

เครื่องคัดขนาดกลีบกระเทียม Garlic Clove Sizing Machine

เทวารัตน์ ตริอำนาจรรค^{1*}, อธิพรรณ ชันถเสน¹ และ กระวี ตริอำนาจรรค²
Tawarat Treeamnu^{1*}, Atipan Kantasen¹ and Krawee Treeamnu²

Abstract

The objective of this research was to develop and test a small scale garlic clove sizing machine. The machine consisted of a 0.5 HP of motor, transmission belt, cam shaft and three sizes sizing sieve. The reciprocation of sieves operated by eccentric shaft transmitted from electric motor. The performance of the prototype machine was evaluated at shaft speed 420, 465 and 525 rpm, sieve angle of 5, 10 and 15 degree from horizontal. The results of experiment indicated that the least of garlic clove residues retained on sieve was at 525 rpm shaft speed and sieve angle at 15 degree from horizontal (statistical different at $p < 0.05$), having the highest capacity of 71.67 kg/hr and purity index of 0.79 at sizing efficiency of 77 percent.

Keywords: sizing, garlic clove, shaking sieve

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบสมรรถนะเครื่องคัดขนาดกลีบกระเทียมสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยมอเตอร์ต้นกำลังขนาด 0.5 HP สายพานถ่ายทอดกำลัง เพลาลูกเบี้ยว และตะแกรงคัดขนาดกลีบกระเทียม ซึ่งสามารถคัดขนาดกลีบกระเทียมได้เป็น 3 ขนาด การทำงานของเครื่องใช้การส่งกำลังด้วยระบบสายพานจากมอเตอร์ไปยังชุดเพลา-ลูกเบี้ยวเพื่อให้ตะแกรงเกิดการโยกคัดขนาด ทำการทดสอบสมรรถนะการคัดขนาดที่ระดับความเร็วรอบ 420 465 และ 525 rpm และมุมเอียงของตะแกรง 5 10 และ 15 องศา กับแนวระดับ ผลการทดสอบพบว่าที่ความเร็วรอบ 525 rpm และมุมเอียงตะแกรง 15 องศา มีกลีบกระเทียมตกค้างบนตะแกรงน้อยสุด (แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) และให้อัตราการคัดขนาดสูงสุด 71.67 kg/hr โดยมีดัชนีความบริสุทธิ์ของการคัดขนาด 0.79 และประสิทธิภาพการคัดขนาด 77 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การคัดขนาด, กลีบกระเทียม, ตะแกรงโยก

คำนำ

กระเทียมเป็นเครื่องเทศที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายชนิดหนึ่ง ในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวกระเทียม ขั้นตอนการคัดขนาดกลีบกระเทียมเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากการจำหน่ายกระเทียมคละขนาดมีราคาต่ำ การคัดขนาดที่ถูกต้องจะช่วยเพิ่มราคาจำหน่ายให้กับกระเทียมตามขนาดได้ ปัญหาสำคัญของการคัดขนาดกระเทียมเมื่อทำด้วยแรงงานคนคือ มีอัตราการทำงานและประสิทธิภาพการคัดต่ำ นอกจากนี้ กลิ่นฉุนของกระเทียมยังติดมือและเสื้อผ้าของผู้ปฏิบัติ ก่อให้เกิดความระคายเคืองได้ ในการประเมินความแม่นยำของการคัดแยก ใช้การวิเคราะห์เป็นดัชนีความบริสุทธิ์ (Purity Index) และดัชนีความเจือปน (Contamination Index) ซึ่งในการคัดแยกทางการค้าจะใช้ค่าอัตราการไหลของวัสดุมาคำนวณร่วมในการหาค่าประสิทธิภาพการคัดแยกด้วย เพื่อให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น (Peleg, 1985) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาเครื่องคัดขนาดกลีบกระเทียมสำหรับวิสาหกิจขนาดเล็ก และประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องด้วยค่าอัตราการทำงาน เปอร์เซ็นต์การคัดแยก ดัชนีความบริสุทธิ์ และค่าประสิทธิภาพการคัดขนาด

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

¹ School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of technology, Suranaree, Muang, Nakhon Ratchasima, 30000

² ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

² Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, 12110

*Corresponding author: tawarat@sut.ac.th

อุปกรณ์และวิธีการ

1. **ต้นแบบเครื่องคัดขนาดกลีบกระเทียม** พัฒนาขึ้นภายใต้เงื่อนไขดังนี้ 1) สามารถคัดขนาดกลีบกระเทียมออกเป็น 3 ขนาด คือ ใหญ่ กลาง และเล็ก 2) มีขนาดกะทัดรัด 3) ใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็ก และ 4) บำรุงรักษาได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายต่ำ โดยแบบและต้นแบบของเครื่องแสดงดัง Figure 1

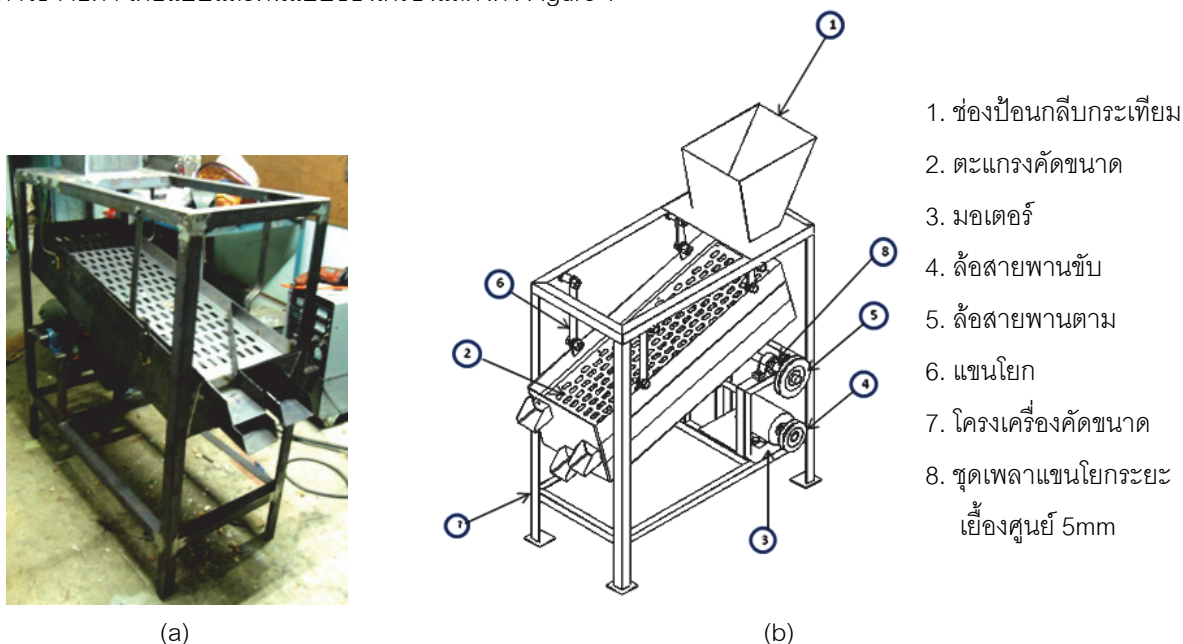


Figure 1 a) Prototype and b) drawing of garlic clove sizing machine



Figure 2 Rotating shaft with a 5mm eccentric coupling

ตัวเครื่องใช้ตะแกรงเจาะรูวงรี ซ้อนกัน 2 ชั้น โดยชั้นแรกใช้ตะแกรงขนาดรูเจาะยาว 20mm รัศมีความรี 8.5mm ระยะห่างระหว่างรู 17mm ชั้นที่สองใช้ตะแกรงขนาดรูเจาะ ยาว 20mm รัศมีความรี 6.5mm ระยะห่างระหว่างรู 16mm เครื่องทำงานด้วยการส่งโยกตะแกรง ด้วยกำลังจากมอเตอร์ที่ถ่ายทอดผ่านล้อสายพานสู่เพลาแกนโยกที่มีระยะเยื้อง 5mm (Figure 2) กลีบกระเทียมขนาดถูกป้อนเข้าเครื่องทางช่องป้อน กระเทียมขนาดใหญ่จะค้างบนตะแกรงชั้นแรก กระเทียมที่ตกผ่านตะแกรงชั้นแรกแต่ไม่ผ่านชั้นที่สอง คือขนาดกลาง และสุดท้ายกระเทียมที่ตกผ่านตะแกรงชั้นที่ 2 คือขนาดเล็ก จะถูกรองรับด้วยชุดถาด จากนั้นกระเทียมแต่ละขนาดจะกึ่งตามความลาดของชั้นและร่วงออกที่ช่องท้ายถาดตามขนาดนั่นเอง

2. การประเมินสมรรถนะการทำงาน

ใช้กระเทียมที่ทราบขนาดแล้ว ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ขนาดละ 100g มาคละกัน จากนั้นป้อนเข้าสู่เครื่อง แปรค่า ความเร็วรอบและมุมเอียงของชุดตะแกรงอย่างละ 3 ระดับ คือ 420 465 และ 525rpm และ 5° 10° และ 15° ตามลำดับ ทำซ้ำ 3 ซ้ำในแต่ละระดับของตัวแปร เพื่อวิเคราะห์หาความเร็วรอบมอเตอร์และมุมเอียงที่เหมาะสมในการทำงาน คำนวณหาอัตราการทำงานและดัชนีความบริสุทธิ์และประสิทธิภาพการคัดแยก จาก eq1 2 และ 3 ตามลำดับ

$$\text{Capacity} = \text{Weight of sized garlic clove (kg)}/\text{Time (hr)} \quad (1)$$

$$\text{Purity Index, } P_w = \sum_i P_{gi} W_i \quad (2)$$

$$\text{Sizing efficiency, } E_w = \sum_i (P_{gi} \cdot G_i \cdot K_i) / [Q \sum_i (K_i \cdot P_i)] \quad (3)$$

Where P_{gi} = ratio of pure product at each grade

$$W_i = K_i P_i / \sum_i K_i P_i$$

K_i = value ratio of relative grad (K_i not over 1)

P_i = ratio of each grade in mixed feed ($\sum P_i = 1$)

G_i = Flow rate of sized at each grade (kg/hr)

Q = Flow rate of mixed feed (kg/hr)

ผลและวิจารณ์

1. ความเร็วรอบและมุมเอียงที่เหมาะสม

สำหรับการคัดขนาดกลีบกระเทียมขนาดใหญ่พบว่าการใช้ความเร็ว 525rpm ที่มุมเอียงตะแกรง 10° จะมีความถูกต้องของขนาดมากที่สุดคือ 88.61% (Table 3) การคัดขนาดกลีบกระเทียมขนาดกลางพบว่าความเร็ว 525 rpm มุมเอียงตะแกรง 5° มีความถูกต้องมากที่สุด 75.20% (Table 3) และการคัดขนาดกลีบกระเทียมขนาดเล็กควรใช้ความเร็ว 465 rpm มุมเอียงตะแกรง 10° จึงจะได้ความถูกต้องสูงที่สุดคือ 97.68% (Table 2) อย่างไรก็ตามผลของความเร็วต่อความถูกต้องของการคัดขนาดกลีบกระเทียมขนาดเล็กไม่เด่นชัดนัก เนื่องจากค่าความถูกต้องของการคัดใกล้เคียงกันมากและอยู่ในช่วง 94.05% - 97.68% (Table 1-3) ดังนั้นแล้ว เพื่อความสะดวกในการใช้งานเครื่อง ในทางปฏิบัติจึงควรเลือกความเร็วรอบการทำงานของเครื่องเป็น 525 rpm คงที่ และเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสม การเลือกมุมเอียงตะแกรงจะต้องพิจารณาร่วมกับค่าอัตราการทำงานในหัวข้อ 2. ต่อไป

Table 1 Percentage of correct sizing at shaft speed of 420 rpm and different inclination angles of sieve

Inclined angle of sieve ($^\circ$)	Large size		Medium size		Small size	
	Correct (%)	Wrong (%)	Correct (%)	Wrong (%)	Correct (%)	Wrong (%)
5	78.72	21.28	66.14	31.31	94.05	5.29
10	78.35	21.65	60.10	39.90	96.45	4.89
15	77.76	22.24	54.37	45.63	95.90	4.02

Table 2 Percentage of correct sizing at speed of 465 rpm and different inclination angles of sieve

Inclined angle of sieve ($^\circ$)	Large size		Medium size		Small size	
	Correct (%)	Wrong (%)	Correct (%)	Wrong (%)	Correct (%)	Wrong (%)
5	46.01	54.00	69.31	30.69	88.78	11.22
10	65.51	33.88	69.05	30.95	97.68	2.32
15	81.69	18.31	73.50	26.50	89.96	10.04

Table 3 Percentage of correct sizing at speed of 525rpm and different inclination angles of sieve

Inclined angle of sieve ($^\circ$)	Large size		Medium size		Small size	
	Correct (%)	Wrong (%)	Correct (%)	Wrong (%)	Correct (%)	Wrong (%)
5	60.82	39.18	75.20	24.80	96.20	3.80
10	88.61	11.40	68.91	31.41	97.47	2.54
15	78.85	21.15	65.74	34.26	94.07	5.93

2. สมรรถนะของเครื่องคัดขนาด

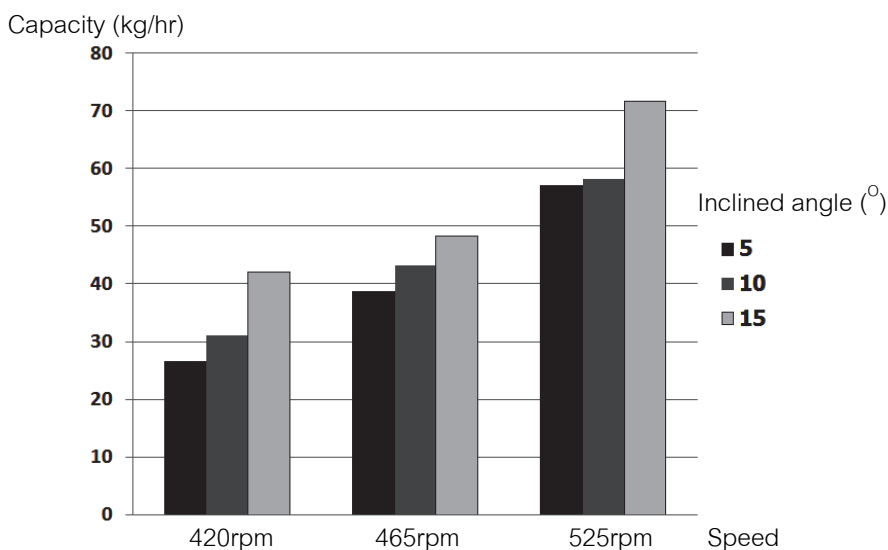


Figure 3 Capacity of the prototype garlic sizing machine at different shaft speeds and inclined angles

ผลที่มีต่ออัตราการทำงานของเครื่องคัดขนาด พบว่ามุมของตะแกรงที่เพิ่มขึ้น (ชันขึ้น) มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการคัดขนาดในทุกความเร็วการทำงาน of เครื่อง ทั้งนี้เพราะมุมที่ชันมาก จะช่วยเร่งการเคลื่อนตัวของกลีบกระเทียมบนผิวตะแกรงได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการเพิ่มความเร็วรอบของเครื่อง และใน Figure 3 พบว่าที่ความเร็ว 525rpm มุมเอียงตะแกรง 15° มีอัตราการทำงานของเครื่องสูงสุดคือ 71.67 kg/hr ซึ่งแตกต่างอย่างชัดเจนกับมุมเอียง 5° 10° ที่ความเร็วเดียวกันซึ่งมีค่าเพียง 56 - 58kg/hr เท่านั้น เมื่อคำนึงถึงความเหมาะสมในทางปฏิบัติแล้ว ถึงแม้ว่ามุม 15° จะมีเปอร์เซ็นต์การคัดถูกขนาดน้อยกว่าในขนาดกลาง (Table 3) แต่ค่าเฉลี่ยของการคัดถูกทั้ง 3 ขนาดก็ยังคงสูงถึง 79.55% ซึ่งมากเพียงพอสำหรับการใช้งานเครื่องในระดับการค้าได้ ดังนั้นค่าที่เหมาะสมสำหรับเครื่องคัดขนาดกลีบกระเทียมที่พัฒนาขึ้นของความเร็วและมุมเอียงตะแกรงคือ 525rpm และ 15° ตามลำดับ และที่สภาวะการทำงานดังกล่าวพบว่าเครื่องมีค่าดัชนีความบริสุทธิ์และประสิทธิภาพการคัดเป็น 0.79 และ 77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สรุป

เครื่องคัดขนาดกลีบกระเทียมสำหรับวิสาหกิจชุมชนที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานทดแทนแรงงานคนได้ดี มีอัตราการทำงานสูงสุด 71.67 kg/hr สมรรถนะของเครื่องเมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีความบริสุทธิ์และประสิทธิภาพการคัดขนาดพบว่ามีค่าเป็น 0.79 และ 77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่ความเร็วการทำงานที่เหมาะสมมีค่าเป็น 525rpm และควรปรับตั้งมุมเอียงของตะแกรงขนาดคัดเป็น 15° จะมีความเหมาะสมต่อการใช้งานมากที่สุด

คำขอบคุณ

ขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่สนับสนุนทุนและสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Peleg, K. 1985. Produce handling, packaging and distribution. Connecticut, USA: AVI. Pub. Co. Inc.