

วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรในกระบวนการทำแป้งจากเมล็ดบัว Research and Development of Lotus Flour Processing Machine

จิรวาสส์ เจียตระกุล¹ วิบูลย์ เทเพนทร์¹ อนุชิต ฉ่ำสิงห์¹ ปรีชา อานันท์รัตนกุล¹ พงษ์รวี นามวงศ์¹ และ สุรชาติ ระย้าทอง¹
Jirawat Chiatrakul¹, Viboon Thepent¹, Anuchit Chamsing¹, Preecha Ananrattanaku¹, Pongrawee Namwong¹
and Surachat Rayathong¹

Abstract

The Objective was to research and development of processing prototype machines for producing of lotus flour from dried lotus seeds to increase their value. Three prototypes of machines in the processing system were developed which are dried lotus seed shelling machine, dried lotus seed drilling machine and dried lotus seed polishing machine. Physical properties of dried lotus seed and designing, fabrication and testing of these machines were conducted, the average seed diameter of 11.69 mm is used as design criteria and testing and evaluation of the prototype machines. Dried lotus seed shelling machine function is screw under the hopper feed the dried seeds to the shelling unit which consist of two threat rollers horizontal installed and revolve alternative direction as well as pressed by small roller for shelling. Its performance was 78.2 percent of good kernel shelling, 12.6 percent damage kernel and 9.2 percent unshelled. Dried lotus seed drilling machine function is a dried lotus seed on a hole of the rotating pan was drill by electrical auger with a hole diameter of 2.5 mm at a top pole of that dried lotus seed. The diameter of rotating pan is 95 mm and drive by an electrical motor with a rotation speed of 6.5 rpm (1.94 m/sec). The average capacity was 1.04 kilograms per hour. The completely drilled seeds were 69.5 percent, broken and not drilled were 30.5 percent. The dried lotus seed polishing machine function is the dried seed on the bottom rotation plate will be thrown hit to the wall of the circular bucket of the machine which attached with sandpaper No. 100. The lotus seeds have been polished based on the principle of friction between the seed and the friction wall. The average polishing time was 35 minutes, the average degree of percentage of whole kernel polishing is 7.5 percent.

Keywords: Dry lotus seeds shelling machine, Dry lotus seeds drilling machine, Dry lotus seeds polishing machine

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องจักรในกระบวนการทำแป้งจากเมล็ดบัว มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับอุตสาหกรรมแปรรูปเมล็ดบัวแห้ง ประกอบไปด้วย 3 เครื่องต้นแบบได้แก่ เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดบัวแห้ง เครื่องแทงตีเมล็ดบัวแห้ง และเครื่องขัดลอกเยื่อเมล็ดบัวแห้ง เมล็ดบัวแห้งที่นำมาทำการทดสอบมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 11.69 มิลลิเมตร ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบเครื่องต้นแบบทั้ง 3 เครื่อง เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดบัวแห้งต้นแบบ ใช้ลูกกลิ้งขึ้นลายแบบเกลียวสำหรับปอกเปลือกจำนวน 2 ลูก และมีลูกกลิ้งขนาดเล็กสำหรับกดเมล็ดบัวอีก 1 ลูก เมล็ดบัวแห้งเคลื่อนที่เข้าหาชุดลูกกลิ้งด้วยเกลียวลำเลียงสามารถกะเทาะเปลือกได้เมล็ดบัวที่สมบูรณ์เฉลี่ย 78.2 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตกเสียหายเฉลี่ย 12.6 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดบัวที่ไม่ถูกกะเทาะเฉลี่ย 9.2 เปอร์เซ็นต์ เครื่องแทงตีบัวแห้ง มีหลักการทำงานด้วยการเจาะรูที่บริเวณหัวของเมล็ดบัวแห้งด้วยดอกสว่านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร เมล็ดบัวแห้งหลังผ่านการกะเทาะเปลือกถูกบรรจุลงในถาดเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 95 มิลลิเมตร ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ที่ความเร็ว 6.5 รอบต่อนาที (1.94 เมตรต่อนาที) มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1.04 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมล็ดบัวที่ผ่านการเจาะโดยสมบูรณ์เฉลี่ย 69.5 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตกเสียหาย และเจาะไม่ตรงตำแหน่งรวมกัน 30.5 เปอร์เซ็นต์ เครื่องขัดลอกเยื่อเมล็ดบัวแห้งที่ผ่านการกะเทาะเปลือกและแทงตีบัวออกแล้วมีส่วนประกอบของถังบรรจุเมล็ดบัวที่ติดกระดาษทรายไว้บริเวณผนัง และมีชุดจานหมุนบริเวณด้านล่างทำหน้าที่หมุนให้เมล็ดบัวเคลื่อนที่ โดยอาศัยหลักการของแรงเสียดทานระหว่างเมล็ดบัว และผนังทำให้เกิดการขัดผิวของเมล็ดบัว เลือกลงใช้กระดาษทรายเบอร์ 100 ใช้เวลาในการขัดเฉลี่ย 35 นาที ส่วนที่ถูกขัดลอกไปคิดเป็นสัดส่วนน้ำหนักเฉลี่ย 7.5 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดบัวแห้ง, เครื่องแทงตีเมล็ดบัวแห้ง, เครื่องขัดลอกเยื่อเมล็ดบัวแห้ง

¹ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตร หมู่ 13 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 02-5290663-4

¹ Postharvest Engineering Research Group, Department of Agriculture, Moo 13 Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani, 12120 Tel: 02-5290663-4

คำนำ

บัวหลวง เป็นอีกหนึ่งไม้ดอกที่สำคัญ มีการใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย ทั้งการใช้เป็นอาหาร ยา และใช้เป็นไม้ประดับ กรมวิชาการเกษตรได้ให้ความสำคัญกับการเพิ่มมูลค่าบัวท้องถิ่นให้เป็นพืชสร้างรายได้ต่อเกษตรกร และเป็นพืชทางเลือกในพื้นที่เสี่ยงภัย จึงมีการวิจัยและศึกษาการแปรรูปแป้งเม็ดบัว เป็นแป้งที่มีราคาสูง และการใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆของบัวให้ได้ประโยชน์ เช่น เกสรบัวหลวง สามารถนำไปสกัดเป็นน้ำหอม ยาต้ม ยาหม่อง หรือชา เมล็ดบัว นำไปรับประทานเป็นของกินเล่น เมล็ดบัวอบแห้งสำหรับนำไปเป็นส่วนประกอบในอาหารคาวหวาน สกัดเป็นแป้งบัว (กรมวิชาการเกษตร, 2555) แป้งบัวหลวง หรือแป้งที่แปรรูปมาจากเม็ดบัว สามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ได้หลากหลายชนิด เช่น เค้ก โดนัท คุกกี้ ไล้ขนม เป็นต้น เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้มีอาการแพ้โปรตีนกลูเตน (Gluten) จากแป้งสาลี และเป็นทางเลือกการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ การทำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องใช้แป้งที่บดจากเม็ดบัวที่ผ่านการตากแดดลดความชื้นให้เหลือประมาณร้อยละ 10 แล้วนำมาบดละเอียดเป็นแป้ง แต่มีปัญหาในเรื่องของกระบวนการเตรียมวัตถุดิบ คือการจ้างแรงงานในการแกะเปลือก รวมถึงขาดเครื่องจักรในกระบวนการเตรียมเม็ดบัวสำหรับการแปรรูปเป็นแป้ง ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรในกระบวนการทำแป้งจากเม็ดบัว จึงจะเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องจักรสำหรับกระบวนการแปรรูปเม็ดบัวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ตั้งแต่ขั้นตอนของการการกะเทาะเปลือก การนำดีบัวออกจากเม็ด การลอกเยื่อที่ติดกับเม็ด และบดเป็นแป้งเม็ดบัวต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาข้อมูลสมบัติทางกายภาพของเม็ดบัวหลวงแห้ง เครื่องมือในกระบวนการแปรรูปแป้งบัว เครื่องจักรอื่น ๆ ที่มีหลักการทำงานเกี่ยวข้อง และมีลักษณะกลไกการทำงานที่คล้ายกัน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องต้นแบบ ศึกษาวิธีการปฏิบัติตามวิธีของเกษตรกร (แรงงานคน) และเครื่องจักรที่มีหลักการทำงานที่คล้ายกัน เช่น เครื่องกะเทาะเปลือกมะคาเดียมเย็บ เครื่องแกะเม็ดกระเจี๊ยบ เครื่องแทงดีบัวสด เครื่องขัดล้างเปลือกกะแพ เป็นต้น รวมถึงลักษณะทางกายภาพของเม็ดบัว เพื่อใช้สำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบ
2. ออกแบบสร้างต้นแบบชุดเครื่องมือสำหรับกระบวนการแปรรูปแป้งจากเม็ดบัวหลวงแห้ง ประกอบด้วย เครื่องกะเทาะเปลือก เครื่องแทงดีบัว และเครื่องขัดลอกเยื่อเม็ดบัว
ทำการสร้างเครื่องต้นแบบ จำนวน 3 เครื่อง ประกอบไปด้วย เครื่องกะเทาะเปลือกเม็ดบัวแห้ง เครื่องแทงดีบัว และเครื่องขัดลอกเยื่อ
3. ทดสอบประสิทธิภาพ และบันทึกผลการทำงานของเครื่องต้นแบบ
บันทึกผลการทดสอบเครื่องต้นแบบฯ ได้แก่ ความสามารถในการทำงาน ประสิทธิภาพในการทำงาน ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเม็ดบัว และนำผลการทดสอบมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการทำงานของเครื่องต้นแบบ

ผล

1. ศึกษาข้อมูลสมบัติทางกายภาพของเม็ดบัวหลวงแห้ง เครื่องมือในกระบวนการแปรรูปแป้งบัว เครื่องจักรอื่น ๆ ที่มีหลักการทำงานเกี่ยวข้อง และมีลักษณะกลไกการทำงานที่คล้ายกัน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องต้นแบบ
การศึกษาสมบัติทางกายภาพของเม็ดบัวหลวงแห้ง พบว่า เม็ดบัวหลวงแห้งมีค่าความชื้นเริ่มต้นที่ 4.94 เปอร์เซ็นต์ จากการวัดขนาด (Size) พบว่าความยาว, ความหนา และความกว้าง มีค่าเฉลี่ยคือ 15.51, 11.63 และ 11.71 มิลลิเมตร ตามลำดับ เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเลขาคณิต (GMD) 11.69 มิลลิเมตร และมีค่าน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 106.27 กรัม ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Physical properties of dried lotus seed.

Physical properties of dried lotus seed.	
Moisture content (%Wb)	4.94
Length (mm.)	15.51
Thickness (mm.)	11.63
Width (mm.)	11.71
Geometric mean diameter (GMD) (mm.)	11.69
Weight 100 seeds (g.)	106.27

2. ออกแบบสร้างต้นแบบชุดเครื่องมือสำหรับกระบวนการแปรรูปแป้งจากเมล็ดบัวหลวงแห้ง ประกอบด้วย เครื่องกะเทาะเปลือก เครื่องแทงตีบัว และเครื่องขัดลอกเยื่อเมล็ดบัว

ทำการสร้างเครื่องต้นแบบ จำนวน 3 เครื่อง ประกอบไปด้วย 1) เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดบัวแห้ง ดังแสดงใน Figure 1 มีส่วนประกอบของชุดลูกกลิ้งขึ้นลายเป็นเกลียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร จำนวน 2 ลูก สำหรับกะเทาะเปลือก และเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร จำนวน 1 ลูก สำหรับการกดเมล็ดบัว เม็ดบัวจะถูกบรรจุในถัง (Hopper) เคลื่อนที่ผ่านชุดลูกกลิ้งด้วยเกลียวดำเสียง ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเป็นต้นกำลัง 2) เครื่องแทงตีบัว ดังแสดงใน Figure 2 ประกอบไปด้วย ชุดแทง (เจาะ) เม็ดบัวแห้งด้วยดอกสว่านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร และถาดบรรจุเม็ดบัวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 95 มิลลิเมตร ที่ถูกขับเคลื่อนให้หมุนเข้าหาตำแหน่งแทงเม็ดบัวด้วยกลไกของชุดลูกเบี้ยวด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 3) เครื่องขัดลอกเยื่อ ดังแสดงใน Figure 3 ประกอบไปด้วยถังบรรจุเม็ดบัวที่ถูกติดกระดาษทรายไว้บริเวณผนัง งานหมุน และพัดลมดูดเศษฝุ่นจากการขัด บริเวณด้านล่างของตัวเครื่อง



Figure 1 Shelling machine



Figure 2 Drilling machine



Figure 3 Polishing machine

3. ทดสอบประสิทธิภาพ และบันทึกผลการทำงานของเครื่องต้นแบบ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องต้นแบบ เครื่องกะเทาะเปลือก (Table 2) เครื่องแทงตีบัว (Table 3) และเครื่องขัดลอกเยื่อเมล็ดบัว (Table 4)

Table 2 The test result of dried lotus seed shelling machine.

Sheller speed (rpm.)	Good kernel (%)	Damage kernel (%)	Unshelled (%)	Average capacity (kg-hr ⁻¹)
360	78.2	12.6	9.2	2.7

Table 3 The test result of dried lotus seed drilling machine.

Rotating-pan speed (rpm.)	Completely drilled seed (%)	Broken and not drilled (%)	Average capacity (kg-hr ⁻¹)
4.5	63.5	36.5	0.71
5.5	59.5	39.5	0.88
6.5	69.5	29.5	1.04

Table 4 The test result of dried lotus seed polishing machine.

Roughness of sandpaper (No.)	Weight per time (%)													Difference (%)
	0 (min)	5 (min)	10 (min)	15 (min)	20 (min)	25 (min)	30 (min)	35 (min)	40 (min)	45 (min)	50 (min)	55 (min)	60 (min)	
#24	100.0	98.1	97.5	96.7	95.9	95.0	94.4	93.4	92.5	91.3	90.3	89.2	88.0	12.0
#100	100.0	97.3	96.3	95.6	94.6	94.2	93.4	92.5	92.3	90.5	90.1	89.7	89.2	10.8
#180	100.0	97.0	95.5	93.4	92.0	90.4	88.8	87.1	84.8	82.0	80.1	78.6	75.5	24.5
#240	100.0	98.6	96.5	95.9	94.8	93.6	92.5	91.6	90.1	89.0	87.8	86.1	85.2	14.8
#360	100.0	98.3	97.1	96.2	95.4	94.5	93.6	93.1	105.8	90.2	90.2	89.3	87.9	12.1
#500	100.0	98.9	98.0	97.4	96.6	96.0	94.9	94.0	93.7	92.6	91.7	90.9	90.0	10.0

วิจารณ์ผลการทดลอง

เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดบัวแห้งสามารถกะเทาะเปลือกได้เมล็ดบัวที่สมบูรณ์เฉลี่ย 78.2 เปอร์เซ็นต์ เม็ดแตกเสียหายเฉลี่ย 12.6 เปอร์เซ็นต์ เม็ดที่แตกเสียหายเกิดจากการถูกเบียดอัดบริเวณเกลียวลำเลียงเมล็ดบัวด้านในตัวเครื่อง เม็ดบัวที่ไม่ถูกกะเทาะเฉลี่ย 9.2 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุมาจากเมล็ดบัวมีขนาดเล็กกว่าระยะกอดของลูกกลิ้งตัวบน มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 2.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าใช้แรงงานคนในการกะเทาะที่ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.3 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เครื่องแท่งดีบัวมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1.04 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความเร็วรอบของจานบรรจุเมล็ดบัว 6.5 รอบต่อนาที (1.94 เมตรต่อนาที) ซึ่งเป็นความเร็วที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถบรรจุเมล็ดบัวได้ทัน เม็ดบัวที่ผ่านการเจาะโดยสมบูรณ์เฉลี่ย 69.5 เปอร์เซ็นต์ เม็ดแตกเสียหายและเจาะไม่ตรงตำแหน่งรวมกัน 30.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลมาจากการบรรจุเมล็ดบัวลงในจานหมุนไม่ตรงตำแหน่ง

เครื่องขัดลอกเยื่อเมล็ดบัวแห้ง เลือกใช้กระดาษทรายเบอร์ 100 ในการทดสอบ ทำการขัดจนเยื่อสีน้ำตาลส่วนมากถูกขัดออกไป ที่ความเร็วรอบ 436 รอบต่อนาที (ความเร็วรอบสูงสุดที่ไม่ทำให้เมล็ดบัวกระเด็นออกจากถังบรรจุ) ใช้ระยะเวลาในการขัดโดยประมาณ 35 นาที ส่วนที่ถูกขัดออกไปคิดเป็นสัดส่วนน้ำหนักเฉลี่ย 7.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมล็ดบัวมีลักษณะใกล้เคียงกับเมล็ดบัวจากประเทศจีนที่มีขายอยู่ในท้องตลาด ดังแสดงใน Figure 4



Figure 4 Dried lotus seeds after the whole process. (Comparison between Chinese lotus seeds (above) and Thai lotus seeds (below))

สรุปผลการทดลอง

เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดบัวแห้งสามารถกะเทาะเปลือกได้เมล็ดบัวที่สมบูรณ์เฉลี่ย 78.2 เปอร์เซ็นต์ เม็ดแตกเสียหายเฉลี่ย 12.6 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดบัวที่ไม่ถูกกะเทาะเฉลี่ย 9.2 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 2.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เครื่องแท่งดีบัวมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1.04 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เม็ดบัวที่ผ่านการเจาะโดยสมบูรณ์เฉลี่ย 69.5 เปอร์เซ็นต์ เม็ดแตกเสียหายและเจาะไม่ตรงตำแหน่งรวมกัน 30.5 เปอร์เซ็นต์ เครื่องขัดลอกเยื่อเมล็ดบัวแห้งใช้ระยะเวลาในการขัด 35 นาที ส่วนที่ถูกขัดออกไปคิดเป็นสัดส่วนน้ำหนักเฉลี่ย 7.5 เปอร์เซ็นต์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนในเรื่องของสถานที่ และอุปกรณ์ที่ใช้ทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2555. สัมมนาวิชาการการพัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจ ครั้งที่ 10 “บัวไทย: การอนุรักษ์ความหลากหลาย”. 17-18 สิงหาคม 2556. สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ.