

คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดดาวอินคาแบบกะเทาะเปลือก Physical Properties of Sacha Inchi Kernels

ณัฐพล โสภกุลเดาะ^{1,2,3} นีรัตติศักดิ์ คงทน^{1,2,3} จักรพันธ์ ดวงคำจันทร์¹ ศักดิ์ดา จัมปานา^{2,3} กิตติพงษ์ ลาลูน^{1,2,3}
และสมโภชน์ สุดาจันทร์^{1,2,3}

Nuttaphon Sokudlor^{1,2,3}, Nirattisak Khongthon^{1,2,3}, Jakraphan Doungkhamjun¹, Sakda Jumpana^{2,3}, Kittipong Laloon^{1,2,3}
and Somposh Sudajan^{1,2,3}

Abstract

The physical properties affect the design of machines to handle their processing. Objectives of this study was to study some physical properties of Sacha Inchi kernel (*Plukenetia volubilis* L.) in order to facilitate design of some machines for its processing. Sacha inchi kernel obtained from dehuller with moisture content of 2.94 % w.b. was used to study. The results showed that the sach a inchi kernel has an average particle size of 9.5 mm. The angle of repose was in the range of 36.2 to 38.8 degrees. The static coefficient of friction of kernel on four surfaces namely; steel, stainless, wood and rubber were 0.476, 0.292, 0.436 and 0.431 respectively. The average value of solid density and bulk density were 1140.14 and 512.28 kg/m³. The mean porosity of sach a inchi kernel was 54.31%. The results of this study would be useful for the design and optimization of the equipment associated with oil extracting process.

Keywords: Sacha Inchi, kernel, physical properties

บทคัดย่อ

คุณสมบัติทางกายภาพมีผลอย่างยิ่งต่อการออกแบบเครื่องมือในกระบวนการจัดการวัสดุ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของเมล็ดดาวอินคาแบบกะเทาะเปลือก ซึ่งเมล็ดดังกล่าวได้จากเครื่องกะเทาะเปลือกแบบหินขัด เมล็ดมีความชื้น 2.94 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ผลจากการศึกษาพบว่า เมล็ดส่วนใหญ่มีขนาดอนุภาคที่ 9.5 มิลลิเมตร มุมกองของเมล็ดอยู่ในช่วง 36.2 ถึง 38.8 องศา เมื่อทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิต (Static coefficient of friction) ของผิว เหล็ก, สแตนเลส, ไม้และยาง เท่ากับ 0.476, 0.292, 0.436 และ 0.431 ตามลำดับ ส่วนความหนาแน่นเนื้อ (Solid density) ความหนาแน่นรวม (Bulk density) และความพรุน (Porosity) มีค่าเท่ากับ 1,140.14, 512.28 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 54.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลจากการศึกษานี้เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสกัดน้ำมัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในลำดับต่อไป

คำสำคัญ: ดาวอินคา, เมล็ดดาวอินคาแบบกะเทาะเปลือก, คุณสมบัติทางกายภาพ,

คำนำ

ดาวอินคา (Sacha Inchi) มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Plukenetia volubilis* L. เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ แถวประเทศเปรู มีหลักฐานระบุถึงการนำพืชดังกล่าวมาใช้ประโยชน์เมื่อนานมาแล้วไม่น้อยกว่าพันปี (Fanali *et al.*, 2011) จากงานวิจัยพบว่าเมล็ดดาวอินคามีน้ำมันสูงถึง 41.4 เปอร์เซ็นต์ (Gutiérrez *et al.*, 2011) น้ำมันดังกล่าวเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว 85-90 เปอร์เซ็นต์ หลักๆประกอบด้วยกรดอัลฟาไลโนเลนิก (Alpha-Linolenic Acid, ALA) 42-48 เปอร์เซ็นต์ กรดไลโนเลอิก (Linoleic acid, LA) 32-37 เปอร์เซ็นต์ (Niu *et al.*, 2014) และกรดโอเลอิก (Oleic acid) 9-12 เปอร์เซ็นต์ (Vicente *et al.*, 2015) ซึ่งเป็นกรดไขมันดังกล่าวมีความจำเป็นต่อร่างกายอย่างยิ่ง (นุชฎาพร และผกาวดี, 2552) ด้วยคุณค่าทางโภชนาการดังกล่าวดาวอินคาจึงกลายเป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพอีกชนิดหนึ่ง ในประเทศไทยมีการนำดาวอินคามาทดลองเพาะปลูกพบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดีจนมีพื้นที่เพาะปลูกขยายไปแล้วไม่น้อยกว่า 10,000 ไร่ (อุดมวิทย์ และคณะ, 2557)

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

² Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

³ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยี หลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

² Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400

³ ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

³ Agricultural Machinery and Postharvest Technology Center, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

แต่ด้วยดาวอินคาเป็นพืชใหม่ที่เพิ่งเข้ามาในประเทศไทย ยังขาดข้อมูลสนับสนุนด้านการแปรรูป การศึกษาวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดดาวอินคาแบบกะเทาะเปลือก ซึ่งผลการศึกษาคือจะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสกัดน้ำมันในลำดับต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัดถุดิบและการเตรียม

เมล็ดดาวอินคาที่ได้รับเป็นเมล็ดที่กะเทาะเปลือกหุ้มเมล็ดด้วยเครื่องกะเทาะแบบหินขัด ยังไม่ผ่านการคัดขนาดและคุณภาพ สุ่มตัวอย่างนำไปทดสอบหาความชื้นด้วยเครื่องอบ โดยอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 72 ชั่วโมง (Jahromi *et al.*, 2008) พบว่าตัวอย่างมีความชื้น 2.94 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) และนำไปหาขนาดอนุภาคด้วยเครื่อง Sieving (Singh and Goswami, 1996) พบว่าเมล็ดส่วนใหญ่มีขนาดอนุภาคที่ 9.5 มิลลิเมตร

2. มุมกอง (Angle of repose, φ)

ค่ามุมกองทำการทดลองโดยการปล่อยตัวอย่างไหลผ่านกรวยลงสู่ภาชนะรองรับ จากนั้นวัดความสูงกอง(A)และรัศมีของกอง(B) แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่ามุมกองดังสมการ(เทวรัตน์ และคณะ, 2555)

$$\varphi = \tan^{-1} \left[\frac{A}{B} \right]$$

3. ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (Static coefficient of friction, μ)

สุ่มเมล็ดนำมาใส่ภาชนะทรงกระบอกที่วางบนอุปกรณ์วัดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตจนเต็ม แล้วยกกระบอกขึ้นประมาณ 1 เซนติเมตรเพื่อให้ผิวเมล็ดสัมผัสกับแผ่นวัสดุทดสอบที่วางบนอุปกรณ์ ซึ่งแผ่นวัสดุที่ทดสอบมี 4 ชนิด ได้แก่ เหล็ก สเตนเลส ไม้และยาง จากนั้นให้ค่อยๆยกด้านหนึ่งของแผ่นวัสดุขึ้นจนเมล็ดเริ่มไถล อ่านค่ามุมที่เมล็ดเริ่มไถล(θ) ทำจนกระทั่งครบ 5 ตัวอย่างทั้ง 4 พื้นผิว แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตได้จากสมการ

$$\mu = \tan \theta$$

4. ความหนาแน่นเนื้อ (Solid density)

สุ่มเมล็ด 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 10 เมล็ด จากนั้นชั่งน้ำหนักภาชนะเปล่า(M1) แล้วใส่ตัวอย่างแรกลงไปในภาชนะและชั่งน้ำหนัก(M2) เติมน้ำลงไปในภาชนะและชั่งน้ำหนัก(M3) แล้วนำตัวอย่างออกให้เหลือเฉพาะน้ำและภาชนะ(M4) เมื่อได้ค่าน้ำหนักครบทั้ง 4 ค่า นำไปคำนวณจากสมการ

$$\text{Solid density} = \frac{M2-M1}{(M4-M1)-(M3-M2)}$$

5. ความหนาแน่นรวม (Bulk density)

นำเมล็ดใส่ภาชนะที่ทราบปริมาตร ปาดเมล็ดให้เสมอกับภาชนะ นำไปชั่งน้ำหนัก ทำการทดลอง 5 ครั้ง แล้วนำข้อมูลมาคำนวณหาความหนาแน่นรวมได้จากสมการ

$$\text{Bulk density} = \frac{\text{mass}}{\text{Volume}}$$

6. ความพรุน (Porosity)

หาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมต่อความหนาแน่นเนื้อ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Porosity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Bulk density}}{\text{Solid density}} \right) 100$$

ผล

เมล็ดดาวอินคาแบบกะเทาะเปลือก มีความชื้น 2.94 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) เมล็ดส่วนใหญ่มีขนาดอนุภาค 9.5 มิลลิเมตร เมื่อนำไปศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ มุมกองของเมล็ด, สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์ของผิววัสดุที่ชนิด ได้แก่ เหล็ก แสตนเลส ไม้และยาง, ความหนาแน่นเนื้อ, ความหนาแน่นรวมและความพรุน ได้ผลการศึกษาแสดงตาม Table 1

Table 1 The physical properties of Sacha Inchi Kernels

Properties	Unit of Measurement	Sacha Inchi Kernels		
		Max	Min	Average
Moisture	%			2.94
Particle size	mm			9.5
Angle of repose	Degree	38.8	36.2	37.2
Bulk density	kg/m ³	514.60	507.00	512.28
Solid density	kg/m ³	1,230.23	1,080.46	1,140.14
Porosity	%	56.45	52.37	54.31
Static coefficient of friction	-			
Steel		0.489	0.463	0.476
Stainless		0.297	0.265	0.292
Wood		0.449	0.419	0.436
Rubber		0.449	0.419	0.431

จาก Table 1 พบว่า มุมกอง (Angle of repose) ของเมล็ดดาวอินคาแบบกะเทาะเปลือก มีค่าอยู่ในช่วง 36.2 ถึง 38.8 องศา และมีค่ามุมกองเฉลี่ยเท่ากับ 37.2 องศา ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์ (Static coefficient of friction) ของเมล็ดดาวอินคาต่อพื้นผิวของเหล็ก แสตนเลส ไม้และยาง เท่ากับ 0.476, 0.292, 0.436 และ 0.431 ตามลำดับ ความหนาแน่นเนื้อ (Solid density) ของเมล็ดมีค่าอยู่ในช่วง 1,080.46 ถึง 1,230.23 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,140.14 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนการศึกษาความหนาแน่นรวมของเมล็ดพบว่า ค่าอยู่ในช่วง 507.00 ถึง 514.60 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 512.28 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และจากการศึกษาค่าความพรุน (Porosity) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 52.37 ถึง 56.45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความพรุนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.31 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์ผล

คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดดาวอินคา มีความสำคัญต่อการจัดการเมล็ดเพื่อเตรียมเป็นวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการสกัดน้ำมัน ผลจากการศึกษานี้เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสกัดน้ำมัน ซึ่งค่าคุณสมบัติที่จะใช้ในการออกแบบเครื่องมือในกระบวนการได้แก่ ค่ามุมกองจะใช้ค่าสูงสุดเท่ากับ 38.8 องศา วัสดุที่เหมาะสมสำหรับการสร้างอุปกรณ์จัดเก็บที่สุดคือแสตนเลสซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.292 ส่วนความหนาแน่นเนื้อค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,140.14 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่นรวมค่าเฉลี่ยเท่ากับ 512.28 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความพรุนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.31 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เพื่อออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงและจัดเก็บเมล็ดหรือการเลือกบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสม

สรุป

เมล็ดดาวอินคาที่ผ่านการกะเทาะเปลือกหุ้มเมล็ดออกด้วยเครื่องกะเทาะแบบหินขัด เมล็ดมีความชื้น 2.94 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ส่วนใหญ่เมล็ดมีขนาดอนุภาค 9.5 มิลลิเมตร มุมกองของเมล็ดอยู่ในช่วง 36.2 ถึง 38.8 องศา ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์ของผิว เหล็ก, แสตนเลส, ไม้และยาง เท่ากับ 0.476, 0.292, 0.436 และ 0.431 ตามลำดับ ส่วนความหนาแน่นเนื้อ ความหนาแน่นรวมและความพรุนมีค่าเท่ากับ 1,140.14, 512.28 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 54.31 เปอร์เซ็นต์

คำขอบคุณ

การศึกษานี้ถูกลงตามวัตถุประสงค์ด้วยดี เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยี หลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- เทวรัตน์ ทิพย์วิมล, ปรีศนา แสงรุ่ง และปัดตะนี สุตตะนา. 2555. สมบัติทางกายภาพและความร้อนของข้าวชาวดอกมะลิ105. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13. วันที่ 4-5 เมษายน 2555. จังหวัดเชียงใหม่. หน้า 526-531.
- นุชฎาพร พุกสง และผกาวดี แก้วกันเนตร. 2552. ผลิตสารโอเมก้า3(ดีเอชเอ)จากสาหร่ายทะเลขนาดเล็ก. วารสารศูนย์บริการวิชาการ 17(1-4) : 24-28.
- อุดมวิทย์ ไททยการ, กัญญรัตน์ จำปาทอง และเถลิงศักดิ์ วีระวุฒิ. 2557. ดาวอินคา พืชมหัศจรรย์สุดยอดโภชนาการ. จดหมายข่าวผลิใบ 17(10) : 5-7.
- Fanali, G., L. Dugo, F. Cacciola, M. Beccaria, S. Grasso, M. Dacha, P. Dugo and L. Mondello. 2011. Chemical Characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59 : 13043–13049
- Gutiérrez, L.F., L.M. Rosada and Á. Jiménez. 2011. Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction. 77 grasasy aceites, 62 (1), enero-marzo, 76-83.
- Jahromi, M.K., S. Rafiee, A. Jafari, M.R. Ghasemi Bousejin*, R. Mirasheh and S.S. Mohtasebi. 2008. Some physical properties of date fruit (cv. Dairi). International Agrophysics 22 : 221-224
- Nui, L., J. Li, M.S. Chen and Z.F. Xu. 2014. Determination of oil contents in Sacha Inchi (*Phukenetia volubilis*) seed at different developmental stages by two method: Soxhlet extraction and Time-domain nuclear magnetic resonance. Industrial Crops and Products 56 : 187-190.
- Singh K.K. and T.K. Goswami. 1996. Physical Properties of Cumin Seed. J. agric. Engng Res. 64 : 93-98
- Vicente, J. and M.G. de Carvalho. 2015. Fatty acids profile of Sacha Inchi oil and blends by 1H NMR and GC-FID. Food Chemistry 181: 215-221