Agricultural Sci. J. 34 : 4-6 (Suppl.) : 64-67 (2003) ว. วิทย. กษ. 34 : 4-6 (พิเศษ) : 64-67 (2546)

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจานหมุนและเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมังคุด กับระยะทางที่ผลมังคุดเคลื่อนที่ไปตามแนวแผ่นกั้นคัดขนาดของเครื่อง Greefa Sizer

Relationship Between Rotary Disk Speed and Mangosteen Diameter Against Travel Distance of Mangosteen Fruit along Sizing Board of a Rotary Disk Sizing Machine

บัณฑิต จริโมภาส[1] วันวิสาข์ ศรีขำ[2] และ สาริกา สารการ[2]

Bundit Jarimopas[1], Wanvisa Srikham[2] and Sarika Sarakarn[2]

Abstract

This research was to study the relationship between rotary disk speed (ω) and mangosteen diameter against distance (λ) that mangosteen fruit travelling along sizing board of a rotary disk sizing machine. Methodology comprised feeding mangosteen of four different sizes rolling along sizing board of three different rotating disk speeds (i.e. 14, 21 and 25 rpm) of the sizing machine, measuring λ and doing statistical analysis.

Results showed sum of λ of mangosteen of all sizes ($\Sigma\lambda$) varied proportionally as ω ($R^2 \geq 0.99$). The more level of confidence increased from 90% to 99%. The longer $\Sigma\lambda$ became. At the level of confidence of 90%, $\Sigma\lambda$ amounted to 20.8, 50.3 and 70.5 cm at the speed of 14, 21 and 25 rpm, respectively.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจานหมุนและเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมังคุด กับระยะทางที่ผลมังคุดเคลื่อนที่ไปตามแผ่นกั้นคัดขนาดของเครื่องคัดขนาดแบบจานหมุน (Greefa sizer) วิธีการทดลองประกอบด้วยการปล่อยให้ผลมังคุด 4 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ เคลื่อนที่ไปบนจานหมุนเหมือนการคัดขนาดที่ความเร็วจานหมุน 3 ค่า คือ 14 21 และ 25 รอบต่อนาที ของเครื่องคัดขนาดผลมังคุดแบบ Greefa sizer และวัดระยะทางที่ผลมังคุดเคลื่อนที่ไปตามแนวแผ่นกั้นจนตกออกจากช่องคัดขนาดและวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการทดลองปรากฏว่าผลรวมระยะทางที่ผลมังคุดทุกขนาดน่าจะเคลื่อนที่ได้ก่อนตกออกจากช่องคัดขนาด $\Sigma\lambda$ แปรผันเป็นสัดส่วนตรงกับความเร็วของจานหมุน ($R^2 \geq 0.99$) ยิ่งระดับความเชื่อมั่นทางสถิติเพิ่มขึ้นจาก 90 เปอร์เซ็นต์ เป็น 99 เปอร์เซ็นต์ $\Sigma\lambda$ ยิ่งเพิ่มขึ้น ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ $\Sigma\lambda$ ที่ความเร็วจานหมุน 14 21 และ 25 รอบต่อนาทีเป็น 20.8 53.0 และ 70.5 เซนติเมตร ตามลำดับ

คำนำ

มังคุดเป็นไม้ผลเมืองร้อนที่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในประเทศไทย เป็นผลไม้ที่มีรสชาติอร่อย เป็นที่นิยมชมชอบของผู้บริโภคทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศจนได้รับนามว่าได้รับสมญานามว่า “ราชินีแห่งไม้ผลเมืองร้อน” (Queen of the fruits) (web.ku.ac.th, n.d.) โดยมีแหล่งปลูกในประเทศไทย 3 แหล่งใหญ่ คือ พื้นที่ในเขตภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด ภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดระนอง ชุมพร นครศรีธรรมราช และนราธิวาส ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดนนทบุรี (www.doae.go.th, n.d.) เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ พื้นที่ปลูกมีแนวโน้มจะขยายเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากโรคแมลงรบกวนมีน้อย (www.rayong.go.th, n.d.) พื้นที่ปลูกโดยรวม 252,276 ไร่ ผลผลิตรวม 160,671 ตัน เฉลี่ย 952 กิโลกรัม/ไร่ (www.doae.go.th, n.d.) ปัจจุบันมังคุดจัดว่าเป็นผลไม้ที่ตลาด มีความต้องการสูง เพราะนอกจากตลาดภายในประเทศแล้วยังมีการส่งออกทั้งในรูปของผลสด และแช่แข็ง ทำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละหลายสิบล้านบาทเพื่อให้การส่งออกผลมังคุดเป็นที่ยอมรับทั้งในและต่างประเทศมากยิ่งขึ้น จึงได้มีการพัฒนาเครื่องคัดขนาดมังคุดเพื่อทดแทนแรงงานที่ขาดแคลน เช่น เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบจานหมุน แต่ยังไม่เป็นที่นิยมในการนำมาคัดขนาดมังคุดของเกษตรกร เนื่องจากเครื่องคัดขนาดมังคุดนี้มีขนาดใหญ่และราคาค่อนข้างแพง อัตราการคัดขนาดผิดสูงและความสามารถในการผลิตยังไม่มาก ในการปรับปรุงเครื่องคัดขนาดผลมังคุดแบบจานหมุนจำเป็นจะต้องศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจานหมุนและเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมังคุด

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน จ.นครปฐม

[1] Department of Agricultural Engineering, Kamphaengsaen Engineering Faculty, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakornpathom

[2] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน จ.นครปฐม

[2] Department of Agricultural Engineering, Graduate School, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakornpathom

กับระยะทางที่ผลมังคุดเคลื่อนที่ไปตามแผ่นกั้นคัดขนาดของเครื่องคัดขนาดแบบจานหมุน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบเครื่องคัดขนาดแบบจานหมุนใหม่ให้มีขนาดที่เหมาะสมและประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

สุ่มเก็บผลมังคุดจำนวน 320 ผล จากสวนมังคุดอำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร โดยการคัดขนาดของชาวสวน แบ่งขนาดเป็น ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดละ 80 ผล ติดเบอร์ที่ผลมังคุดทุกผลวัดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ที่สุด (D_{max}) และความสูงของผล (H) ตามแต่ละขนาดด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ติดตั้งมอเตอร์ปรับความเร็วได้ ยี่ห้อ VEM VEB Elektromoterenwerk 7.5 PS 5.5 กิโลวัตต์ 220/380 V 21.5/12.5 A 1440 rpm 50 Hz เข้ากับเครื่อง Greefa sizer (ภาพที่ 1) พร้อมกับตั้งระยะช่องคัดขนาด Metering gap (ภาพที่ 2) เป็นระยะ 51 56 62 และ 68 มิลลิเมตร ตามลำดับ เพื่อสอดคล้องกับมิติเฉลี่ยของผลมังคุด เดินเครื่อง เริ่มต้นด้วยความเร็วรอบ 14 รอบต่อนาที ตรวจสอบความถูกต้องด้วยเครื่องมือวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ YOKOGAWA รุ่น TM-300 ปล่อยผลมังคุดทีละผล เริ่มต้นที่ขนาดเล็ก ตั้งค่า Metering gap เท่ากับ 51 มิลลิเมตร แล้ววัดค่าระยะทางที่ผลมังคุดเดินทางก่อนตกออกจากแผ่นกั้นคัดขนาด ทำซ้ำผลละ 5 ซ้ำ ทำการทดลองซ้ำที่ความเร็วรอบ 21 และ 25 รอบต่อนาที ตามลำดับ ทำการทดลองซ้ำกับผลมังคุดขนาดกลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ โดยตั้งค่า Metering gap เป็น 56 62 และ 68 มิลลิเมตร ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรม Microsoft Excel 97, การแจกแจงความน่าจะเป็นต่อเนื่องแบบการแจกแจงปกติมาตรฐาน

$$f\left(\lambda;\mu,\sigma^2\right)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{\frac{1}{2}\left(\frac{\lambda-\mu}{\sigma}\right)^2} \qquad ①$$

เมื่อ $-\infty < \lambda < \infty$, π = 3.14159 และ e = 2.71828 โดยที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มปกติ λ เหล่านี้ คือ μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ σ ฟังก์ชันการแจกแจงของ λ เขียนแทนด้วย $f(\lambda ; \mu, \sigma^2)$ (นิรนาม, 2544) (ในการทดลองการคัดขนาดผลมังคุดนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบการแจกแจงปกติเพราะ ผลมังคุดที่สุ่มมาทำการทดลองนี้เป็นการสุ่มแบบบริสุทธิ์ คือไม่มีผลมังคุดผลใดที่มีลักษณะเหมือนกันทุกประการและเนื่องจากผลมังคุดเป็นผลิตผลจากธรรมชาติจึงไม่สามารถทำการทดลองซ้ำแบบเดิมได้)

ผลและวิจารณ์

Table 1 แสดงลักษณะทางกายภาพของผลมังคุดขนาดต่างๆ จำแนกตามขนาดดังนี้ ผลมังคุดขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 48.3 53.8 58.1 และ 62.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ และระยะจากปลายขั้วจนถึงก้นผลมังคุดขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ เป็นระยะ 55.5 59.1 63.1 และ 66.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ

Table 1, Physical properties of mangosteen fruit.

Sizex	Average diameter, D_{max} (millimeter)	Height, H (millimeter)
Small	48.3	55.5
Medium	53.8	59.1
Large	58.1	63.1
Extra large	62.5	66.7

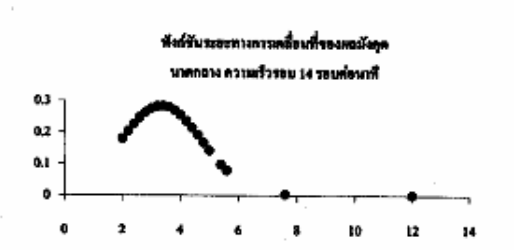

Figure 1 Relationship between the distance mangosteen fruit moving (λ) and the function of distance mangosteen fruit moving, f(λ).

หรือความน่าจะเป็น, Prob(λ) สำหรับในภาพรวมของผลมังคุดขนาดหนึ่ง ความเร็วจานหมุน, (ω) ความเร็วหนึ่ง λ มีการแจกแจงปกติ [ยกเว้นกรณี Figure 1 สำหรับผลมังคุดขนาดใหญ่ที่ความเร็ว 14 รอบต่อนาที มี λ ค่อนข้างที่จะแน่นอนอยู่ 3 ค่า ระหว่าง 2.4-3.4 เซนติเมตร] สำหรับตัวอย่าง 80 ตัวอย่างต่อมังคุดหนึ่งขนาดๆ ละ 5 ซ้ำ อย่างไรก็ตามถ้าเรามองว่าตำแหน่งในกราฟได้มีการฟอร์มตัวเป็นส่วนหนึ่งของกราฟการแจกแจงปกติแล้ว จากนั้นใช้สมการที่ 1 มาวิเคราะห์ พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่นและขนาดผลมังคุดเดียวกัน เมื่อ ω เพิ่มขึ้น λ เพิ่มขึ้น (Table 2) นี้อาจจะอธิบายได้ว่าเมื่อ ω เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดโมเมนตัมกับผลมังคุดมากขึ้น ในขณะเดียวกันก็มีแรงกระทำกับผลมังคุดมากขึ้นเกิดการขจัด (Displacement) มากขึ้นเช่นเดียวกับการแทงสนุ๊ก ยกเว้นในกรณีผลมังคุดขนาดกลางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และผลมังคุดขนาดกลางกับขนาดใหญ่ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ที่ λ ลดลงเล็กน้อยที่ 25 รอบต่อนาที อาจเป็นเพราะจำนวนของการทำซ้ำในการคัดขนาดผลมังคุดน้อยเกินไป จึงทำให้แนวโน้มที่ได้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามที่ระดับความเชื่อมั่นเดียวกันผลรวมระยะทางที่ผลมังคุดทุกขนาดน่าจะเคลื่อนที่ได้ก่อนตกออกจากช่องคัดขนาดของขนาดนั้นๆ ได้ถูกต้อง $\Sigma\lambda$ เพิ่มขึ้น เมื่อ ω เพิ่มขึ้น $\Sigma\lambda$ แปรผันตรงกับ ω ($R^2 \geq$ 0.99) ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ $\Sigma\lambda$ มีค่าเท่ากับ 20.8 53.0 และ 70.5 เซนติเมตร สมนัยกับ ω = 14 21 และ 25 รอบต่อนาที ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ $\Sigma\lambda$ มีค่าเท่ากับ 30.8 59.8 และ 79.9 เซนติเมตร สมนัยกับ ω = 14 21 และ 25 รอบต่อนาที ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ $\Sigma\lambda$ มีค่าเท่ากับ 36.5 72.9 และ 98.3 เซนติเมตร สมนัยกับ ω = 14 21 และ 25 รอบต่อนาที ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่นเดียวกันและ ω หนึ่ง λ ของผลมังคุดขนาดเล็กมีค่าสูงสุด λ มีแนวโน้มลดลง สำหรับผลมังคุดขนาดโตขึ้น และ λ ของผลมังคุดขนาดใหญ่มีแนวโน้มมีค่าน้อยที่สุด สามารถอธิบายได้ว่า กลีบเลี้ยงและขั้วมีอิทธิพลทำให้รูปทรงของผลมังคุดขนาดเล็กบิดเบือนไปจากทรงกลมมาก ส่งผลให้ผลมังคุดกลิ้งไม่สะดวกเวลาสอบเทียบกับช่องคัดขนาดทำให้ตกออกจากช่องคัดขนาดช้า ในขณะที่ผลโต กลีบเลี้ยงและขั้วมีอิทธิพลน้อยต่อรูปทรง ทำให้มีลักษณะใกล้ทรงกลมมากกว่า การกลิ้งสะดวกกว่าจึงสอบเทียบกับช่องคัดขนาดได้เร็ว และตกออกจากช่องคัดขนาดเร็ว ยิ่งเพิ่มระดับความเชื่อมั่น $\Sigma\lambda$ ยิ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้น สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อเพิ่มระดับความเชื่อมั่นขึ้น ช่วงระยะของ λ ที่ต้องอินทิเกรตเข้าไปในสมการที่ 1 กว้างขึ้นสำหรับแต่ละขนาด และเมื่อนำมารวมกัน $\Sigma\lambda$ ยิ่งเพิ่มขึ้น

Table 2 The distance of mangosteen fruit moving along sizing board before sizing at the varies level confidence (CL) (small, medium, large, xl = S, M, L, XL) * mean CL = 90% ** mean CL = 95% and *** mean CL = 99%.

Speed (rpm)	Distance of mangosteen moving, λ (cm)				$\Sigma\lambda$ (cm)
	S	M	L	XL	
	8.3*	5.2*	3.1*	4.3*	20.9*
14	17.5**	5.7**	3.2**	4.5**	30.9**
	21.9***	6.6***	3.3***	4.8***	36.6***
	31.6*	7.9*	6.8*	6.7*	53.0*
21	37.3**	8.7**	7.0**	6.8**	59.8**
	48.2***	10.1***	7.5***	7.1***	72.9***
	43.4*	8.4*	6.6*	11.8*	70.2*
25	51.4**	8.9**	6.7**	12.9**	79.9**
	66.5***	9.9***	6.9***	15.0***	98.3***

สรุป

ได้ทดลองปล่อยผลมังคุด 4 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ เคลื่อนที่ไปบนจานหมุนและสัมผัสแผ่นกั้นคัดขนาดที่ความเร็วจานหมุน 3 ค่า ผลปรากฏว่า $\Sigma\lambda$ แปรผันตรงกับ ω ($R^2 \geq$ 0.99) ยิ่งเพิ่มระดับความเชื่อมั่นจาก 90 เปอร์เซ็นต์ ไปสู่ 99 เปอร์เซ็นต์ $\Sigma\lambda$ ยิ่งเพิ่มขึ้น ความรู้ของความสัมพันธ์ระหว่าง $\Sigma\lambda$ กับ ω สำหรับผลมังคุดขนาดต่างๆ จะช่วยให้การออกแบบเครื่องคัดขนาดผลมังคุดแบบจานหมุนที่ขนาดเหมาะสมกับการลงทุนและประสิทธิภาพที่ต้องการได้

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และโครงการ PRE-SRU เรื่อง หน่วยปฏิบัติการวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวแปรสภาพและบรรจุภัณฑ์ไม้ผล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาสนับสนุนงบประมาณวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. นครปฐม.

ฉันทนา บัวทรัพย์ ชำนาญ เอี่ยมทัต และ พัฒนา นรมาศ. ม.ป.ป. คำแนะนำที่ 38 เรื่องมังคุด. กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร. แหล่งที่มา: http://web.ku.ac.th/agri/magost/intro.htm, 23 เมษายน 2546.

นิรนาม. 2544. หนังสือความน่าจะเป็นและสถิติ. คณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

นิรนาม. ม.ป.ป. ตอนที่ 5 ไม้ผล. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. แหล่งที่มา: http://oae.go.th/statistic/yearbook/2001-02/, 23 เมษายน 2546.

นิรนาม. ม.ป.ป. พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดระยอง. แหล่งที่มา: http://www.rayong.go.th/KASAT/data/3-3-5.htm , 23 เมษายน 2546.

นิรนาม. ม.ป.ป. สถานการณ์พืชเศรษฐกิจ: ไม้ผล. แหล่งที่มา: http://www.doae.go.th/plant/mungkud.htm, 23 เมษายน 2546.

บัณฑิต จริโมภาส สุทธิพร เนียมหอม และ ธีรยุทธ สุวรรณประทีป. 2544. การปรับปรุงเครื่องคัดขนาดผลมังคุด. วารสารวิชาการเกษตร. 19(2): 121-131.

สยาม ตุ้มแสงทอง. 2546. เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบจานหมุน. โครงการวิทยานิพนธ์. สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กำแพงแสน. นครปฐม. (ไม่ตีพิมพ์)

อาภรณ์ คงสวัสดิ์. 2532. การผลิตและการตลาดมังคุด. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร 35 (391) : 6-13.

Alexander, D.M. 1984. Guttiferae. *In* Page, P.E. (ed.) Tropical Tree Fruits for Australia. Poly-Graphics Pty. Ltd. Brisbane. p. 66-69.

Almeyda, N. and F.W. Martin. 1976. Cultivation of Neglected Tropical Fruits with Promise. Part1. The Mangosteen. Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture. 18 p.

Dowling, C.F., Jr. 1987. Fruits of Warm Climates. Media Incorporation. New York. 506 p.

Downton, W.J.S., W.J.R. Grant and E.K. Chacko. 1990. Effect of elevated carbon dioxide on the photosynthesis and early growth of mangosteen (*Garcinia mangstana* L.). Scientia Horticulturae. 44: 215-225.

Peleg, K. 1985. Produce handling packaging and distribution. AVI Publishing Compary. USA.