Agricultural Sci. J. 33 : 6 (Suppl.) : 49-53 (2002) **ว. วิทย. กษ. 33 : 6 (พิเศษ) : 49-53 (2545)**

เครื่องคัดขนาดผลฝรั่ง
Guava Sizing Machine

บัณฑิต จริโมภาส[1] และ ดลหทัย ราชนุเคราะห์[2]
Bundit Jarimopas[1] and Dolhathai Rachanukroh[2]

Abstract

This study was to develop a prototype of an efficient and effective guava sizing machine. Methodology comprised design, fabrication, testing, improvement analysis and evaluation. The prototype was consisted of a) steel structure 1,200 mm. wide by 1,200 mm. long by 815 mm. high with 47 kg. weight b) 850 mm. diameter conical rotating disk with 10 degree surface slope c) sizing board made of 3 mm. thick steel sheet with 50 mm. width. Both sizing board and rotating disk were padded with energy-absorbed material. d) a 220 v. 50 hz 0.25 hp electric motor as energy source. Power was transmitted through pulley and 1:40 gear reducer.

Testing was conditioned as follows: i) three control factors i.e. variety (Klomsali and Pansritong), metering gap (step and slope), disk speed (12, 24 and 36 rpm) ii) three evaluated parameters i.e. sizing error C_R, sizing efficiency E_W, capacity Q. Results showed metering gap and speed significantly affected C_R , Q and E_W at 5% significance level ($Prob>|F|=0.05$).The step metering gap contributed 3-5% less error than the slope. Sizing 2 guava varieties at 12 rpm. speed and step metering gap yielded averagely 21% C_R (CV=7%), E_W= 78.5% (CV=2%) and Q =1983.2 kg/hr (CV=6%). Engineering economic analysis revealed that renting the sizing machine at the rate of 0.03 baht/kg. for 384 hr/year would give break even point = 145 ton/yr. and pay back period = 1.05 year.

Keywords: Guava, sizing machine

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อที่จะพัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องคัดขนาดผลฝรั่งที่มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูง วิธีการศึกษาประกอบด้วยการออกแบบ สร้าง ทดสอบปรับปรุงแก้ไข วิเคราะห์และประเมินผลเครื่องต้นแบบ เครื่องประกอบด้วย ก) โครงเหล็กฉากกว้าง 1,200 มม. ยาว 1,200 มม. สูง 815 มม. น้ำหนัก 47 กก. ข) จานหมุนคัดขนาดเป็นกรวยกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 850 มม. มุมเอียงของผิวจาน 10 องศา ค) แผ่นกั้นสอบเทียบการคัดขนาดทำด้วยเหล็กแผ่นหนา 3 มม. กว้าง 50 มม. ทั้งจานหมุนและแผ่นกั้นกรุด้วยวัสดุดูดกลืนพลังงาน ง) ต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า 0.25 แรงม้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต ถ่ายทอดกำลังผ่านเกียร์ทดขนาด 1:40 และพู่เล่ย์ การทดสอบได้กำหนดปัจจัยควบคุม 3 ปัจจัย คือ พันธุ์ (กลมสาลี่ และแป้นสีทอง) ช่องสอบเทียบคัดขนาด (Step และ Slope) ความเร็วจานคัดขนาด (12 24 และ 36รอบ/นาที) ตัวแปรที่ถูกประเมินผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุมได้แก่ ความผิดพลาดในการคัดขนาด C_R ประสิทธิภาพการคัดขนาดE_W และความสามารถในการคัดขนาด Q ผลการทดสอบปรากฏว่าช่องคัดขนาดและความเร็วจานคัดมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5% ($Prob>|F|=0.05$) ต่อ C_R, E_W และ Q C_R ที่เกิดกับช่องคัดขนาดแบบ Step มีค่าน้อยกว่า C_R ที่เกิดกับช่องคัดขนาดแบบ Slope 3-5% สำหรับการคัดขนาดฝรั่งทั้ง 2 พันธุ์ ที่ความเร็วจานคัด 12 รอบ/นาที ช่องคัดขนาดแบบ Step จะได้ค่า C_R เฉลี่ย 21% (CV=7%) E_W เฉลี่ย 78.5% (CV=2%) และสมรรถนะการคัด = 1983.2 กก./ชม. (CV=6%) การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ระบุว่าเมื่อใช้เครื่องทำงานปีละ 384 ชม. อัตราค่าจ้าง 0.03 บาท/กก. จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 145 ตัน/ปี ระยะเวลาในการคืนทุน 1.05 ปี

คำสำคัญ: ฝรั่ง, เครื่องคัดขนาด

คำนำ

ฝรั่งเป็นผลไม้ที่ใช้สำหรับบริโภคผลสดเป็นหลัก เติบโตได้ดีทั่วทุกภาค ให้ผลผลิตตลอดปี อุดมไปด้วยวิตามินซี วิตามินเอ ธาตุเหล็ก แคลเซียมและกรดแอสคอร์บิค ซึ่งป้องกันไม่ให้เกิดโรคเลือดออกตามไรฟัน ทุกส่วนของฝรั่งล้วนมีสรรพคุณเป็นยา เช่น ผลและใบแก้ท้องเสีย (ไพโรจน์, 2531) พื้นที่เพาะฝรั่งปลูกประมาณ 49,000 ไร่ ให้ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 132,000 ตัน/ปี แหล่งเพาะปลูกส่วนใหญ่คือจังหวัดนครปฐม และ ราชบุรี พันธุ์ที่นิยมรับประทานสดได้แก่ กลมสาลี่และแป้นสีทอง

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม
Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakornpathom
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม
Department of Agricultural Engineering, Graduate School , Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakornpathom

บัณฑิต และดลหทัย (2544) ได้ทำการสำรวจคุณสมบัติทางกายภาพของผลฝรั่ง โดยการเก็บข้อมูลจากพ่อค้าและแม่ค้าผลไม้จาก 5 ตลาด คือ ตลาดไท ตลาดสี่มุมเมือง ตลาดปากคลอง ตลาดสะพานขาว และตลาดปฐมมงคล ปรากฏว่าฝรั่งพันธุ์ที่นิยมบริโภคมี 2พันธุ์ คือพันธุ์กลมสาลี่และแป้นสีทอง ตลาดมีการแบ่งขนาดออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่ขนาดใหญ่ กลาง เล็ก คือ 96.5 89.2 และ 82.5 มม. ตามลำดับ สำหรับพันธุ์แป้นสีทองเส้นผ่าศูนย์กลางเป็น 95.4 88.7 และ 80.0 มม. โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนไม่เกิน 5%

Peleg (1985) ได้เขียนถึงเครื่องจักรกลคัดขนาดผลไม้หลายแบบทั้งแบบกล และอิเล็กทรอนิกส์ เขาได้ทบทวนหลักการทำงาน ข้อดี ข้อเสีย เครื่องคัดแต่ละแบบ พร้อมนำเสนอทฤษฎีการคัดขนาดวัสดุ บัณฑิต (2544) ได้สรุปเครื่องคัดขนาดผลไม้ในประเทศไทยที่อยู่ในขั้นวิจัยและพัฒนาและผลิตใช้แล้วเชิงพาณิชย์ เครื่องคัดขนาดระบบจานหมุนได้ถูกพัฒนาและนำไปใช้กับผลมังคุด (บัณฑิต และคณะ, 2543) ข้อดีของเครื่องคัดแบบนี้ คือ โครงสร้างง่าย กะทัดรัด ราคาไม่แพง อัตราการคัดผิดพลาดไม่สูงนัก

เมื่อเก็บเกี่ยวผลไม้มาแล้ว จำเป็นต้องคัดขนาดเพื่อการกำหนดราคาที่แตกต่างระหว่างขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ ปริมาณผลผลิต รูปแบบการบรรจุและการป้องกันผลผลิต (Peleg, 1985) เนื่องจากงานการคัดขนาดผลฝรั่งต้องใช้แรงงานมาก และแรงงานมักมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนและมีราคาแพง ส่งผลให้ต้องนำเครื่องจักรกลมาช่วยในการคัดขนาด ในปัจจุบันยังไม่มีเครื่องคัดขนาดผลฝรั่งผลิตขึ้นมาใช้เลย การสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องคัดขนาดผลฝรั่งที่มีประสิทธิภาพ จึงเป็นความท้าทายอย่างยิ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ยี่ห้อ Sartorius พิกัด 0-6100 กรัม ความละเอียด 1 กรัม เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ยี่ห้อ Hommel พิกัด 0-150 มิลลิเมตร ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร เครื่องวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ Onosokki พิกัด 0-9999 รอบ/นาที เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ยี่ห้อ Yogogawa พิกัด 0-30 วัตต์ ความละเอียด 0.1 วัตต์ นาฬิกาจับเวลา ตะกร้าพลาสติกขนาด 320x490x310 มิลลิเมตร ฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่และแป้นสีทองใช้ 3 ขนาด คือขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก/พันธุ์

วิธีการ

ประกอบด้วยการออกแบบ การสร้าง การทดสอบ การวิเคราะห์และประเมินผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โครงสร้างและส่วนประกอบ

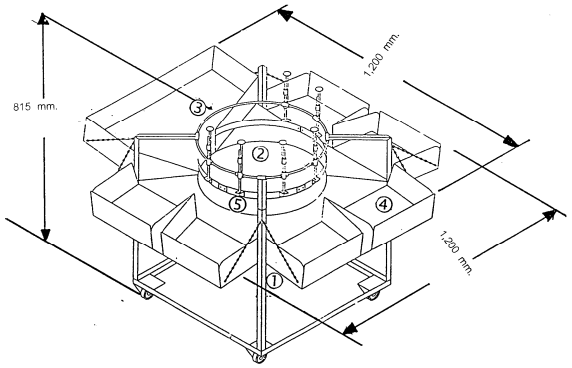

Figure 1 Diagram of a Prototype of Guava Sizing Machine (1 = frame, 2 = rotating disk, 3 = feeding tray, 4 = receiving bin, 5 = metering gap)

โครงสร้างประกอบด้วยโครงเหล็กทำมาจากเหล็กฉากขนาด 40x40x3 มิลลิเมตร นำมาประกอบเป็นโครงเหล็กขนาดกว้าง 1200 ยาว 1200 สูง 815 มิลลิเมตร โครงสร้างยังรวมเอาถาดป้อนผลมังคุด 1 ถาด และถาดรองรับผลมังคุด 3 ถาด โดยใช้โซ่ยึดและปรับระดับความสูงต่ำ

ชุดจานคัดประกอบด้วย จานหมุนคัดขนาด เพลาขับ แบริ่ง ดุมจานคัด จานคัดมีลักษณะเป็นกรวยกลวง เนื่องจากต้องการให้มีความเอียง ทำจากเหล็กแผ่นหนา 50 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 850 มิลลิเมตร นำมากลึงให้ได้ความเอียง 10 องศา

แผ่นกั้นสอบเทียบคัดขนาด ทำมาจากเหล็กแผ่นกว้าง 50 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ที่ม้วนให้ได้เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับขอบนอกของจานคัดขนาด ปรับระดับได้ด้วยมือหมุน

ต้นกำลังประกอบด้วยมอเตอร์ เกียร์ทด มู่เล่ย์ สายพาน มอเตอร์เป็นมอเตอร์ขนาด 0.25 Hp เกียร์ทดอัตรา 1:40 มู่เล่ย์เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 2.5 3 4 และ 6 นิ้ว เพื่อให้ได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการคัดขนาด ตัวเครื่องมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 47 กิโลกรัม

วิธีการทดสอบ

การทดสอบเบื้องต้น

ได้ทดสอบเพื่อตรวจดูการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุม 3 ตัว ได้แก่ พันธุ์ (กลมสาลี่ และแป้นสีทอง) ชนิดช่องสอบเทียบ การคัดขนาด (Metering gap-แบบ Slope และแบบ Step) ความเร็วจานหมุน (12 24 36 รอบ/นาที) ว่ามีอิทธิพลอย่างไรต่อตัวแปรการทำงานของเครื่องคัดขนาด ได้แก่ อัตราการคัดผิดพลาด ประสิทธิภาพการคัดขนาด ความสามารถในการคัดขนาด โดยใช้ฝรั่งพันธุ์ละ 3 ขนาด (ใหญ่ กลาง เล็ก) ขนาดละ 5 ผล การปรับช่องสอบเทียบแบบ Step จะใช้ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยที่ใหญ่ที่สุดของขนาดนั้นๆ ส่วนการปรับช่องสอบเทียบการคัดขนาดแบบ Slope สามารถคำนวณได้ตามสมการต่อไปนี้

$$X_{S1}=\frac{[\mu_2\sigma_1^2-\mu_1\sigma_2^2]}{\sigma_1^2-\sigma_2^2}\pm\frac{[\mu_2\sigma_1^2-\mu_1\sigma_2^2]^2-[\mu_2^2\sigma_1^2-\mu_1^2\sigma_2^2-2\sigma_1^2\sigma_2^2\ln(\sigma_1/\sigma_2)]^{1/2}}{\sigma_1^2-\sigma_2^2}$$

เมื่อ X_{S1} = ขนาดของระยะห่างของช่องสอบเทียบการคัดขนาด
μ_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของฝรั่งขนาดที่ 1
μ_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของฝรั่งขนาดที่ 2
σ_1 = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝรั่งขนาดที่ 1
σ_2 = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝรั่งขนาดที่ 2

การทดสอบจริงครั้งที่ 1

ทำการทดสอบเช่นเดียวกันกับการทดสอบเบื้องต้น แต่ใช้ปริมาณฝรั่งแต่ละขนาดของแต่ละพันธุ์เพิ่มขึ้นเป็นขนาดละ 15 ผล เพื่อยืนยันผลการทดสอบเบื้องต้น

การทดสอบจริงครั้งที่ 2

ได้นำวิธีการปรับช่องสอบเทียบการคัดขนาดและความเร็วรอบจานคัดที่เหมาะสมที่สุด จากผลการทดสอบเบื้องต้นและการทดสอบจริงครั้งที่1 (นั่นคือให้ค่าความผิดพลาดในการคัดขนาดน้อยที่สุดและไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย) มาทำการทดสอบจริงครั้งที่ 2 โดยทำการทดสอบกับฝรั่งพันธุ์พันธุ์กลมสาลี่และพันธุ์แป้นสีทอง พันธุ์ละ 50 ลูก จำนวน 5 ซ้ำ เพื่อหาความสามารถในการคัดขนาดต่อเนื่องยืนยันหาค่าความผิดพลาดในการคัดขนาด และหาความเสียหายเชิงกลที่เกิดขึ้นกับผลฝรั่งเฉพาะหลังจากการคัดขนาดครั้งแรก

การวิเคราะห์ความผิดพลาดในการคัด ความสามารถในการคัดขนาดและประสิทธิภาพการคัดขนาด

Peleg (1985) ได้เสนอสมการสำหรับวิเคราะห์หาค่าความผิดพลาดในการคัดขนาด ความสามารถของการคัดขนาดและประสิทธิภาพการคัดขนาดไว้ดังนี้

$$W_i=\frac{K_iP_i}{\sum K_iP_i};\qquad \bar{C}_R=\frac{\sum N_{ij}}{\sum N_i};\qquad P_{gi}=\frac{N_{gi}}{N_{ti}};\qquad Q=\frac{W_t}{t};$$

$$E_w=\sum\left(\frac{P_{gi}W_iG_i}{QP_i}\right);\qquad G_i=\frac{W_i}{t_i};\qquad N_{ti}=N_{gi}+N_{ij};\qquad P_i=\frac{N_i}{\sum N_i}$$

เมื่อ E_w = ประสิทธิภาพการคัดขนาด (Sizing Efficiency)
G_I = อัตราการไหลออก (Outflow Rate) ของเกรด i
K_i = เศษส่วนมูลค่าหรือราคาที่สัมพันธ์กับผลฝรั่งขนาด i ต่างๆ
N_i = จำนวนผลฝรั่งขนาด i เมื่อป้อนเข้าสู่การคัดขนาด
$\sum N_i$ = จำนวนฝรั่งทั้งหมด n ขนาด
N_{gi} = จำนวนผลฝรั่งขนาด i ที่ตกในช่องขนาด i (คัดออกมาถูกต้อง)
N_{ij} = จำนวนผลฝรั่งขนาด j ที่ตกในช่องขนาด i
N_{ti} = จำนวนผลฝรั่งทั้งหมดที่ตกลงในช่องขนาด i
P_I = เศษส่วนของผลฝรั่งขนาด i ในผลฝรั่งทั้งหมดที่เริ่มคัด
P_{gi} = เศษส่วนของผลฝรั่งถูกต้องที่คัดได้ในช่องขนาด i
Q = อัตราการไหลเข้า (Inflow Rate) ของผลฝรั่งสู่เครื่องคัดขนาด (น้ำหนัก/เวลา)
W_i = ฟังก์ชั่นน้ำหนัก (Weight Function) ที่หาได้จากสูตร,
w_i = น้ำหนักรวมของผลฝรั่งที่ตกในช่องขนาด i (สมนัยกับ N_{ti})
w_t = น้ำหนักรวมของผลฝรั่งทั้งหมด (สมนัยกับ $\sum N_i$)
t = เวลาที่ใช้ในการคัดขนาด
t_i = เวลาที่ผลิตผลทั้งหมดไหลออกช่องขนาด i
C_R = อัตราการเจือปนเฉลี่ย (Mean Contamination Ratio)

ผลและวิจารณ์

การทดสอบเบื้องต้น

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความผิดพลาดในการคัดขนาดเฉลี่ย (C_R), ความสามารถในการคัดขนาด (Q) และประสิทธิภาพการคัดขนาด (E_W) ต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุม 3 ตัว คือ พันธุ์ (กลมสาลี่และแป้นสีทอง), ความเร็วจานหมุน(12, 24 และ 36 รอบ/นาที) และช่องสอบเทียบการคัดขนาด (แบบ Step และ Slope) ปรากฏว่าความเร็วจานหมุนและช่องคัดขนาดมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5% ต่อ C_R, Q และ E_W [Prob>|F|=0.05] สำหรับแต่ละความเร็วตั้งแต่ 12-36 รอบ/นาที ค่า C_R สำหรับการตั้งช่องสอบเทียบการคัดขนาดแบบ Step จะมีค่าต่ำกว่าแบบ Slope ประมาณ 4-5% หรือ E_W สำหรับการตั้งช่องสอบเทียบการคัดขนาดแบบ Step จะมีค่าสูงกว่าแบบ Slope ประมาณ 4-5% เช่นกัน

การทดสอบจริงครั้งที่ 1

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ C_R, Q และ E_W ต่อการเปลี่ยนแปลงของพันธุ์ ความเร็วจานหมุน (Speed) และช่องคัดขนาด (Metering gap) ให้ผลว่าความเร็วจานหมุน และช่องคัดขนาดมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญ 5% ต่อ C_R, Q และ E_W [Prob>|F|=0.05] ยืนยันผลการทดสอบเบื้องต้น ค่าเฉลี่ยของ C_R, Q และ E_W สำหรับแต่ละ Combination ของความเร็วจานหมุนและ ช่องคัดขนาด ถูกแสดงไว้ใน Table 1 ที่แต่ละความเร็วตั้งแต่ 12-36 รอบ/นาที ค่า C_R สำหรับการตั้งช่องคัดขนาดแบบ Step มีค่าน้อยกว่าแบบ Slope ประมาณ 3-5% หรือ E_W สำหรับการตั้งช่องคัดขนาดแบบ step มีค่าสูงกว่าแบบ Slope ประมาณ 3-5% เช่นกัน

ความผิดพลาดในการคัดขนาดและประสิทธิภาพการคัดขนาดพบว่ามีแนวโน้มไปทางเดียวกันกับการทดสอบเบื้องต้น กล่าวคือ เมื่อความเร็วรอบของจานคัดสูงขึ้น ความผิดพลาดในการคัดขนาดสูงขึ้นด้วย ตรงกันข้ามกับประสิทธิภาพในการคัดขนาดจะมีค่าลดลง เหตุมาจากเมื่อความเร็วรอบจานสูงขึ้นผลฝรั่งมีเวลาสอบเทียบที่ช่องคัดขนาดน้อยจึงเลยไปตกยังขนาดอื่น ค่าสมรรถนะการคัดขนาดเพิ่มสูงขึ้นเมื่อความเร็วรอบจานคัดเพิ่มขึ้นนี้เนื่องมาจากเมื่อความเร็วรอบจานคัดสูง ทำให้เกิดการพาผลฝรั่งออกไปจากช่องป้อนเข้าสู่จานหมุนมากขึ้นและเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ทำให้ปริมาณผลฝรั่งใส่เข้าไปในเครื่องต่อเวลามากตามที่ความเร็วจานคัดขนาด 12 รอบ/นาที ช่องสอบเทียบการคัดขนาดแบบ Step ได้ C_R= 21% (CV=8%), E_W= 78.5% (CV=2%) และ Q=575.6 กรัม/วินาที (CV=3%)

Table 1 Mean and Coefficient of variation of C_R, E_w, Q for any combinations of control factors i.e. speed and metering gap.

Performance parameters of guava sizing machine	Type of metering gap	Disk speed (rev/min)		
		12	24	36
C_R (%)	Step	21 (8)	24 (9)	33 (0)
	Slope	24 (4)	29 (0)	38 (4)
E_w (%)	Step	78.5 (2)	75.6 (3)	66.9 (0)
	Slope	75.3 (1)	70.8 (1)	61.9 (2)
Q (kg/hr)	Step	2,072.3 (2.7)	2,483.4 (0.9)	2,987.6 (0.8)
	Slope	2,069.3 (2.7)	2,496.2 (1.4)	3,004.4 (0.9)

* Number in parenthesis is coefficient of variation in percent

จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง ทำให้ได้แนวคิดในการใช้งานเครื่องคัดขนาดผลฝรั่งระบบจานหมุนว่า การตั้งช่องสอบเทียบคัดขนาดควรเป็นแบบ Step (ตั้งช่องคัดขนาดแต่ละช่องตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยที่ใหญ่ที่สุดของขนาดนั้นๆ) และความเร็วรอบที่เหมาะสมน่าจะเป็น 12 รอบ/นาที (เพราะจะทำให้ความสามารถในการคัดขนาด = 2,072.16 กก./ชม. หรือประมาณ 2000 กก./ชม.) ความผิดพลาดในการคัดขนาดน้อย

การทดสอบจริงครั้งที่ 2

การทดสอบครั้งนี้เพื่อยืนยันแนวคิดที่ได้สรุปไว้หลังการทดสอบจริงครั้งที่ 1 หาความสามารถในการคัดขนาดอย่างต่อเนื่องและข้อมูลประกอบการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของเครื่องคัดขนาด

ผลการทดสอบปรากฏว่าฝรั่งที่ผ่านการคัดขนาดไม่มีความช้ำหรือความเสียหายเกิดขึ้น เมื่อพิจารณาจากการคัดขนาดในซ้ำแรก ความผิดพลาดสำหรับการคัดขนาดฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่มีค่า 22% (CV=6%) ความสามารถคัดขนาด=570.12 กรัม/วินาที (CV=5%) และพันธุ์แป้นสีทองมีค่าความผิดพลาดในการคัด=20% (CV=5%) ความสามารถคัดขนาด=531.7กรัม/วินาที (CV=4%) เฉลี่ยทั้ง 2 พันธุ์ ได้ว่า เครื่องคัดขนาดผลฝรั่งนี้สามารถคัดผลฝรั่งได้ 3 ขนาด C_R = 21% (CV=7%), Q = 550.88 ก./วินาที หรือ 1983.17 กก./ชม. (CV=6%) ผลการทดลองยืนยันสอดคล้องกับผลการทดสอบเบื้องต้นและการทดสอบจริงครั้งที่ 1

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

กำหนดให้ราคาเครื่องคัดขนาดผลฝรั่ง (P) มีค่า 20,000 บาท [ประกอบด้วย Electric motor 0.25 hp = 2,500 บาท Gear reducer = 2,500 บาท Frame, rotating disk, metering gap, adjustable feeding tray, receiving bin and energy absorbed meterial = 8,000 บาท Belt, pulley , shaft and bearing = 2,000 บาท Labor = 5,000 บาท] มูลค่าซาก S ของเครื่องเมื่อสิ้นปีที่ 10 (L) เหลือ 10% ของราคาเครื่อง และอัตราดอกเบี้ย (i) เท่ากับ 10% ต่อปี (วันชัยและชอุ่ม, 2538) ค่าเสื่อมราคา (D)= (P-S)/L = (20,000-2,000)/10= 1,800 บาท/ปี ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)= ((P+S)/2) *i = $\frac{(20,000+2,000)}{2}$ x 0.1= 1,100 บาท/ปี ต้นทุนคงที่ (FC)= D+ R = 1,800+1,100 = 2,900 บาท/ปี กำหนดให้อัตราค่าจ้างแรงงานวันละ 167 บาท (ตามอัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำ) จำนวนคนทำงาน 1 คน ทำงานปีละ 48 วัน และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า 0.475 หน่วย/ชั่วโมง ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ค่าบำรุงรักษาเครื่องเฉลี่ยวันละ 5 บาท ค่าจ้างแรงงาน (W)= 167x48= 8,016 บาท/ปี ค่าไฟฟ้า (E) = 0.475x3x8x48=547.2 บาท/ปี ค่าบำรุงรักษา(M)= 5x48=240บาท/ปี ต้นทุนแปรผัน (VC)= W+ E+ M = 8,016 +547.2+240 = 8,803.2 บาท/ปี ดังนั้นค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC)= FC+ VC = 2,900+8,803.2 =11,703.2 บาท/ปี

2. จุดคุ้มทุนของเครื่องคัดขนาดผลฝรั่ง

กำหนดให้ค่าจ้างใช้เครื่องคัดขนาดผลฝรั่ง 0.03 บาท/กก. และภายในระยะเวลา 1 ปี เครื่องทำงาน 384 ชั่วโมง สามารถทำการคัดขนาดได้ 1,983.17 กก/ชม. ฉะนั้นเครื่องสามารถทำงานได้ 761,537.28 กก/ปี จุดคุ้มทุน = FC/(ราคาค่าใช้เครื่องคัด/กก.-ต้นทุนแปรผัน/กก.) = 2,900/(0.03-(8,803.2/761,537.28)) =2,900/(0.03-0.01) = 145,000 กก/ปี = 145 ตัน/ปี

3. ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องคัดขนาดผลฝรั่ง

รายได้ในการรับจ้างใช้เครื่องคัดขนาด R = 0.03x761,537.28= 22,846.12 บ./ปี ระยะเวลาในการคืนทุน = AC/กำไร (p) และ p = R- AC = 22,846.12-11,703.2 = 11,142.92 บ. ดังนั้น ระยะเวลาในการคืนทุน = 11,703.2/11,142.92 = 1.05 ปี

สรุปสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องคัดขนาดผลฝรั่งราคา 20,000 บ. นำไปรับจ้างคัดขนาดโดยคิดเป็นเงิน 0.03 บ./กก. จุดคุ้มทุนจะอยู่ที่การผลิต 145,000 กก./ปี และสามารถคืนทุนได้ในเวลา 1.05 ปี

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ADB) ที่กรุณาสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กองแผนงาน. 2542. สถิติการส่งออกไม้ผล. กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ. 3 หน้า.

บัณฑิต จริโมภาส. 2544. เครื่องจักรกลหลังการเก็บเกี่ยวและการบรรจุหีบห่อผลไม้. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. 134 หน้า.

บัณฑิต จริโมภาส และคลหทัย ราชนุเคราะห์. 2544. คุณสมบัติทางกายภาพ การตลาด และบรรจุภัณฑ์ของฝรั่งเพื่อการบริโภคผลสด. ปัญหาพิเศษ ไม่ตีพิมพ์. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. 35 หน้า.

ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์. 2531. การปลูกฝรั่งเพื่ออุตสาหกรรม. ฟันนี่ พลับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ. 66 หน้า.

วันชัย วิจิรวนิช และชอุ่ม พลอยมีค่า. 2538. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 350 หน้า.

Peleg K. 1985. Produce Handing, Packaging and Distribution. AVI Publishing Company, Inc. Westport. 625 p.