริ่มต้นที่การสร้างสมการความสัมพันธ์ของ v กับค่าชี้วัดให้อยู่ในรูปแบบโพลิโนเมียลกำลังสอง ที่ทุกๆ ช่วงของ G ดังแสดงต่อไปนี้

$$f(v,G) = \alpha_0 + \alpha_1 v + \alpha_2 v^2 \quad (1)$$

หลังจากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์ α_0, α_1 และ α_2 ที่ทุกๆ ช่วงของ G มาเขียนความสัมพันธ์กับค่า G แบบโพลิโนเมียลกำลังสองซึ่งจะได้

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= a_0 + b_0 G + c_0 G^2 \\ \alpha_1 &= a_1 + b_1 G + c_1 G^2 \\ \alpha_2 &= a_2 + b_2 G + c_2 G^2 \end{aligned} \quad (2)$$

ฟังก์ชั่นการทำนายค่าชี้วัดในรูปแบบทั่วไปจึงสามารถเขียนได้ดังนี้

$$f(v,G) = (a_0 + b_0 G + c_0 G^2) + (a_1 + b_1 G + c_1 G^2)v + (a_2 + b_2 G + c_2 G^2)v^2 \quad (3)$$

ผล

ผลการทดลองแสดงเห็นได้ว่า การเพิ่มค่า v หรือการลดค่า G ทำให้ เปอร์เซ็นต์การแตกหัก ค่าดัชนีความขาว และระดับการสีเพิ่มสูงขึ้น โดยที่การเพิ่มของค่าดัชนีความขาว และระดับการสีหมายถึงการขัดเอาชั้นนอกของเมล็ดข้าวกล้องออก (Figure 1) ด้วยเหตุนี้จึงมีผลทำให้มิติทั้งสามด้านของเมล็ดข้าวมีขนาดเล็กลง โดยที่ค่าชี้วัดกับค่า v สามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์แบบโพลิโนเมียลกำลังสอง (สมการที่ 1) ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่าชี้วัดต่อค่า v ที่ระดับต่างๆกันของ G ได้

หลังจากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์ α_0, α_1 และ α_2 ที่ได้ในแต่ละสมการของ G มาเขียนความสัมพันธ์กับค่า G ในรูปแบบสมการโพลิโนเมียลกำลังสอง (Figure 2) ซึ่งแสดงในสมการที่ 2 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2, c_0, c_1 และ c_2 ที่สามารถแทนลงในสมการที่ 3 โดยที่ค่าดังกล่าวแสดงใน Table 1

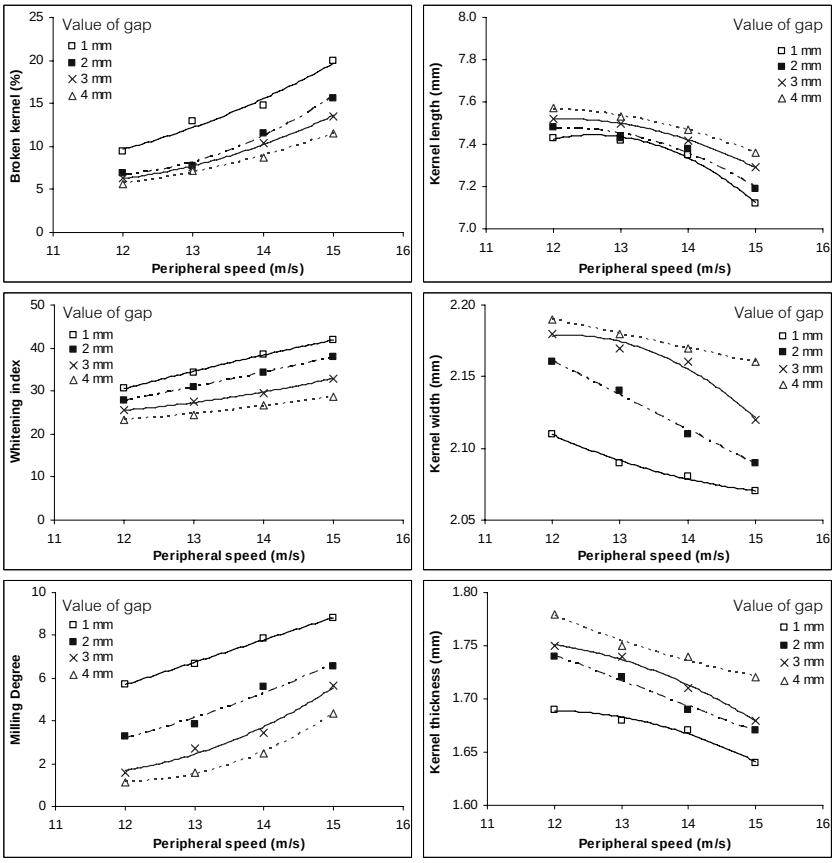

Figure 1 The relationship between the percentage of broken rice, whitening index, milling degree, length, width and thickness with the peripheral speed (v) polishing cone at the differential values of gap (G)

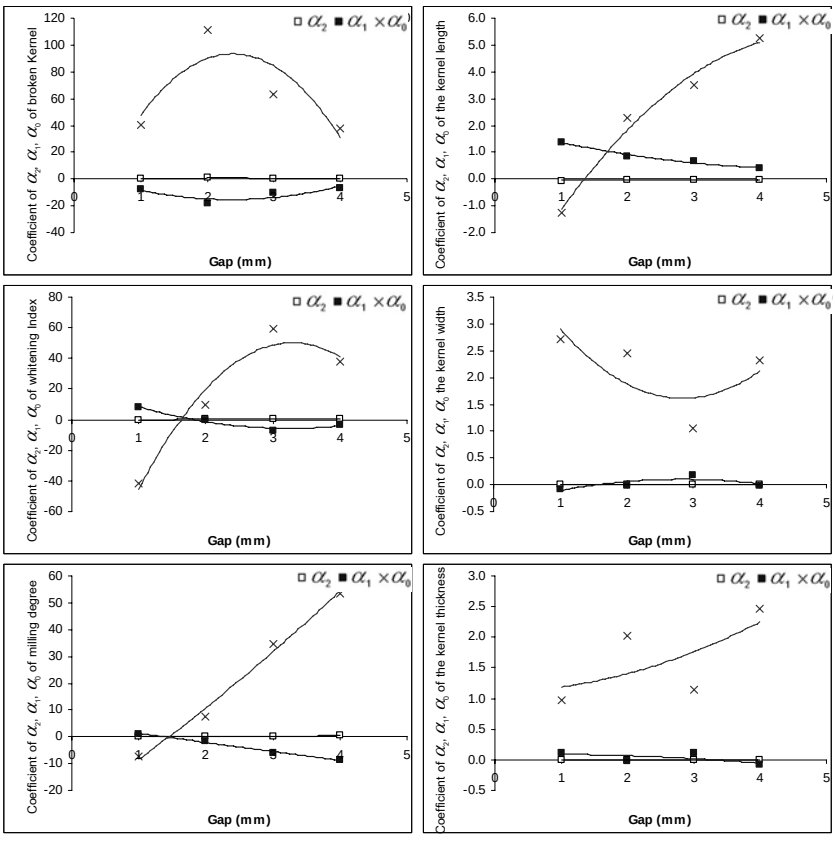

Figure 2 The relationship between the coefficients α_0, α_1 and α_2 at the differential values of gap (G)

Table 1 The coefficients describing the 1st stage of rice polishing functions, as defined in Equation 3

$f(v,G)$	a_0	a_1	a_2	b_0	b_1	b_2	c_0	c_1	c_2	R^2
Broken kernel (%)	-23.9400	3.7250	-0.1400	114.0818	-17.5878	0.6440	-42.5295	5.4820	-0.0700	0.9843
Whitening index	-18.1888	2.8013	-0.1063	119.7483	-18.1358	0.6588	-146.8313	23.6438	-0.7188	0.9982
Milling degree (%)	0.8615	0.0148	-0.0038	16.6103	-3.4481	0.1443	-25.8563	4.7200	-0.1500	0.9992
Length (mm)	-0.4500	0.0675	-2.500×10^{-3}	4.3282	-0.6507	2.450×10^{-2}	-5.0098	1.9473	-7.625×10^{-2}	0.9916
Width (mm)	0.3800	-6.250×10^{-2}	2.500×10^{-3}	-2.1609	0.3544	-1.400×10^{-2}	4.6850	-0.4000	8.213×10^{-2}	0.9915
Thickness (mm)	6.738×10^{-2}	-1.363×10^{-2}	6.300×10^{-4}	1.678×10^{-2}	1.998×10^{-2}	-1.380×10^{-3}	1.1041	1.500×10^{-2}	-3.130×10^{-3}	0.9599

ทดสอบความแม่นยำของการทำนายค่าชี้วัดการขัดขาวครั้งที่ 1 ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2, c_0, c_1 และ c_2 พบว่าให้ค่า R^2 ในระดับที่สูงกว่า 0.96 ซึ่งแสดงว่าวิธีการใช้สมการโพลิโนเมียลแบบยกกำลังสองสามารถอธิบายค่าชี้วัดต่างๆของการขัดขาวข้าวด้วยเครื่องขัดขาวแบบกรวยหินแกนตั้งได้ในระดับดี

วิจารณ์และสรุป

ฟังก์ชั่นการขัดขาวข้าวครั้งที่ 1 ที่อธิบายค่าชี้วัดต่างๆ เช่น เปอร์เซ็นต์การแตกหักของเมล็ดข้าว ค่าดัชนีความขาว ระดับการสี และขนาดของเมล็ดข้าว สามารถเขียนอยู่ในรูปแบบของความเร็วเชิงเส้นที่ผิวของหินขัดขาว และระยะห่างของแท่งยางกับหินขัดขาว โดยมีความสัมพันธ์เป็นแบบสมการโพลิโนเมียลยกกำลังสอง ผลการทำนายสามารถให้ค่าความแม่นยำในระดับที่สูง

การทดลองครั้งนี้ได้ศึกษาเฉพาะการขัดขาวครั้งที่ 1 ของข้าวหอมมะลิ 105 ทำให้ไม่ครอบคลุมทั้งระบบของการขัดขาวที่มีการขัดอย่างน้อย 3 ครั้ง และไม่ได้คำนึงถึงคุณสมบัติอื่นๆของข้าว รวมถึงความหลากหลายของพันธุ์ข้าวที่ใช้ทดสอบ แต่อย่างไรก็ตามแนวทางของการสร้างฟังก์ชั่นการขัดขาวครั้งที่ 1 เป็นพื้นฐานของการทำนายศักยภาพของการขัดขาวข้าว และนอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการขัดขาวข้าวทั้งระบบที่ครอบคลุมปัจจัยเพิ่มเติมอื่นๆ เพื่อช่วยในการทำนายผลของการขัดขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2550/2551. [article online]. [สืบค้นเมื่อ 2009 March 27]. จาก http://oae.do.th/stastic/yearbook/2007-08/

กัญญา เชื้อพันธุ์. 2541. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพ. เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตร “เทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิ คุณภาพดี”. กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุวัฒน์ เจียระคงมั่น. 2529. คุณภาพเมล็ดข้าว. บทความรู้ทางการเกษตรประกอบรายการวิทยุ 2528. (53) หน้า 62-64.

อังคณา เหลืองศิโรรัตน์ และเครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2539. เรื่องของข้าว. ข้าว ความรู้คู่ชาวนา. หน้า 149-155.