

การประเมินคุณภาพการคัดขนาดส้มเขียวหวานไทย ด้วยวิธีแผนที่คัดขนาด

Evaluation of Sizing Quality of Thai Mandarin Fruits by Sizing Map

บัณฑิต จริโมภาส¹

ทศพร นิตน์วรกุล²

อารีย์ เลิศชิรพันธ์²

Bundit Jarimopas¹

Thosaporn Nitasworakul²

Aree Lertchirapan²

ABSTRACT

This study was to determine sizing quality of different sizing methods by means of sizing map. Methodology comprised sizing mandarines into 5 grades, 60 fruits each : i) with perforated cylinder sizing machine and ii) two sizer experts. Besides, sizing quality of both methods by means of sizing map was performed.

Analysis resulted the machine could size at the mean contamination ratio, $\bar{C}_r = 10.7\%$ giving sizing parameter function, $P \cong 0.329 L + 0.670 D$ which was near to sizing by volume. Visual sizing of the expert yielded mean contamination ratio, \bar{C}_r , ranging from 12 to 15.3%

Keywords : fruit sizing, mandarine, sizing map, visual sizing

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เพื่อที่จะประเมินคุณภาพการคัดขนาดส้มเขียวหวานไทยด้วยวิธีแผนที่คัดขนาด (Sizing Map) วิธีการศึกษาประกอบด้วย การคัดขนาดส้มเขียวหวาน 5 เกรดๆ ละ 60 ลูก ด้วย ก) เครื่องคัดขนาดแบบตะแกรงทรงกระบอก ข) ผู้เชี่ยวชาญการคัดขนาด 2 คน การวิเคราะห์ประเมินผลวิธีการคัดขนาดทั้งสองด้วยเทคนิคแผนที่คัดขนาด

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า เครื่องสามารถคัดขนาดส้มผิดพลาดเฉลี่ย (\bar{C}_r) 10.7% ให้ค่า Sizing Parameter Function, $P \cong 0.329L + 0.670 D$ ใกล้เคียงกับการคัดขนาดด้วยปริมาตร การคัดขนาดด้วยสายตาของผู้เชี่ยวชาญไทย สามารถคัดส้มผิดพลาด (\bar{C}_r) เฉลี่ยระหว่าง 12-15.3%

คำหลัก : การคัดขนาดส้ม ส้ม การคัดขนาด

¹ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹ Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakornpathom 73140

² นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakornpathom 73140

คำนำ

ส้มเขียวหวานไทยจัดเป็นผลไม้ไทยซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีรสชาติดีเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ไม่ว่าจะเป็นผู้บริโภคในรูปแบบผลไม้สดหรือแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ การปลูกส้มเขียวหวานจึงเป็นที่แพร่หลายในกลุ่มเกษตรกรไทย พื้นที่ในการเพาะปลูก และผลผลิตรวมของส้มเขียวหวานที่ได้มีปริมาณสูง (Table 1) ทั้งยังมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สามารถส่งออกไปยังต่างประเทศเพื่อนำ

เงินตราเข้าประเทศได้อีกด้วย (Table 2) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าปริมาณการผลิตส้มเขียวหวานไทยระหว่างปี 2534-2538 อยู่ระหว่าง 0.47-0.68 ล้านตัน การที่จะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตสูงได้นั้น จำเป็นต้องมีการจัดการในกระบวนการผลิตที่ดี กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวก็จัดว่าเป็นกระบวนการผลิตที่มีความสำคัญมาก กระบวนการหนึ่ง โดยเฉพาะขั้นตอนการคัดขนาดเพราะขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ช่วยในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค

Table 1. Statistics of Thai Mandarin Production.

Year	Cultivated area (Rai)	Production (Ton)	Cost (Baht/kg.)
1991 ¹	295,593	469,700	Unavailable
1992 ²	251,682	680,971	8.85
1993 ³	239,094	609,753	10.19
1994 ⁴	221,520	584,245	12.19
1995 ⁵	264,039	585,469	14.55

- ที่มา :
- 1 กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2536
 - 2 กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2537
 - 3 กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2539
 - 4 กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2540
 - 5 กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2541 ก

Table 2 Quantity and value of exported Thai mandarin ⁶.

Year	Exported quantity (ton)	Export value (Million baht)
1994	709	6.2
1995	434	4.2
1996	612	6.1
1997	574	6.8

⁶ กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2541 ข

การคัดขนาดในยุคแรกๆ นั้นจะกระทำโดยใช้แรงงานคน ซึ่งในการคัดขนาดแต่ละครั้งจำเป็นต้องใช้แรงงานจำนวนมาก อีกทั้งยังต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง ในเวลาต่อมาจึงได้มีการประดิษฐ์เครื่องมือที่สามารถเลียนแบบการคัดขนาดด้วยแรงงานคน เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และลดค่าใช้จ่ายในการคัดขนาดลง โดยเรียกเครื่องมือดังกล่าวว่า เครื่องคัดขนาด

ในประเทศไทย แม้จะมีการใช้เครื่องคัดขนาดสัมผัสและการคัดเลือกสัมผัสด้วยสายตามานานกว่า 10 ปี แต่ยังไม่มีการประเมินคุณภาพของการคัดขนาดเชิงปริมาณเลย

การคัดขนาด (Peleg, 1985) คือ การคัดแยกผลิตผลออกเป็นขนาดต่างๆ เพื่อให้ง่ายในการกำหนดราคาที่แตกต่างกันของผลิตผลแต่ละขนาด ทำให้ผู้ซื้อมีความรู้สึกว่าการผลิตผลนั้นมีคุณภาพดี สามารถกำหนดปริมาณของผลิตผลและรูปแบบของการบรรจุได้อีกด้วย

ในอดีต แรงงานคนจะถูกนำมาใช้ในการคัดขนาด โดยอาศัยความรู้สึก และประสบการณ์เป็นเครื่องมือที่สำคัญ วิธีการคัดขนาดโดยแรงงานคนทำได้โดย จับผลิตผลไว้ในอุ้งมือพร้อมกับมองและใช้ความรู้สึกประกอบซึ่งการกระทำเช่นนี้เปรียบเสมือนการสร้างภาพ (Illusion) ให้ลูกค้าได้ทราบว่าเป็นผลไม้อะไร ผลไม้อะไรที่มีขนาดเท่ากัน โดยเรียกวิธีนี้ว่า การคัดขนาดด้วยสายตา (VISUAL SIZING) ต่อมาได้มีการประดิษฐ์เครื่องมือที่มีความสามารถในการเลียนแบบวิธีการคัดขนาดด้วยสายตา (Peleg, 1985) ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และมีคุณภาพในการคัดขนาดดีขึ้น โดยเรียกเครื่องมือชนิดนี้ว่า เครื่องคัดขนาด (Sizing Machine)

เครื่องคัดขนาดสัมผัสเขี้ยวหวานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศ (บัณฑิต และ คณะ, 2531) เป็นเครื่องคัดขนาดที่อาศัยหลักการของเครื่องคัดขนาดชนิดสายพานลำเลียงเจาะรู (PERFORATED CONVEYOR SIZER; PCS) ซึ่งประกอบด้วย ตะแกรงทรงกระบอก 5

อัน ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า สามารถคัดสัมผัสเขี้ยวหวานได้ 6 ขนาด ที่สมรรถนะ 1.5 ตัน/ชม. ประสิทธิภาพการคัดขนาด 87.5% สิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้า 0.32 กิโลวัตต์

Peleg (1985) ได้เสนอวิธีการประเมินคุณภาพการคัดขนาดโดยใช้แผนที่ของการคัดขนาด (Sizing Map) ซึ่งประกอบด้วยกราฟพล็อตจุด Co-ordinate ของความยาว (L) และเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) ของสัมผัส Shamouties ที่ถูกคัดขนาดแล้วลงบนกราฟและลากเส้นกั้นแบ่งแยกขนาด (Separation line) ระหว่างกลุ่มขนาดที่ประชิดกันให้มีจำนวนจุดที่วางผิดเกรดในจำนวนที่เท่าๆ กัน และ ϕ เส้น ϕ ล้อมรอบจุด และเขายังได้เสนอฟังก์ชันของตัวแปรในการคัดขนาด (Sizing Parameter Function: P) ซึ่งเป็นตัวกำหนดคุณภาพของการคัดขนาดว่า

$$P \equiv \alpha L + \beta D$$

โดยค่า α และ β หาได้จากสมการความสัมพันธ์กับมุมความลาดเอียงของเส้นแบ่งแยก (ϕ) ดังนี้

$$\alpha = \frac{1}{1 + [\tan \phi]}$$

$$\beta = \frac{\tan \phi}{1 + [\tan \phi]}$$

มุม ϕ หาได้จากแผนที่ของการคัดขนาด (Sizing Map) นำค่าที่ได้แทนลงในฟังก์ชัน P สรุปได้ว่า

สำหรับการคัดขนาดด้วยสายตา $P \equiv 0.3L + 0.7D$ โดยมีอัตราส่วนการเจือปนเฉลี่ย* (Mean Contamination Ratio; C_n) เท่ากับ 3.4% การคัดขนาดด้วยเครื่อง Roll and Belt Sizer จะได้ $P \equiv 0.17L + 0.83D$ และการคัดขนาดด้วยเครื่อง Grommet Roll Sizer จะได้ $P \equiv 0.25L + 0.75D$

* อัตราส่วนการเจือปนเฉลี่ย ; $C_n = \frac{\sum N_i}{\sum N}$ เมื่อ N_i คือ จำนวนวัสดุเป็นชิ้นหรือกิโลกรัม ที่เข้าไปอยู่ในช่องทางออกของวัสดุเกรดอื่น และ N คือ จำนวนวัสดุทั้งหมดในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้จึงเพื่อที่จะประเมินคุณภาพการคัดขนาดส้มเขียวหวานไทยด้วยวิธีแผนที่คัดขนาด (SIZING MAP) ระหว่างเครื่องคัดขนาดส้มเขียวหวานแบบทรงกระบอกเจาะรู เปรียบเทียบกับการคัดขนาดด้วยสายตา (VISUAL SIZING)

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์

1. ส้มเขียวหวานเก็บใหม่ 5 เกรด จำนวนเกรดละ 60 ลูก
2. เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Caliper)
3. ปากกาหมึกซึม
4. กระดาษขาว

วิธีการ

1. นำส้มเขียวหวานเก็บใหม่จากสวนไปคัดขนาดด้วยเครื่องคัดขนาดแบบตะแกรงทรงกระบอกเจาะรู ซึ่งจะได้ส้ม 5 เกรด คือ ส้มเกรด 00, 0, 1, 2 และ 3 จำนวนเกรดละ 60 ลูก
2. ทำเครื่องหมายส้มจากข้อ 1. เพื่อแยกเกรดและลำดับของแต่ละผล โดยไม่ให้ผู้เชี่ยวชาญที่จะทำการคัดขนาดทราบ
3. วัดขนาดของส้ม จากข้อ 2. ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Caliper) โดยวัดค่าความยาว (LENGTH; L) และค่าเส้นผ่านศูนย์กลาง (DIAMETER; D) ของส้มแต่ละผล แล้วบันทึกค่าไว้

4. นำส้มแต่ละเกรดที่ทำเครื่องหมายและวัดขนาดแล้ว มากองรวมกัน และเกลี่ยให้ส้มกระจายเป็น Random ให้มากที่สุด

5. ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการคัดขนาดส้มที่เตรียมไว้ออกเป็น 5 เกรด คือ เกรด 00, 0, 1, 2 และ 3

6. ตรวจสอบและบันทึก ส้มที่ผู้เชี่ยวชาญคัดขนาดเรียบร้อยแล้ว จากเครื่องหมายที่ทำไว้

7. นำผลจากการทดลองแต่ละครั้งมาทำการสร้างกราฟที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลาง และทำ SIZING MAP ตามวิธีของ Peleg (1985)

ผลการทดลองและวิจารณ์

Figure 1, 2 และ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) จากการคัดขนาดด้วยเครื่องคัดขนาดแบบตะแกรงทรงกระบอกเจาะรูมาตรฐาน และการคัดขนาดด้วยสายตาโดยผู้เชี่ยวชาญที่ 1 และ 2 เมื่อลากเส้น Separation line ตามวิธีการของ Peleg (1985) เพื่อแบ่งส้มออกเป็นเกรดซึ่งแต่ละเกรดจะมีจำนวนส้มทั้งหมด และจำนวนส้มที่ตกผิดเกรด (Table 3) เมื่อนำจำนวนส้มทั้งหมดในแต่ละเกรด และจำนวนส้มที่ตกผิดเกรด มาคำนวณหาอัตราส่วนการเจือปนในแต่ละเกรด อัตราส่วนการเจือปนเฉลี่ย (\bar{C}_n) และประสิทธิภาพในการคัดขนาดได้ (Table 4) พบว่า อัตราส่วนการเจือปนเฉลี่ย (\bar{C}_n) ของเครื่องคัดขนาดแบบตะแกรงทรงกระบอกเจาะรูมีค่าเท่ากับ 10.67% และ

Table 3 Purity and contaminant of mandarine fruits of each grade evaluated by sizing map a) when sizing with perforated cylinder and b) when sizing visually by experts.

Sizing method	Mandarine fruits of each grade					Contaminants of each grade (fruit)				
	00	0	1	2	3	00	0	1	2	3
Sizing machine	60	60	60	60	60	3	4	13	12	0
Expert 1 ^a	43	44	65	68	80	6	13	9	6	2
Expert 2 ^b	52	57	66	61	65	8	14	12	10	2

Table 4 Results of mandarine fruits sizing by means of perforated cylinder and visual sizing of expert when evaluated by sizing map.

Sizing method	Sizing duration (min.)	Mean Contaminant ratio (\bar{C}_R ; %)						Sizing efficiency (%)
		00	0	1	2	3	Average	Average
Sizing machine	1.26 ¹	5	6.67	21.67	20	-	10.67	89.33
Expert 1 ^a	14.15	13.95	29.55	13.85	8.82	2.5	12.00	88.00
Expert 2 ^b	11.05	15.38	24.38	18.18	16.39	3.08	15.33	84.67

Table 5 Results of graphical analysis between length and diameter.

Sizing method	I_C (up)	I_C (down)	I_C (average)	$\tan\phi$	α	β	Sizing Parameter Function : P
Sizing machine	1.00	0.83	0.915	2.031	0.329	0.670	$P \cong 0.329L + 0.670 D$
Expert 1 ^a	1.00	0.83	0.915	4.061	0.197	0.802	$P \cong 0.197L + 0.802 D$
Expert 2 ^b	1.00	0.83	0.915	4.540	0.181	0.820	$P \cong 0.181L + 0.820 D$

ที่มา : ¹ แปลงจาก บัณฑิตและคณะ (2531)

หมายเหตุ : ^a คือ ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ 10 ปี

^b คือ ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ 15 ปี

ประสิทธิภาพในการคัดขนาดมีค่าเท่ากับ 89.33% ดีกว่าประสิทธิภาพในการคัดขนาดโดยเครื่องคัดขนาด รายงานโดยบัณฑิตและคณะ (2531) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 87.5% ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่า การคัดขนาด ด้วยจำนวนเกรดที่น้อยกว่าจะให้ตัวเลขประสิทธิภาพการคัดขนาดสูงกว่า สำหรับ \bar{C}_R ของการคัดขนาดด้วยสายตาโดยผู้เชี่ยวชาญที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 12.00% และ 15.33% ตามลำดับ (Table 4) ซึ่งจะได้ประสิทธิภาพในการคัดขนาดมีค่าเท่ากับ 88.00% และ 84.67% (สำหรับผู้เชี่ยวชาญที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) นั้นแสดงว่า เครื่องคัดขนาดแบบตะแกรงทรงกระบอกเจาะรู เป็นเครื่อง คัดขนาดที่ดีมาก กล่าวคือสามารถเลียนแบบการคัดขนาด ได้ดีกว่าสายตาของผู้เชี่ยวชาญไทย (\bar{C}_R น้อยกว่า)

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง L กับ D (Figure 1, 2 และ 3) เมื่อลากเส้น I_C ล้อมรอบจุด Coordinate ของความยาว (L) และเส้นผ่านศูนย์กลาง (D)

ของส้ม จะได้ค่าของ I_C บนเท่ากับ 1.00 และ I_C ล่าง เท่ากับ 0.83 (Table 5) โดยที่ค่า I_C บนและ I_C ล่างที่ได้จากการคัดขนาดทั้ง 3 วิธีมีค่าเท่ากัน เนื่องจากส้มที่ใช้ในการทดลองเป็นส้มชุดเดียวกันค่าที่แสดงอยู่ในรูปของเส้น I_C บน Sizing Map นี้จะเป็นสิ่งที่บอกถึงอัตราส่วน L/D ของส้มเขียวหวานไทย ซึ่งจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.915 ในขณะที่ส้ม Shamouties มีค่าอัตราส่วน L/D เท่ากับ 1.1 (Peleg, 1985) ผลดังกล่าวสอดคล้องกับความจริงที่ว่า รูปทรงของส้มไทยจะมีลักษณะกลมแบนคล้ายรูปทรง Oblate Spheroid (L<D) ในขณะที่ส้ม Shamouties จะมีรูปทรงคล้าย Prolate Spheroid (L>D)

จากเส้นแบ่งแยกบน Sizing Map นี้จะได้ค่า $\tan\phi$ เท่ากับ 2.031, 4.061 และ 4.540, ค่า α เท่ากับ 0.329, 0.197 และ 0.181 และค่า β เท่ากับ 0.670, 0.802 และ 0.820 สำหรับการคัดขนาดเครื่องคัดขนาด การคัดขนาดโดยผู้เชี่ยวชาญที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งจะได้ Sizing

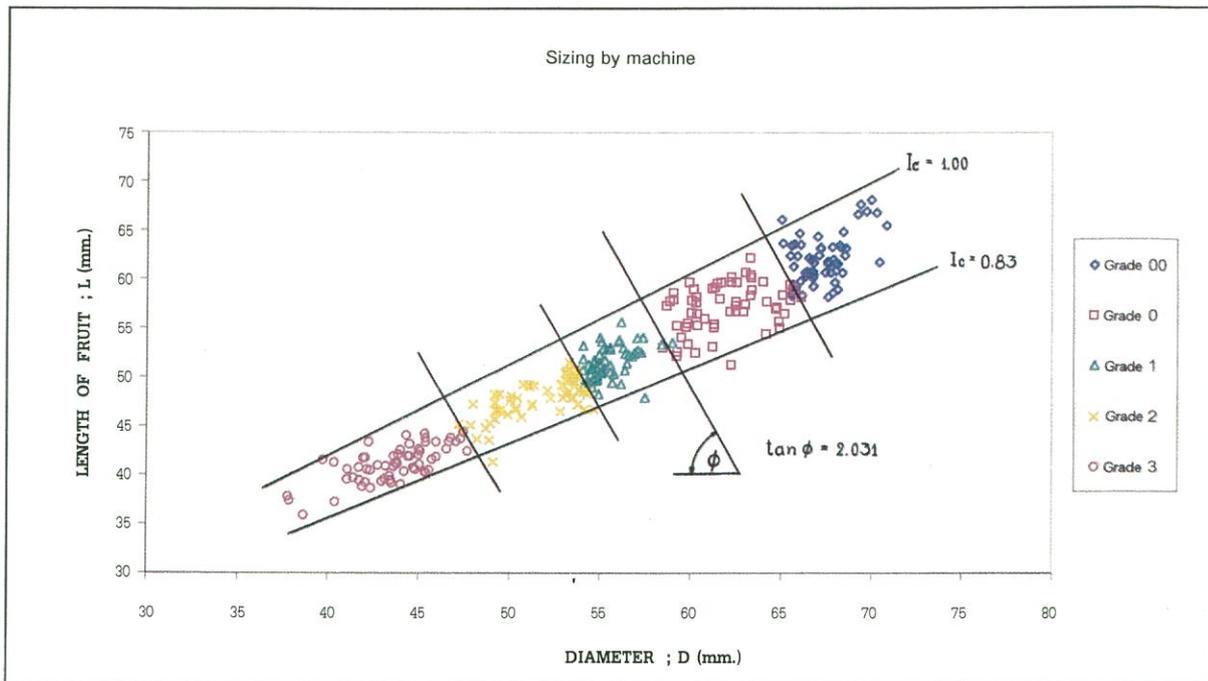


Figure 1. Sizing map of perforated cylinder sizing machine

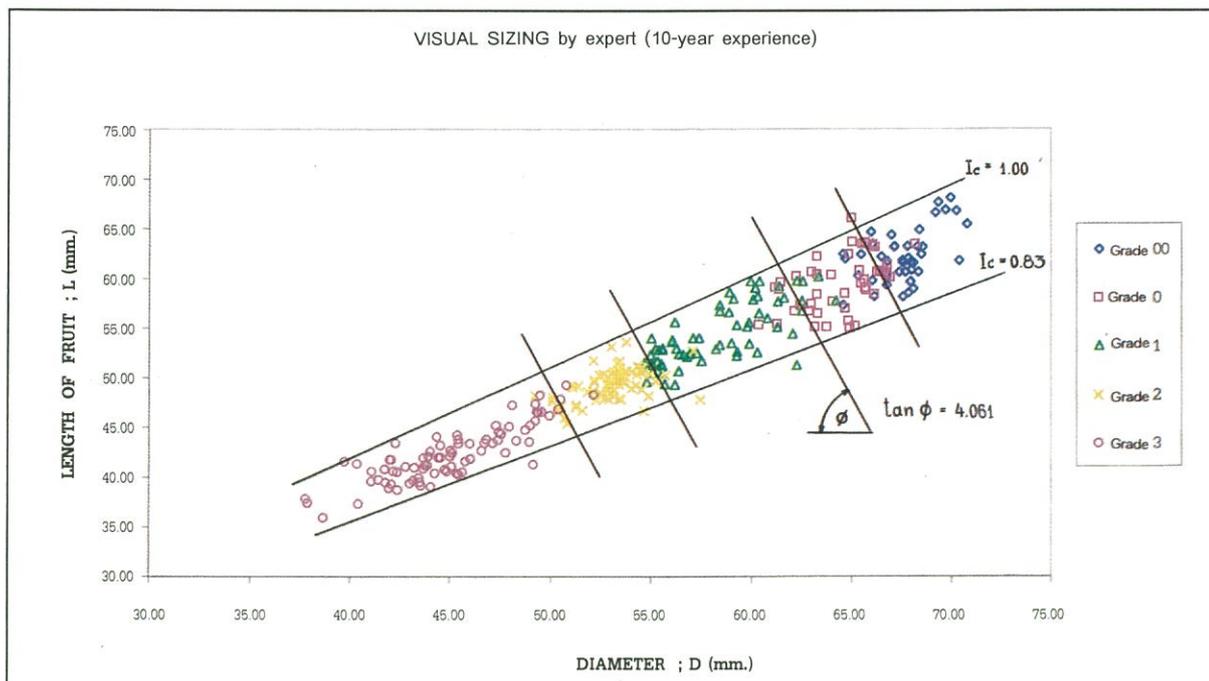


Figure 2. Sizing map by means of visual sizing of expert no. 1

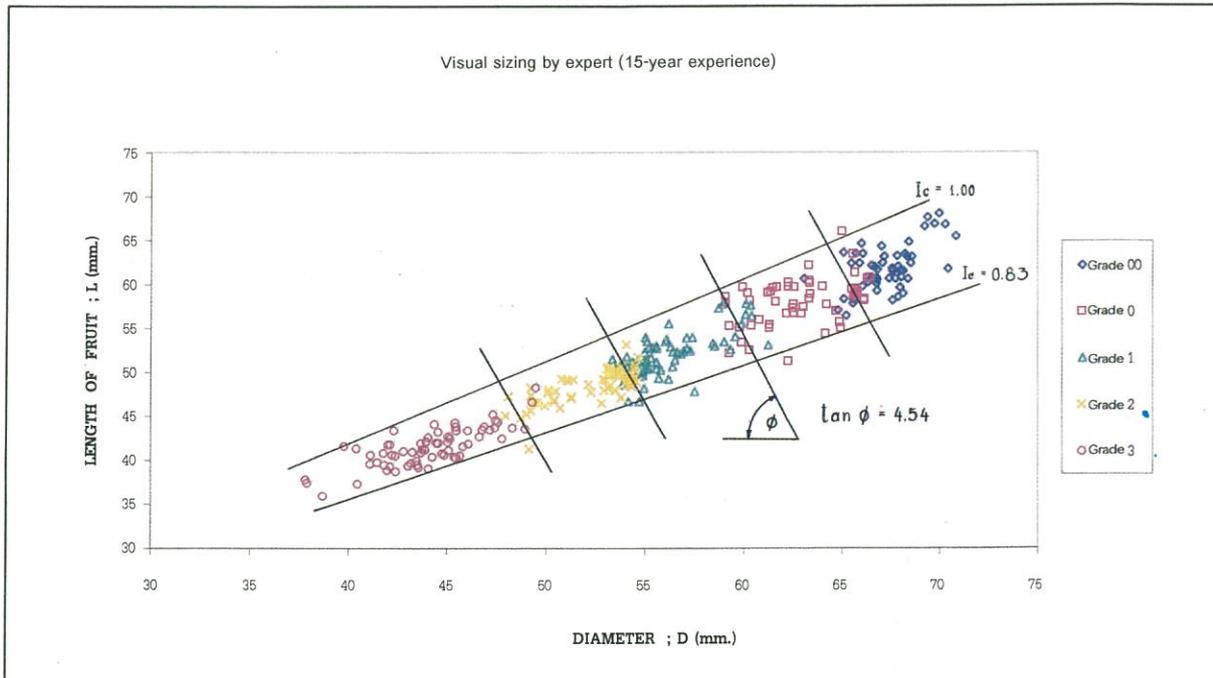


Figure 3. Sizing map by means of visual sizing of expert no.2

Parameter Function ดังแสดงใน Table 5. เครื่อง คัดขนาดแบบตะแกรงทรงกระบอกเจาะรู ยังสามารถคัด ขนาดได้ใกล้เคียงกับการคัดขนาดด้วยปริมาตร เมื่อ เปรียบเทียบโดย Sizing Parameter Function ซึ่ง เครื่องคัดขนาดแบบตะแกรงทรงกระบอกเจาะรูจะได้ $P \cong 0.329L + 0.670D$ ในขณะที่การคัดขนาดด้วยปริมาตร (Peleg, 1985) จะได้ $P \cong 0.3L + 0.7D$

สรุปผลการทดลอง

การประเมินคุณภาพด้วยวิธี Sizing Map ระบุว่า เครื่องคัดขนาดแบบตะแกรงทรงกระบอกเจาะรูมี

mean contamination ratio, $\bar{C}_R = 10.7\%$ และ sizing parameter function, $P \cong 0.329L + 0.670D$ ใกล้เคียง กับการคัดขนาดด้วยปริมาตร การคัดขนาดด้วยสายตา โดยผู้เชี่ยวชาญการคัดขนาดส้มไทย สามารถคัดส้มเขียวหวานผิผลสด (\bar{C}_R) อยู่ระหว่าง 12-15.3%

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณกำพล รัชัญญาราช แห่งสวนส้มม้าทอง จ.ปทุมธานี เป็นอย่างสูงที่ให้การ สนับสนุนในงานทดสอบสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- บัณฑิต จริโมภาส เกริก คงวัฒนานนท์ และ สุทธิชัย ชาญ
วิจิต. 2531. การทดสอบเครื่องคัดขนาดสัมแบบ
ตะแกรงทรงกระบอก, หน้า 88-98. ใน :
เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่อง
เครื่องมือและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่
เหมาะสม, 6-7 ตุลาคม 2531. มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ส่งเสริมการเกษตร, กรม, กองแผนงาน. 2536. สถิติ
การปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น 2534. กรุงเทพฯ. หน้า
320-323
- ส่งเสริมการเกษตร, กรม, กองแผนงาน. 2537. สถิติ
การปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น 2535. กรุงเทพฯ หน้า
338-341.
- ส่งเสริมการเกษตร, กรม, กองแผนงาน. 2539. สถิติการ
ปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น 2536. กรุงเทพฯ หน้า 272-
275.
- ส่งเสริมการเกษตร, กรม, กองแผนงาน 2540. สถิติการ
ปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น 2537. กรุงเทพฯ หน้า 281-
283.
- ส่งเสริมการเกษตร, กรม, กองแผนงาน. 2541ก. สถิติ
การปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น 2538. กรุงเทพฯ หน้า
254-256.
- ส่งเสริมการเกษตร, กรม, กองแผนงาน. 2541ข. เอกสาร
เพื่อเผยแพร่ กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.
24.
- Peleg, K. 1985. Produce Handling Packaging and
Distribution. The AVI. Publ. Co. Inc. Con-
necticut, 625 p.
-