Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 299-302 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 299-302 (2561)

การออกแบบและสร้างเครื่องปลิดแยกฝักสำหรับผลดาวอินคา
Design and Construction of Pods Splitting Machine for Sacha Inchi Fruit

ณัฐพล โสกุดเลาะ[1,2,3] ศักดิ์ดา จำปานา[1,2] กิตติพงษ์ ลาลุน[1,2,3] จักรพันธ์ ด้วงคำจันทร์[3] ชัยยันต์ จันทร์ศิริ[1,2,3] และสมโภชน์ สุดาจันทร์[1,2,3]

Nuttaphon Sokudlor[1,2,3], Sakda chumpana[1,2], Kittipong Laloon[1,2,3], Jakraphan duangkhamjan[3] ,Chaiyan Junsiri[1,2,3] and Somposh Sudajan[1,2,3]

Abstract

Sacha inchi fruit have different fruit size and number of pods. In dehulling process, in order to get uniformity and high efficiency of dehulling each fruit must be separated. This study aims to design and construct of pods splitting machine for separating sacha inchi fruit into pods. From the comparative study of two types of splitting chamber, cylindrical type and square type, the average capacity was 256.5 kilograms per hour and the average percentage of pod splitting was 75.4 percent. From the study number of splitting spikes 1, 2 and 4 and three different speed of rotation were 100, 200 and 300 rpm were found that 4 spokes was suitable and proper rotating speeds was in the range from 244 to 279 rpm. The design and construction of machine prototype that consists of 3 main components: feeding hopper, separating chamber, splitting spokes. The results of the continuous testing of dried sacha inchi fruit, average moisture content 4.61 % (w.b.) and spikes speed 250 rpm revealed the average capacity was 289.6 kilograms per hour, the average percentage of pod splitting was 83.82% and seeds damage 4.7 %.

Keywords: Sacha inchi pods splitting machine, pods splitting, Sacha inchi

บทคัดย่อ

ผลดาวอินคามีขนาดผลและจำนวนกลีบฝักแตกต่างกัน ในขั้นตอนการกะเทาะแต่ละผลต้องถูกแยกเป็นกลีบย่อยก่อน เพื่อให้เกิดการกะเทาะอย่างสม่ำเสมอและประสิทธิภาพการกะเทาะเพิ่มขึ้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปลิดแยกฝักสำหรับแยกกลีบฝักของผลดาวอินคาออกจากกัน จากการทดสอบเปรียบเทียบลักษณะห้องปลิดกลีบ 2 ลักษณะ คือ ห้องแบบท่อทรงกระบอกกับห้องแบบท่อเหลี่ยมพบว่า ห้องกะเทาะแบบท่อกลมมีความเหมาะสมกว่าแบบเหลี่ยม โดยมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 256.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและมีเปอร์เซ็นต์การปลิดกลีบเฉลี่ยเท่ากับ 75.4 เปอร์เซ็นต์ และจากการทดสอบลักษณะซี่ปลิดกลีบ 3 แบบ คือ แบบ 1 ซี่ 2 ซี่ และ 4 ซี่ ตามลำดับ และความเร็วรอบการหมุนของซี่ปลิด 3 ระดับคือ 100 รอบต่อนาที 200 รอบต่อนาที และ 300 รอบต่อนาที จำนวนซี่ปลิดกลีบที่เหมาะสมคือซี่ปลิดแบบ 4 ซี่ และความเร็วรอบการทำงานของซี่ปลิดกลีบที่เหมาะสมมีค่าอยู่ระหว่าง 244 ถึง 279 รอบต่อนาที ดังนั้นจึงทำการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ โดยเครื่องประกอบด้วย 3 ส่วนประกอบ ได้แก่ ถังป้อน ห้องปลิดกลีบ และซี่ปลิดกลีบ ผลจากการทดสอบการทำงานแบบต่อเนื่อง โดยใช้ผลดาวอินคาแห้งเต็มผล ความชื้นเฉลี่ย 4.61 % (w.b.) ความเร็วรอบการทำงานของซี่ปลิดกลีบ 260 รอบต่อนาที พบว่า ความสามารถในการทำงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 289.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การปลิดกลีบ 83.82 % และเมล็ดเกิดความเสียหาย 4.7 %

คำสำคัญ: เครื่องปลิดกลีบดาวอินคา, แยกกลีบดาวอินคา, ผลดาวอินคา

บทนำ

ดาวอินคาหรือที่คนไทยนิยมเรียก ถั่วดาวอินคา เป็นพืชในตระกูล *Euphorbiaceae* เช่นเดียวกับยางพารา สบู่ดำ และมันสำปะหลัง (The Plant List, 2010) จากงานวิจัยพบว่าเมล็ดดาวอินคามีน้ำมันสูงถึง 41.4 % (Gutiérrez *et al*., 2011)

[1] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[1] Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400, Thailand
[2] ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
[2] Agricultural Machinery and Postharvest Technology Center, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand
[3] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
[3] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

น้ำมันดังกล่าวเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว 85-90 % ประกอบด้วย กรดอัลฟาไลโนเลนิค (Alpha-Linolenic Acid, ALA) 42-48 % กรดไลโนเลอิค (Linoleic acid, LA) 32-37 % (Nui *et al*., 2014) และกรดโอเลอิค (Oleic acid) 9-12 % (Vicente *et al*., 2015) ด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่สูง ดาวอินคาจึงกลายเป็นพืชน้ำมันที่สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภคได้ (Nui *et al*., 2014) กระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดดาวอินคา ส่วนใหญ่จะใช้กระบวนการหีบสกัดแบบเย็น ซึ่งกระบวนการหีบสกัดแบบเย็นต้องเตรียมเมล็ดดาวอินคาให้เหมาะสมและมีปริมาณมากพอ ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดเริ่มจากกะเทาะแยกเปลือกชั้นนอกออก คัดเอาเมล็ดมากะเทาะแยกเปลือกหุ้มเมล็ดออกอีกครั้ง แล้วจึงเมล็ดเนื้อในที่ได้ไปสกัดน้ำมัน (Jagersberger J, 2013) เนื่องจากผลดาวอินคามีลักษณะเป็นกลีบฝัก แต่ละผลประกอบด้วยกลีบฝัก 4-7 กลีบฝัก (Sokudlor *et al*, 2018) เพื่อให้เกิดการกะเทาะอย่างสม่ำเสมอแต่ละผลจะต้องถูกแยกเป็นกลีบย่อยก่อน การศึกษานี้จึงเป็นการการออกแบบและสร้างเครื่องปลิดแยกฝักสำหรับผลดาวอินคา เพื่อเตรียมผลดาวอินคาให้เหมาะสมก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการกะเทาะเปลือกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องปลิดแยกฝัก

จากการศึกษาเครื่องต้นแบบที่เกษตรกรใช้งาน พบว่า เครื่องปลิดแยกฝักเป็นกลไกหนึ่งของเครื่องกะเทาะเปลือกติดตั้งอยู่ระหว่างถังป้อนและชุดกะเทาะแสดง ลักษณะแสดงตาม Figure 1

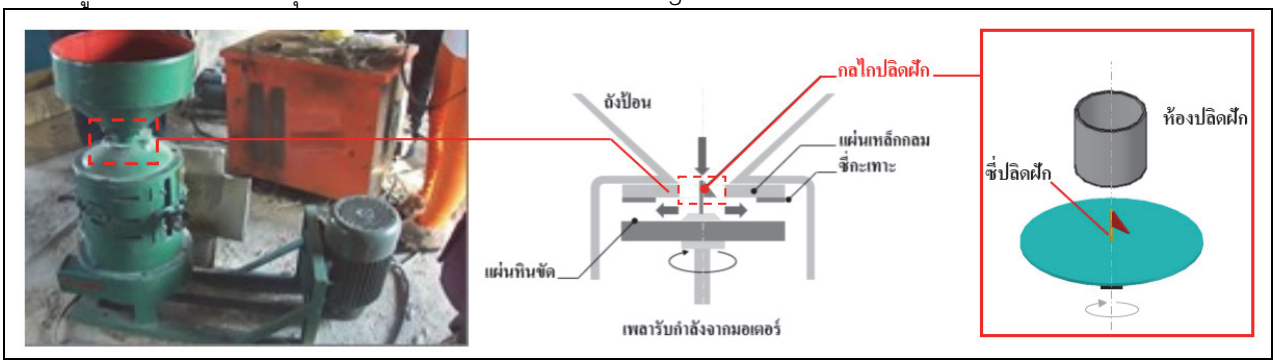

Figure 1 The components and mechanism of Pods splitting in Farmer's Shacha Inchi Sheller

ส่วนประกอบหลักของกลไกแยกฝักมีสองส่วนคือ ห้องปลิดฝักและซี่ปลิดฝัก การทำงานเริ่มจากผลดาวอินคาจากถังป้อนเคลื่อนที่เข้าสู่กลไกแยกฝักทางด้านบนของห้องปลิดฝัก ผลดาวอินคาจะถูกแรงกระทำจากซี่ปลิดฝักที่หมุนด้วยกำลังขับจากมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้แต่ละฝักถูกแยกออกจากกันและไหลเข้าสู่ชุดกะเทาะ

1. ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

1.1 การศึกษาผลของลักษณะห้องปลิด

ทำการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะห้องปลิดฝัก 2 รูปแบบ คือ ลักษณะห้องแบบท่อกลมและแบบท่อสี่เหลี่ยม กำหนดใช้ซี่ปลิดฝักจำนวน 1 ซี่ หมุนด้วยความเร็ว 200 รอบต่อนาที เช่นเดียวกับเครื่องของเกษตรกร ใช้ผลดาวอินคาความชื้นเฉลี่ย 4.61 % เทลงถังบรรจุให้เต็มแบบต่อเนื่อง ขณะเครื่องทำงานสุ่ม 5 ตัวอย่างพร้อมกับจับเวลาที่สุ่ม เว้นเวลาห่างกัน 10 นาที นำตัวอย่างมาคัดแยกและชั่งน้ำหนัก ข้อมูลที่ได้นำไปคำนวณหาค่าชี้ผล 2 ค่า คือ ความสามารถในการทำงานและเปอร์เซ็นต์การแยกฝัก ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย t-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ความเชื่อมั่น 99 %

$$\text{ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่สุ่ม (กก.)}}{\text{เวลาที่ใช้สุ่มตัวอย่าง (ชม.)}} \quad (1)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การแยกฝัก (\%)} = \frac{\text{กลีบฝักที่ปลิดได้ (กก.)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่สุ่ม (กก.)}} \quad (2)$$

1.2 ศึกษาจำนวนซี่ปลิดฝักและความเร็วการหมุนของซี่ปลิด

เพื่อศึกษาจำนวนซี่ปลิดฝักที่แตกต่างกัน 3 จำนวนคือ ซี่ปลิดกลีบจำนวน 1 ซี่ (ตามวิธีของเกษตรกร) ซี่ปลิดจำนวน 2 ซี่ และปลิดจำนวน 3 ซี่ และความเร็วการหมุนของซี่ปลิดฝักต่างกัน 3 ระดับ คือ 100 รอบต่อนาที 200 รอบต่อนาที และ 300 รอบต่อนาที ใช้ผลดาวอินคาความชื้นเฉลี่ย 4.61 % ในการทดสอบ สุ่ม 5 ตัวอย่าง เว้นระยะเวลาห่าง 10 นาที

นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก คัดแยกเอาฝักที่มีลักษณะสมบูรณ์และลักษณะฝักที่เมล็ดเสียหายไปชั่งน้ำหนัก นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าชี้ผลการศึกษา 2 ค่า คือ ความสามารถในการทำงานตามสมการที่ 1 เปอร์เซ็นต์การแยกฝักตามสมการที่ 2 และเปอร์เซ็นต์เมล็ดเสียหายตามสมการที่ 3 ใช้แผนการทดสอบแบบ 3x3 Factorial in RCBD วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$$\text{เปอร์เซ็นต์เมล็ดเสียหาย (\%)} = \frac{\text{กลีบฝักที่เสียหาย (กก.)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่สุ่ม (กก.)}} \quad (3)$$

2. ออกแบบและสร้างเครื่องแยกฝัก

ในการออกแบบและเครื่อง พิจารณาข้อมูลจากผลการศึกษาในหัวข้อที่ 1 แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณาออกแบบและสร้างเครื่องแยกฝัก และทดสอบการทำงานต่อไป

3. ทดสอบการทำงานของเครื่องแยกฝักแบบต่อเนื่อง

ปรับตั้งเครื่องตามเงื่อนไขจากการศึกษาที่ 1 แล้วทดสอบการทำงานและคำนวณหาค่าชี้ผลการศึกษาด้วยวิธีเดียวกับข้อ 3.1 เพื่อประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่อง

ผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

1.1 ลักษณะห้องปลิด

จากการทดสอบลักษณะห้องปลิดแยกกลีบฝัก 2 รูปแบบ พบว่า ห้องกะเทาะแบบท่อกลมมีความสามารถในการทำงานและเปอร์เซ็นต์การแยกฝักเฉลี่ยสูงกว่าแบบท่อเหลี่ยมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแบบท่อเหลี่ยมมีความสามารถในการทำงานและเปอร์เซ็นต์การแยกฝักเฉลี่ย 251.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และ 63.0 % ส่วนแบบท่อกลมมีความสามารถในการทำงานเท่ากับ 256.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีเปอร์เซ็นต์การแยกฝักเฉลี่ย 75.4 %

1.2 จำนวนซี่ปลิดฝักและความเร็วการหมุนของซี่ปลิด

จากการศึกษา (Table 1) พบว่า จำนวนซี่ปลิดและความเร็วการหมุน มีผลต่อความสามารถ เปอร์เซ็นต์แยกฝักและเปอร์เซ็นต์เมล็ดเสียหาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ในการพิจารณาหาจำนวนซี่ปลิดและความเร็วการหมุนที่เหมาะสม พิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การปลิดเป็นหลัก เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกในขั้นตอนถัดไป ดังนั้นจึงเลือกใช้ซี่ปลิดจำนวน 4 ซี่ และใช้ความเร็วการหมุนระหว่าง 200 ถึง 300 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นช่วงที่ได้เปอร์เซ็นต์แยกฝักสูงที่สุดโดยมีค่าระหว่าง 75.2 ถึง 90.5 %

Table 1 The results of number and speeds of Pod splitting spokes

Speed	Capacity (kg/hr)			Pod splitting (%)			Seeds damage (%)		
(rpm)	1 spoke	2 spokes	4 spokes	1 spoke	2 spokes	4 spokes	1 spoke	2 spokes	4 spokes
100	223.0c	212.6c	207.4c	13.1c	21.1c	43.0c	1.5a	1.5a	2.5a
200	281.1b	273.0b	265.4b	34.6b	40.8b	75.2b	1.9ab	2.4ab	3.3ab
300	325.6a	320.9a	306.6a	40.7a	71.6a	90.5a	2.7c	3.0b	5.6c

2. ผลการออกแบบและสร้างเครื่องแยกฝักดาวอินคา

ในการออกแบบได้ปรับปรุงให้เครื่องแยกฝัก มีห้องปลิดมีลักษณะเป็นแบบท่อกลม มีซี่ปลิดจำนวน 4 ซี่ และปรับตั้งความเร็วการหมุนของซี่ปลิดให้มีค่าเท่ากับ 250 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยช่วงความเร็วการหมุนที่เหมาะสม

3. ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องแยกฝักแบบต่อเนื่อง

จากการทดสอบการทำงานแบบต่อเนื่องโดยใช้ผลดาวอินคาความชื้นเฉลี่ย 4.61 % (w.b.) ในการทดสอบ พบว่าเครื่องแยกฝักมีความสามารถในการทำงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 289.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การปลิดกลีบ 83.82 % และเมล็ดเกิดความเสียหาย 4.7 % ซึ่งผลการศึกษาแสดงใน Table 2

Table 2 The results of the continuous testing

Parameters	Testing 1	Testing 2	Testing 3	Average
Capacity (kg/hr)	289.35	290.10	289.25	289.56
Percentage of pod splitting (%)	83.98	83.38	84.10	83.82
Seeds damage (%)	4.70	4.69	4.63	4.67

สรุปผลการศึกษา

การออกแบบและสร้างเครื่องปลิดแยกฝักสำหรับผลดาวอินคา ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงและพัฒนาเครื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ และการทดสอบสมรรถนะของเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้น จากการดำเนินงานดังกล่าวสามารถสร้างเครื่องแยกฝักดาวอินคา ที่มีความสามารถในการทำงาน 289.56 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การแยกฝัก 83.82 % และกลีบฝักที่แยกได้มีเมล็ดที่เสียหายเฉลี่ย 4.7 %

คำขอบคุณ

การศึกษานี้ดุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยดี เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยี หลังการเก็บเกี่ยว สานักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

Gutiérrez, L.F., L.M. Rosada and A. Jiménez. 2011. Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction. GRASAS Y ACEITES 62 (1): 76-83.

Jagersberger, J. 2013. Development of novel products on basis of Sacha Inchi – Use of press cakes and hulls. MS Thesis. University of Vienna, Austria.

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.

Sokudlor, N., K. Laloon, S. chumpana and S. Sudajan. 2018. Characteristic and some physical properties of dried ripe fruit of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Paper presented at The 11th Thai Society of Agricultural Engineering International Conference, 2018 April 26-27, Hua Hin, Prachuap Khiri Khan, Thailand. pp.164-168.

The Plant List. 2010. [Online]. Available source: http://www.theplantlist.org. (2017 Jul 13).

Vicente, J., M. G. Carvalho and E. E. Garcia-Rojas. 2015. Fatty acids profile of Sacha Inchi oil and blends by 1H NMR and GC-FID. Food Chemistry 181: 215-221.