

ผลของความชื้นต่อสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตของข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเหนียวลิ้มฝัว

วีรกุล มิกกลางแสน^{1*}, เพลงพิน เพ็ญภูมิพงษ์¹ อนุรักษ์ ปุ่มสันเทียะ¹ และ นัฐวุฒิ ศิริวัฒน์¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลผลิตวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานนครราชสีมา 744 ถ.สุรนารายณ์ ต.ในเมือง อ.ในเมือง จ.นครราชสีมา 30000

ผู้เขียนติดต่อ: วีรกุล มิกกลางแสน E-mail: kon_bran@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของความชื้นต่อการเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (μ_s) ของข้าวเปลือกไรซ์เบอร์รี่และข้าวเหนียวเปลือกลิ้มฝัว เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปสู่การพัฒนาเครื่องจักรกลหลังการเก็บเกี่ยววิธีการเริ่มจากนำข้าวเปลือก 2 สายพันธุ์ คือข้าวเปลือกไรซ์เบอร์รี่และข้าวเหนียวเปลือกลิ้มฝัว มาคัดแยกเอาเมล็ดที่สมบูรณ์จำนวน 200 เมล็ด/ความชื้น /แผ่นพื้น นำไปปรับความชื้น 5 ระดับความชื้น คือ 10 11 12 13 และ 14% มาตรฐานแห้ง จากนั้นทดสอบหาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตและมุมสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานด้วยอุปกรณ์วัดแรงเสียดทานแบบพื้นเอียง มีพื้นผิวสัมผัส 4 พื้นผิว คือ พื้นพลาสติก พื้นเหล็ก พื้นสังกะสี และพื้นสแตนเลส จากผลการทดลองได้ว่า ความชื้นและชนิดแผ่นพื้น มีอิทธิพลต่อ μ_s อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ต่อ μ_s ของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ พื้นผิวสแตนเลสมีแนวโน้มของ μ_s ต่ำกว่าพื้นผิวอีก 3 ชนิด เนื่องจากมาจากลักษณะของพื้นผิวสแตนเลสมีความละเอียดมากกว่า ส่งผลให้มีการสัมผัสระหว่างผิวของข้าวเปลือกกับผิวของสแตนเลสน้อย เนื่องจากเปลือกของเมล็ดข้าวมีลักษณะแหลมเป็นแฉก และจากลักษณะผิวแบบนี้ส่งผลให้ μ_s ของพื้นผิว เหล็ก พลาสติก และสังกะสี มีค่าสูงกว่าพื้นผิวสแตนเลส และจากการที่พื้นผิวมีความละเอียดน้อยกว่า และไม่เรียบเหมือนพื้นผิวสแตนเลส การสัมผัสระหว่างผิวข้าวเปลือกกับผิวของแผ่นพื้นอาจเกิดขึ้นในลักษณะการเกาะกัน

คำสำคัญ : ความชื้น สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต ข้าวเปลือกไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเหนียวเปลือกลิ้มฝัว

Effect of Moisture on Coefficient of Static Friction of Thai Black Paddy Rice cv. Riceberry and Thai Glutinous Black Paddy Rice cv. LeumPua

Weerakul Meeklangsaen^{1*}, Plengpin Pianpumpong¹ Nntapong Poomsuntai¹ and Natthawut Siriwat¹

¹Post-Harvest and Processing Engineering, Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhonratchasima, Thailand, 30000.

Corresponding author: Weerakul Meeklangsaen. E-mail: kon_bran@hotmail.com

Abstract

The effect of moisture on Coefficient of Static Friction (μ_s) changing of Thai Black Paddy Rice cv. Riceberry and Thai Glutinous Black Paddy Rice cv. LeumPua was studied. This study will be useful for the development of postharvest machinery. Thai Black Paddy Rice cv. Riceberry and Thai Glutinous Black Paddy Rice cv. LeumPua were used in this study. The two types of paddy Rice were classified for 200 grains each/moisture levels/plate types. The two types of paddy Rice were adjusted at five levels of temperature of 10, 11, 12, 13 and 14% dry basis. Four plate types of plastic, iron, zinc and stainless steel were used in this study. The μ_s and its angle were tested using a friction measuring device. The results were found that moisture and plate type were significantly affected to μ_s for both types of paddy Rice at 95% confidence. The μ_s of stainless steel plate was trended lower than others because of the plate surface were smoother. Moreover, the paddy grains were spiky and V-shaped properties then the paddy grains were less effect by the stainless steel plate. The μ_s of plastic, iron and zinc plates were higher than stainless steel plate one because of the plate surfaces were rougher, therefore, the paddy grains were easily stacked together.

Keywords: Moisture, Coefficient of Static Friction, Thai Black Paddy Rice cv. Riceberry, Thai Glutinous Black Paddy Rice cv. LeumPua.

1. บทนำ

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Riceberry) ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ลักษณะเป็นข้าวเจ้า สีม่วงเข้ม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว ข้าวกล้องมีความนุ่มนวลมาก ปลูกได้ตลอดทั้งปี ให้ผลผลิตต่อไร่ปานกลาง คุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการ คือ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี และฟอสเฟตสูง มีดัชนีน้ำตาลต่ำ-ปานกลาง (สสส, 2556) **ข้าวลิ้มผิว** เป็นข้าวสายพันธุ์หนึ่งที่มีชื่อเรียกหลากหลายชื่อ ได้แก่ ข้าวลิ้มผิว ข้าวเหนียวลิ้มผิว และข้าวเหนียวกำลิ้มผิว เป็นต้น เป็นข้าวที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารเป็นอย่างมาก ชนิดหนึ่ง โดยอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีส่วนช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง รวมทั้งอุดมไปด้วยสารอาหารต่างๆ มากมาย ได้แก่ โปรตีน วิตามินบี 1 และ 2 วิตามินอี สารแกมมา - โอไรซานอล กรดไขมัน แอนโทไซยานิน โอมะก้า 3 6 และ สังกะสี ธาตุเหล็ก แมงกานีส และแคลเซียม ซึ่งมีส่วนช่วยในการบำรุงร่างกาย บำรุงสมอง และบำรุงผิวพรรณให้เปล่งปลั่งอีกด้วย รวมถึงช่วยป้องกันโรคหัวใจ โรคสมองเสื่อม โรคเบาหวาน โรคหอยนสมรรถภาพทางเพศทั้งในเพศชายและเพศหญิง อีกทั้งยังช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล และช่วยลดความอ้วนได้ดี จึงเป็นข้าวที่เหมาะสมสำหรับคนที่ลดน้ำหนักและรักสุขภาพเป็นอย่างมาก

ความเสียดทานเป็นสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของผลผลิตเกษตรที่ถูกนำไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรอุปกรณ์ในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว มาทำงานแทนคน เช่น การแปรรูปแปรสภาพ ขนถ่าย และการคัดแยก เป็นต้น เราจำเป็นต้องต้องรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ผลิตผลเคลื่อนที่กับผิวสัมผัสประเภทต่างๆ โดยเฉพาะผลผลิตเกษตรไทยจำเป็นต้องหาวิธีให้มีขึ้นมากเพื่อเป็นข้อมูลบริการแก่นักวิชาการ วิศวกร (บัณฑิต, 2546) ในทางทฤษฎีเมื่อวัตถุอันหนึ่งถูกกดเข้ากับวัตถุอีกอันหนึ่งด้วยแรงที่มีค่าเท่ากับน้ำหนัก W ของมัน วัตถุแรกจะไม่เคลื่อนที่ในทิศทางขวางกับแนวแรงกด จนกระทั่งแรงความเสียดทานระหว่างวัตถุทั้งสองถูกเอาชนะ เรียกว่า ความเสียดทานสถิต (Static Friction) (แรงที่จำเป็นที่จะเริ่มการเคลื่อนที่) เมื่อการเคลื่อนที่เริ่มขึ้นแรงเสียดทานสถิตจะลดลงจนกว่าแรงที่น้อยกว่าถูกใช้ทำให้การเคลื่อนที่ต่อเนื่องไป แรงเสียดทานที่มีอยู่ระหว่างผิวที่เคลื่อนที่สัมผัสกัน เรียกว่า แรงความเสียดทานจลน์ (Kinetic friction) (Mohsenin, 1980) สัมประสิทธิ์ความเสียดทานคืออัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานกับน้ำหนักกดของวัตถุ (ดังรูปที่ 1) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ประกอบด้วย สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (μ_s) จะมีค่าสูงกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ (μ_k) บัณฑิต (2546) กล่าวว่าความชื้นภายในวัสดุมีผลต่อสัมประสิทธิ์ความเสียดทานอย่างมากโดยทั่วไปสัมประสิทธิ์ความเสียดทานมีค่าสูงขึ้นเมื่อความชื้นภายในวัสดุเนื่องจากความชื้นที่สูงขึ้นนี้จะทำให้ผิวหน้าสัมผัสของวัสดุเปียกจึงทำให้เพิ่มแรงต้านทานการเคลื่อนที่สำหรับเมล็ดพืชที่เช่นกันกับวัสดุเกษตรชนิดอื่น

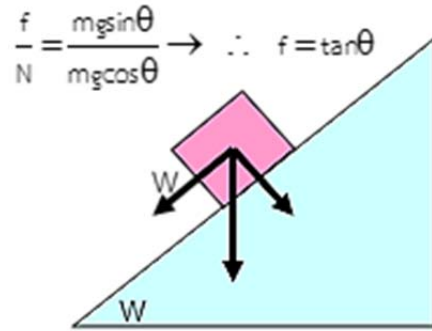


Figure 1 The friction exerted on the material.

อุษฎา และคณะ (2556) ได้กล่าวว่าความชื้นส่งผลให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของเมล็ดถั่วลิสงเพิ่มขึ้น วริศรา และคณะ (2555) กล่าวว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Static friction coefficient) ของเมล็ดข้าวบาร์เลย์จะเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น (แปรผันตรง)

2. อุปกรณ์และวิธีการ

เริ่มต้นด้วยการเตรียมวัตถุดิบโดยการนำข้าวเปลือกไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเปลือกเหนียวลิ้มผิวมาคัดแยกเมล็ดที่สมบูรณ์ (สามารถเพราะกล้าได้) จำนวน 200 เมล็ดต่อความชื้นต่อแผ่นพื้น จากนั้นปรับความชื้นเมล็ดข้าวเปลือก 5 ระดับความชื้น 10-14 % d.b. (ช่วงความชื้นของเมล็ดข้าวที่เหมาะสมกับการสี การเก็บรักษา และการปรับปรุงเมล็ดพันธุ์) เริ่มจากการวัดความชื้นเมล็ดข้าวด้วย เครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าวยี่ห้อ Kett electric laboratory รุ่น PM-599 แล้วนำเมล็ดข้าวไปปรับความชื้น 5 ระดับ คือ 10-14 %d.b. โดยนำเมล็ดข้าวกระจายในถาดแล้วนำผ้าชุบน้ำมาคลุมถาดใส่ข้าววางไว้ในห้อง 1 คืน เพื่อให้เมล็ดข้าวดูดกลืนความชื้นให้ทั่วทั้งเมล็ด จากนั้นนำมาวัดความชื้นให้ได้ตามที่กำหนด หากความชื้นสูงกว่าที่กำหนดก็นำเข้าตู้อบลร้อนที่ 100±5 องศาเซลเซียส และวัดความชื้นทุกครั้งช่วงจนความชื้นได้ตามที่กำหนด

การทดสอบวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Static Coefficient of friction, μ_s) และมุมเสียดทานสถิต เริ่มจากการนำเมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านปรับความชื้น และมีความชื้นตามกำหนด มาวางบนแผ่นพื้นครึ่งละ 1 เมล็ด บนแผ่นพื้น 4 ชนิด คือ สังกะสี สเตนเลส เหล็ก และพลาสติกซึ่งพื้นผิวติดอยู่บนอุปกรณ์วัดสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจากนั้นค่อยๆยกพื้นผิวด้านใดด้านหนึ่งขึ้นจนกระทั่งเมล็ดเริ่มไถลลงอย่างอิสระ วัดความสูงของแผ่นพื้นทีเมล็ดเริ่มไถล ทำจนกระทั่งครบ 200 เมล็ดต่อความชื้นต่อแผ่นพื้น ดังรูปที่ 2 สามารถคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตได้จากสมการดังรูปที่ 1 และชั่งน้ำหนักต่อเมล็ดด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียด 3 ตำแหน่ง

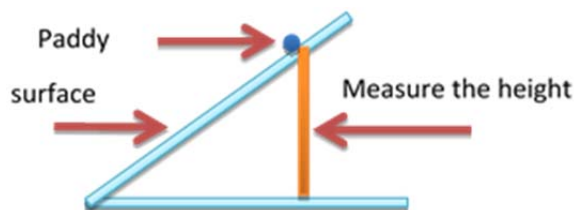


Figure 2 Measuring the coefficient of static friction.

3. ผลและวิจารณ์

Table 1 Weight of paddy per seed (milligram).

Weight/ seeds (milligram)	Moisture (%)				
	10	11	12	13	14
LeumPua	29.85± 1.98	29.83± 2.13	30.15± 1.90	32.63± 1.98	31.29± 2.10
Riceberry	27.45± 2.14	27.70± 2.15	27.76± 2.05	28.41± 2.29	28.85± 2.32

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตของข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเหนียวลิ้มฝัว เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักร อุปกรณ์ ด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว เช่นระบบลำเลียง การคัดแยก เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกในช่วง 10-14 %d.b. ที่อาจจะสัมพันธ์กับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต บนพื้นผิว 4 ชนิด ได้ผลการทดลองดังนี้

จากตารางที่ 1 แสดงน้ำหนักต่อเมล็ดของข้าวเปลือก พบว่าความชื้นไม่มีผลต่อความแตกต่างของน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือก โดยข้าวเหนียวลิ้มฝัวมีน้ำหนักต่อเมล็ดประมาณ 29-33 มิลลิกรัม ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีน้ำหนักต่อเมล็ดประมาณ 27-29 มิลลิกรัม ซึ่งน้ำหนักของเมล็ดข้าวเปลือกไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณความชื้น น่าจะเกิดจากความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวเปลือกที่นำมาทดลองมีความแตกต่างกัน เนื่องด้วยกาคัดเลือกเมล็ดข้าวเปลือกใช้เกณฑ์การคัด คือสามารถนำมาเพราะต้นกล้าได้ ข้าวที่สามารถเพราะแล้วงอกมีความสมบูรณ์ประมาณ 80-100% จึงส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดข้าวไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณความชื้น

Table 2 Coefficient of Static Friction of Thai Glutinous Black Paddy Rice cv. LeumPua.

Surfaces type	Moisture (%)					
	10	11	12	13	14	
Friction	Zinc	0.63± 0.07 ^j	0.67± 0.10 ^k	0.63± 0.09 ^j	0.62± 0.06 ^j	0.56± 0.09 ^h
	Stainless	0.36± 0.05 ^a	0.40± 0.06 ^c	0.37± 0.06 ^{ab}	0.38± 0.05 ^b	0.36± 0.04 ^a
	Steel	0.58± 0.07 ^h	0.71± 0.15 ^m	0.61± 0.06 ⁱ	0.69± 0.09 ^l	0.52± 0.04 ^f
	Plastic	0.53±	0.56±	0.52±	0.51±	0.47±

Surfaces type	Moisture (%)					
	10	11	12	13	14	
Angle	Zinc	0.08 ^f	0.10 ^g	0.08 ^e	0.08 ^e	0.06 ^d
	Stainless	29.3	30.3	29.2±	29.0±	26.9
	Steel	±2.0	±2.8	2.6	1.8	±2.8
	Plastic	19.0	20.8	19.6	20.0	19.2

*Number in the same column follow by the different character implies significant different of the mean volume the significant level of 5%.

จากตารางที่ 2 นำเสนอค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต และมุมเสียดทาน ของข้าวเหนียวลิ้มฝัว พบว่าความชื้นมีผลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ต่อ μ_s ของเมล็ดข้าวเปลือกบนแต่ละพื้นผิว จากการทดลองบนพื้นผิวสังกะสี μ_s มีค่าระหว่าง 0.56-0.67 พื้นผิวเหล็ก μ_s มีค่าระหว่าง 0.52-0.71 พื้นผิวสแตนเลส μ_s มีค่าระหว่าง 0.36-0.40 พื้นผิวพลาสติก μ_s มีค่าระหว่าง 0.47-0.52 จากตาราง μ_s ของแต่ละความชื้นต่อพื้นผิว ไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณความชื้น เนื่องจากปริมาณความชื้นเพิ่ม น้ำหนักเพิ่ม และแรงโน้มถ่วงของโลกส่งผลให้ μ_s ต้องเพิ่ม (ดังรูปที่ 5) น่าจะเกิดจากความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวเปลือกแต่ละเมล็ดที่มีความแตกต่างกัน น้ำหนักแตกต่างกัน และลักษณะเปลือกของเมล็ดข้าวที่เป็นเหลี่ยม มีความคมดังรูปที่ 4 ส่วนที่เป็นสันนูนแหลมของเปลือกเมล็ดข้าวมีลักษณะหยาบเหมือนฟันเลื่อย ส่งผลให้พื้น μ_s ของพื้นผิวสแตนเลสมีค่าน้อยกว่าพื้นผิวอื่น เนื่องจากผิวสแตนเลสมีความละเอียดมากกว่า การสัมผัสกับผิวเปลือกข้าวเปลือกพื้นผิวอื่นมีความละเอียดน้อย การสัมผัสระหว่างผิวจะเป็นในลักษณะการเกี่ยวของผิวเปลือกข้าวที่มีลักษณะเป็นฟันเลื่อยกับพื้นผิวของแผ่นพื้น

Table 3 Coefficient of Static Friction of Thai Black Paddy Rice cv. Riceberry.

Surfaces type	Moisture(%)					
	10	11	12	13	14	
Friction	Zinc	0.63± 0.14 ^e	0.59± 0.10 ^e	0.67± 0.09 ^{gh}	0.63± 0.08 ^e	0.65± 0.10 ^s
	Stainless	0.50± 0.09 ^b	0.52± 0.09 ^{bcd}	0.50± 0.09 ^b	0.51± 0.07 ^{bc}	0.58± 0.09 ^e
	Steel	0.57± 0.14 ^e	0.53± 0.09 ^{cd}	0.59± 0.11 ^e	0.62± 0.13 ^e	0.68± 0.10 ^h
	Plastic	0.52± 0.13 ^{bcd}	0.51± 0.10 ^{bc}	0.54± 0.09 ^d	0.47± 0.08 ^a	0.52± 0.07 ^{bcd}

Surfaces type	Moisture(%)				
	10	11	12	13	14
Zinc	28.82	27.85	30.38	29.30	29.87
Stainless	±4.06	±3.52	±3.19	±2.56	±2.83
steel	24.77	25.56	24.76	25.03	27.56
Angle	±3.13	±3.11	±3.17	±2.51	±3.05
Steel	26.94	25.78	27.75	28.61	30.49
Plastic	±4.41	±3.16	±3.62	±3.92	±2.94
	25.27	25.11	26.12	23.62	25.55
	±4.36	±3.56	±3.27	±3.20	±2.61

*Number in the same column follow by the different character implies significant different of the mean volume the significant level of 5%

จากตารางที่ 2 ส่วนของมุมเสียดทานของข้าวเหนียวลิ้มผิว พบว่า มุมเสียดทานบนพื้นผิวสังกะสีมีค่าประมาณ 26-30 องศา พื้นผิวสแตนเลสมีค่าประมาณ 19-21 องศา พื้นผิวเหล็กมีค่าประมาณ 25-32 องศา พื้นผิวพลาสติกเหล็กมีค่าประมาณ 25-32 องศา ซึ่งผลของมุมเสียดทานมีค่าเป็นเบนมาตรฐานค่อนข้างสูง น่าจะมาจากสาเหตุของลักษณะเมล็ดข้าวและลักษณะของพื้นผิวเช่นเดียวกับ μ_s

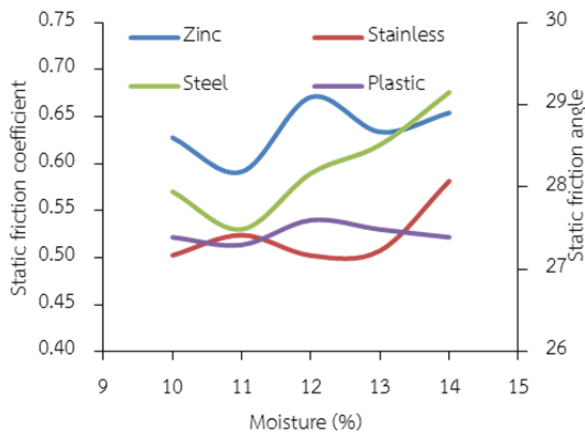


Figure 3 Graph relationship between moisture, coefficient of friction And friction angle of Riceberries.



Figure 4 Grain characteristics.

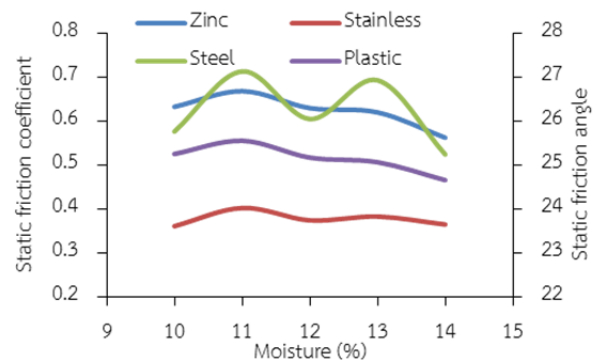


Figure 5 Graph relationship between moisture, coefficient of friction And friction angle of LeumPua.

จากตารางที่ 3 นำเสนอค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต และมุมเสียดทาน ของข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่าความชื้นมีผลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ต่อ μ_s ของเมล็ดข้าวเปลือกแต่ละพื้นผิว จากการทดลองบนพื้นผิวสังกะสี μ_s มีค่าระหว่าง 0.59-0.67 พื้นผิวสแตนเลส μ_s มีค่าระหว่าง 0.50-0.58 พื้นผิวเหล็ก μ_s มีค่าระหว่าง 0.52-0.68 พื้นผิวพลาสติก μ_s มีค่าระหว่าง 0.47-0.52 จากตาราง μ_s ของแต่ละความชื้นต่อพื้นผิว ไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณความชื้น เนื่องจากปริมาณความชื้นเพิ่ม น้ำหนักเพิ่ม และแรงโน้มถ่วงของโลกส่งผลให้ μ_s ต้องเพิ่ม (ดังรูปที่ 3) น่าจะเกิดจากความสมบูรณ์ และลักษณะเปลือกของเมล็ดข้าวแต่ละเมล็ดที่มีความแตกต่างกัน น้ำหนักแตกต่างกัน และลักษณะเปลือกของเมล็ดข้าวที่เป็นเหลี่ยม มีความคมดังรูปที่ 4 ส่วนที่เป็นสันนูนแหลมของเปลือกเมล็ดข้าวมีลักษณะหยักเหมือนฟันเลื่อย เช่นเดียวกับข้าวเหนียวลิ้มผิว ส่งผลให้พื้น μ_s มีค่าที่สอดคล้องกับ μ_s ของข้าวเหนียวลิ้มผิว ด้านมุมเสียดทานของข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่ามุมเสียดทานบนพื้นผิวสังกะสีมีค่าประมาณ 27-31 องศา พื้นผิวสแตนเลสมีค่าประมาณ 24-27 องศา พื้นผิวเหล็กมีค่าประมาณ 25-31 องศา พื้นผิวพลาสติกเหล็กมีค่าประมาณ 23-26 องศา ซึ่งผลของมุมเสียดทานมีค่าเป็นเบนมาตรฐานค่อนข้างสูง น่าจะมาจากสาเหตุของลักษณะเมล็ดข้าวและลักษณะของพื้นผิวเช่นเดียวกับ μ_s

4. สรุป

จากการศึกษาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตของข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเหนียวลิ้มผิวที่ความชื้น 5 ระดับความชื้น คือ 10 11 12 13 และ 14% มาตรฐานแห้ง และพื้นผิวสัมผัส 4 พื้นผิว คือ พื้นพลาสติก พื้นเหล็ก พื้นสังกะสี และพื้นสแตนเลส จากผลการทดลองสรุปได้ว่าความชื้นและ ชนิดแผ่นพื้น มีอิทธิพลต่อ μ_s อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ต่อ μ_s ของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ พื้นผิวสแตนเลสมีแนวโน้มของ μ_s ต่ำกว่าพื้นผิวอีก 3 ชนิด อาจเนื่องมาจากลักษณะของพื้นผิวสแตนเลสมีความละเอียดมากกว่า ส่งผลให้มีการสัมผัสระหว่างผิวของข้าวเปลือกกับผิวของสแตนเลสน้อย เนื่องจากเปลือกของเมล็ดข้าวมีลักษณะแหลมเป็นแฉก และจากลักษณะผิว

แบบนี้ส่งผลให้ μ_s ของพื้นผิว เหล็ก พลาสติก และสังกะสี มีค่าสูงกว่าผิวสแตนเลส และจากการที่พื้นผิวมีความละเอียดน้อยกว่า และไม่เรียบเหมือนผิวสแตนเลส การสัมผัสระหว่างผิวข้าวเปลือกกับผิวของแผ่นพื้นอาจเกิดขึ้นในลักษณะการเกาะกัน

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรสภาพที่อำนวยความสะดวกและสนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนบุคคลากรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

ข้าวลิ้มผิว ข้าวเหนียวรสอร่อย มากคุณค่าทางโภชนาการ แหล่งข้อมูล <https://health.kapook.com/view62282.html> เข้าถึงเมื่อ 14 มิถุนายน 2560.

บัณฑิต จริโมภาส. 2546. สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เกษตร. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 160 หน้า

วิศรา สาระนิตย์, อริสรา เลียงประสิทธิ์, เอกนุช แยมเกษร, และ วสันต์ อินทร์ตา. 2555. ผลของความชื้นต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวบาร์เลย์. หมดหมู่: ผลงานวิจัยสมบัติเชิงวิศวกรรมของอาหาร [แผนการสอนและกิจกรรม] วันที่: 29 ตุลาคม แหล่งข้อมูล <http://www.foodnetworksolution.com> เข้าถึงเมื่อ 14 มิถุนายน 2560.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.). 2556. ประโยชน์ของ ข้าวไรซ์เบอร์รี่. สารสุขภาพพบทความสุขภาพ. วันที่ 03 ธันวาคม แหล่งข้อมูล <http://www.thaihealth.or.th/Content/> เข้าถึงเมื่อ 14 มิถุนายน 2560.

ฤชฎา วุฒิสาร, พงศธร ทองนุช, ภูริชญา เร่งพัฒนกิจ, วราภรณ์ มาไพศาลทรัพย์ และ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2556. ผลของความชื้นต่อสมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8. ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตร แห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6 หน้า 698-707

Mohsenin, N.N. 1980. Physical Properties of plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publisher Inc. New York. 742 p.

