การหาพื้นที่ใบไม้และผิวผลไม้แบบอัตโนมัติ

Automatic Programme of Computer for Leaf and Fruit Surface Area

บัณฑิต จริโมภาส [1/] จุฑามาศ บุษราคัมวดี [2/] อุไร ธีรพิทยานนท์ [2/]

Bandit Jarimopas [1/] Jutamas Boosarakumwadee [2/] Urai Theerapithayanon [2/]

ABSTRACT

This research was to develop a computer programme and a set-up to determine leaf areas quickly and accurately. The comparison of error and time taken up were made by different techniques, namely computer, square counting and planimeter. Methodology is comprised of (i) application of Visual Basic 6.0 to develop a computer programme to calculate an area out of scanned picture, (ii) comparison between actual triangular and rectangular area (y), and the area determined by computer (x) and planimeter (p), (iii) comparison amongst computer, planimeter and square counting methods to determine areas of leaf and fruit surfaces. Results showed that linear regression could be excellently fitted between y and x. The equation of relationship was $y = 0.0086x - 0.1293$ cm^2 ($r^2 = 0.9999$). The relationship between actual rectangular area y and p could be excellently fitted by linear regression ($r = 0.9976$). The associated equation was $y = 94.87p + 0.1935$ cm^2. For the real area not exceeding 64 cm^2, computer method was applicable with 1% error while 6.27 % of error was obtained from planimeter. Computer method was 5 to 12 times faster than the planimeter.

Key words: measurement, leaf, fruit surface area

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ชุดอุปกรณ์หาพื้นที่ใบไม้และผิวผลไม้ อย่างแม่นยำ รวดเร็ว พร้อมเปรียบเทียบความผิดพลาด และระยะเวลาในการหาพื้นที่ผิวใบไม้ระหว่างเทคนิคต่างๆ ได้แก่

[1/] รองศาสตราจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[1/] Assoc. Prof., Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakhon Pathom province 73140

[2/] นิสิตปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2/] Graduate students, Department of Agricultral Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakhon Pathom province 73140

คอมพิวเตอร์ การนับตาราง และ Planimeter วิธีการประกอบด้วยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้หาพื้นที่ภาพจาก scanner โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 เป็นพื้นฐานในการเขียน การเปรียบเทียบพื้นที่สี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยมมาตรฐานกับพื้นที่ที่หาได้จากคอมพิวเตอร์และ Planimeter การเปรียบเทียบการนำวิธีคอมพิวเตอร์ วิธี Planimeter และการนับตารางกระดาษกราฟไปใช้วัดพื้นที่วัสดุเกษตร เช่น ใบไม้และผิวผลไม้ ผลการทดสอบปรากฏว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงของรูปสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมขนาดมาตรฐาน (y) กับค่าที่ได้จากวิธีคอมพิวเตอร์ (x) เป็นแบบเชิงเส้น ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์สูงมาก (r^2= 0.9999) y = 0.0086x - 0.1293 ตร.ซม. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงของรูปสี่เหลี่ยมขนาดมาตรฐาน (y) กับค่าที่ได้จากวิธี Planimeter (p) เป็นแบบเชิงเส้นที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์สูงมาก (r = 0.9976) y = 94.87p + 0.1935 ตร.ซม. สำหรับพื้นที่จริงขนาดไม่เกิน 64 ตร.ซม. การใช้คอมพิวเตอร์คำนวณหาพื้นที่ให้ค่าผิดพลาดเฉลี่ย 1% ในขณะที่ใช้ Planimeter ให้ค่าผิดพลาดเฉลี่ย 6.27 % และวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ใช้เวลาเร็วกว่าวิธีการใช้ Planimeter ระหว่าง 5 - 12 เท่า

คำหลัก : การวัด พื้นที่ใบ พื้นที่ผิวผลไม้

คำนำ

ในปัจจุบันการเกษตรได้เข้ามามีบทบาทสำคัญ ในระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยและทั่วโลก ผลผลิตทางการเกษตรสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรและนำรายได้เข้าสู่ประเทศมากขึ้น จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2542-2544 (นิรนาม, 2544) ว่า ขณะนี้ประเทศไทยส่งออกสินค้าทั้งหมด 2,209,458 ล้านบาท เป็นสินค้าจำพวกเกษตรและผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น 550,116 ล้านบาท ดังนั้นการพัฒนาทางด้านการเกษตรด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ สามารถทำให้เกษตรกรลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มผลกำไรให้แก่เกษตรกร ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อเกษตรกรทำการผลิตได้ผลดีและมีคุณภาพย่อมได้ผลตอบแทนที่สูงขึ้น ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของผลิตผลทางการเกษตร จะนำไปสู่การควบคุมและป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตผลทางการเกษตร (กิตติและชัยยุทธ, 2543) รวมถึงการคาดคะเนผลิตผลที่จะได้ เช่น การหาพื้นที่ผิวของใบไม้และผิวผลไม้ ซึ่งเป็นคุณลักษณะทางกายภาพที่สำคัญตัวหนึ่งที่บ่งบอกถึงอัตราการเจริญเติบโต อัตราการหายใจและอัตราการสังเคราะห์แสงของพืช (Meyer *et al.*, 1970; Street and Opik, 1970) รวมถึงช่วยการประเมินปริมาณปุ๋ยและสารเคมีที่ใช้เพื่อกำจัดศัตรูพืช ปัจจุบันวิธีที่ใช้ในการหาพื้นที่ใบไม้ที่นิยมได้แก่ วิธีการนับตารางสี่เหลี่ยมในกระดาษกราฟและการใช้อุปกรณ์ Planimeter แต่วิธีดังกล่าวใช้ยุ่งยากและเวลานาน การทดสอบหาพื้นที่ผิวใบไม้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของ บัณฑิตและคณะ (2544) พบว่าหาพื้นที่ได้แม่นยำและรวดเร็วในระดับหนึ่ง เนื่องจากโปรแกรมนี้ยังต้องใช้เม้าท์ลากเส้นรอบรูป เพื่อส่งข้อมูลให้โปรแกรมคำนวณหาพื้นที่ต่อ ทำให้เกิดความผิดพลาดในการลากเม้าท์ เนื่องจากค่าที่ออก

มายังคลาดเคลื่อนอยู่ แต่โปรแกรมหาพื้นที่ใบไม้ Version 2 นี้ได้ประยุกต์คำสั่งให้โปรแกรมทำการนับจุดดำทั้งภาพโดยไม่ต้องทำงานร่วมกับเมาท์ แล้วประมวลผลออกมาเป็นค่าพื้นที่ได้เลย ทำให้ไม่เกิดการผิดพลาดจากตัวผู้ทดสอบ ทั้งยังไม่แม่นยำและยุ่งยาก

อุปกรณ์และวิธีการ

ประกอบด้วยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้หาพื้นที่ภาพจาก scanner โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 เป็นพื้นฐานในการเขียนและการทดสอบเปรียบเทียบ การหาพื้นที่จริงกับพื้นที่ที่ได้จากวิธีคอมพิวเตอร์ และวิธี Planimeter

1. การหาพื้นที่ผิวใบไม้ด้วยวิธี Planimeter

วาดรูปมาตรฐานแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ลงในกระดาษ A 4 จากนั้น วาง Planimeter ที่จุดเริ่มต้นที่จะวัดตามเส้นรอบรูปของรูปมาตรฐานที่จะหาพื้นที่ โดยเริ่มจากการตั้งค่าพื้นที่จาก 0 อ่านค่าจากสเกลที่จุดเริ่มต้นและลากแขนวัดไปจนกลับมาสิ้นสุดที่จุดเริ่มต้นอ่านค่าพื้นที่ พร้อมจับเวลา บันทึกค่า จากนั้นทำซ้ำโดยเปลี่ยนเป็นรูปใบไม้แบบต่างๆ ได้แก่ ใบมะยม ใบเฟื่องฟ้า ใบตำลึง ใบแพงพวย ใบผีเสื้อ พร้อมจับเวลา บันทึกค่า แล้วเปลี่ยนเป็นผลไม้ชนิดต่างๆ เช่น ส้ม ลิ้นจี่ กล้วย ชมพู่ ลองกอง จากนั้นทำการหาพื้นที่ของใบไม้และผิวผลไม้ และสมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการสอบเทียบกับรูปมาตรฐาน

2. การหาพื้นที่ผิวใบไม้ด้วยวิธีคอมพิวเตอร์

1.1 ทำการ scan ภาพใบเป็นขาว - ดำ ก่อน เนื่องจากโปรแกรมจะทำการคำนวณโดยนับเฉพาะพื้นที่ที่เป็นสีดำเท่านั้น เมื่อโปรแกรมนับได้พื้นที่สีดำเท่าไหร่ (หน่วย twip) ก็จะนำไปคำนวณต่อเพื่อให้ค่าหน่วยวัดออกมาเป็นตร.ซม. โดยขั้นตอนเริ่มจากการนำใบไม้ไปวางบนกระจกของเครื่องสแกนจากนั้นสั่งสแกนภาพรูปมาตรฐานและใบไม้ โดยปรับให้เป็นภาพขาวดำและลดขนาดเป็น 30% ของพื้นที่จริง บันทึกภาพเป็นภาพนามสกุล .bmp สัญญาณภาพจะถูกส่งเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์โดย PORT USB

1.2 ปฏิบัติการโปรแกรมที่ใช้หาพื้นที่ใบไม้ (Figure 1)

เมื่อเปิดโปรแกรมจะปรากฏ Form 1 ขึ้นอยู่บนหน้าจอจากนั้นจะคลิกปุ่มเข้าสู่โปรแกรมทันทีที่คลิกปุ่มเข้าสู่โปรแกรมจะปรากฏ Form 2 ขึ้นบนหน้าจอ ซึ่งจะประกอบด้วยกรอบแสดงผลจำนวน 5 กรอบ กรอบที่ 1 จะให้เลือก drive ที่ไฟล์รูปภาพของเราอยู่ กรอบที่ 2 จะแสดงไฟล์รูปภาพที่อยู่ใน drive นั้นๆ ซึ่งเราจะเลือกรูปภาพที่เราจะหาพื้นที่ได้ที่กรอบนี้ กรอบที่ 3 จะเป็นกรอบที่แสดงรหัสสีที่เมาส์จรดอยู่ กรอบที่ 4 จะแสดงจำนวนที่ได้จากการนับพื้นที่สีดำ (หน่วย Twip) กรอบที่ 5 แสดงค่าพื้นที่ผิวใบไม้ (หน่วย ตร.ซม.) ดังที่เราต้องการ

1.3 เปิดโปรแกรมหาพื้นที่ที่เขียนไว้

1.4 เปิดรูปที่ต้องการหาพื้นที่ ซึ่งได้จากการสแกนจาก scanner ที่ได้บันทึกไว้

1.5 คลิกปุ่มหาพื้นที่ พิกเซล (pixels) โดยการคลิกปุ่มคำนวณ ซึ่งจะแสดงค่าพิกเซลที่ได้พร้อมเริ่มจับเวลา

1.6 คลิกปุ่มหาพื้นที่ใบไม้โดยคลิกปุ่มคำนวณ ตร.ซม. ก็จะได้ค่าพื้นที่ที่ต้องการ

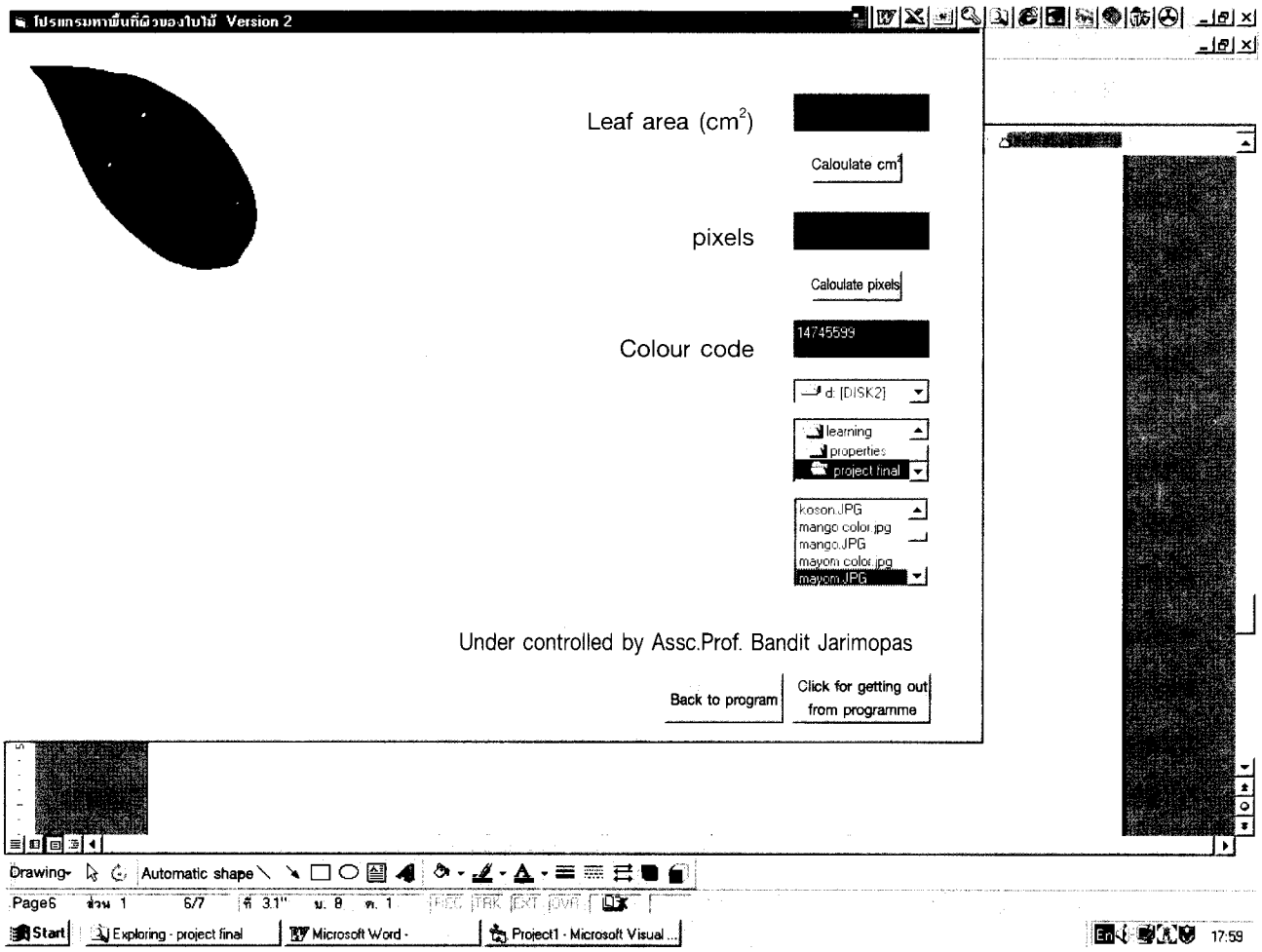

Figure 1. Automatic programme for leaf and fruit surface area calculation

1.7 ทำซ้ำจากข้อ 2-6 โดยใช้รูปมาตรฐานแบบต่างๆ ได้แก่ รูปมาตรฐานแบบสี่เหลี่ยมด้านเท่า และรูปมาตรฐานแบบสามเหลี่ยมหน้าจั่วพร้อมทั้งจับเวลา ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

1.8 นำค่าพิกเซลที่อ่านได้จากคอมพิวเตอร์มาเขียนกราฟสอบเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่พิกเซลจากคอมพิวเตอร์ (แกน x) และพื้นที่จริงของรูปมาตรฐาน (แกน y) เพื่อหาสมการทำนายค่าพื้นที่จากการใช้คอมพิวเตอร์

1.9 ทำซ้ำจากข้อ 2 - 8 โดยใช้รูปใบไม้แบบต่าง ๆ และผิวผลไม้

1.10 หาพื้นที่ของใบไม้และผลไม้จากสมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการสอบเทียบกับรูปมาตรฐาน

ผลการทดลองและวิจารณ์

เมื่อได้ค่าพื้นที่จริงของรูปเหลี่ยมมาตรฐานที่ทราบขนาดแน่นอน (1 ตร.ซม. $\leq$ พื้นที่สี่เหลี่ยม $\leq$ 100 ตร.ซม.) และ (0.5 ตร.ซม. $\leq$ พื้นที่สามเหลี่ยม $\leq$ 50 ตร.ซม.) และค่าพื้นที่ที่คำนวณได้จากคอมพิวเตอร์เป็นค่าพิกเซลและตร.ซม.ที่สมนัยกัน เมื่อนำค่าพื้นที่สี่เหลี่ยมจริง y และพื้นที่ที่หาได้จากคอมพิวเตอร์ x ไป fit สมการ

linear regression ปรากฏว่าได้สมการเชิงเส้นตรง $y = 0.0086x - 0.063$ ($r^2 = 0.9999$) ในขณะที่การ fit สมการ linear regression ระหว่างข้อมูลพื้นที่สามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมจริง กับพื้นที่ที่หาได้จากคอมพิวเตอร์ที่สมนัยกันได้สมการ $y = 0.0086x - 0.1293$ ที่มีสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์สูงมาก ($r^2 = 0.9999$)

สำหรับค่าพื้นที่จริงของรูปสี่เหลี่ยมมาตรฐานที่ทราบพื้นที่จริงที่แน่นอน (1 ตร.ซม. $\leq$ พื้นที่สี่เหลี่ยม $\leq$ 64 ตร.ซม.) และ ค่าพื้นที่ที่คำนวณได้จาก Planimeter ที่สมนัยกัน การนำค่าพื้นที่สี่เหลี่ยมจริง y และพื้นที่ที่หาได้จาก Planimeter P ไป fit สมการ linear regression ปรากฏว่าได้สมการเชิงเส้นตรง $y = 94.87P + 0.1935$ ที่มีสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์สูงมาก ($r = 0.9976$)

ผลการนำวิธีการนับตารางการใช้ Planimeter และการใช้คอมพิวเตอร์ ไปหาพื้นที่ใบไม้ 5 ชนิด คือ ส้ม ลิ้นจี่ กล้วย ชมพู่ และลองกอง ปรากฏว่าสำหรับใบหรือผลไม้หนึ่งๆ ที่มีขนาดเดียวกัน วิธีการคอมพิวเตอร์ใช้เวลาน้อยที่สุด ซึ่งขนาดและรูปร่างของใบไม้น่าจะมีผลกระทบต่อความแม่นยำและเวลาในการคำนวณพื้นที่ ในกรณีของใบมะยมขนาดเล็กพื้นที่ใบประมาณ 7.41 ตร.ซม. และใบตำลึงขนาดเล็กพื้นที่ใบประมาณ 3.08 ตร.ซม. รูปร่างของใบตำลึงที่คดเคี้ยวมากกว่าใบมะยมทำให้ต้องใช้เวลาในการหาพื้นที่ใบตำลึงมากกว่าใบมะยม เมื่อใช้วิธีนับตาราง และการใช้ Planimeter แต่ปรากฏการณ์ลักษณะนี้ส่งผลน้อยมากกับการใช้วิธีคอมพิวเตอร์ สำหรับพื้นที่ใบขนาดเล็กประมาณ 2.19 ซม. อัตราส่วนระหว่างเวลาที่ใช้ในการหาพื้นที่โดยการนับตาราง (T) : วิธี Planimeter (Tp) : วิธีคอมพิวเตอร์ (Tc) เป็น 47.2:3.4:1.0 สำหรับพื้นที่ใบขนาดใหญ่ประมาณ 97.09 ตร.ซม. T:Tp:Tc เป็น 155.8:13.3:1.0 ดังนั้นการวัดโดยวิธีการใช้คอมพิวเตอร์มีข้อดีคือ มีความแม่นยำสูง และใช้เวลาน้อยมากในการหาพื้นที่ แต่มีข้อจำกัดของสแกนเนอร์คือ ใบที่จะนำมาใช้ในการหาพื้นที่ต้องมีลักษณะทางกายภาพแบนคล้ายแผ่นกระดาษ ซึ่งวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ ไม่เหมาะกับการหาพื้นที่ผิวผลไม้เปลือกหนาเนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างจากแผ่นกระดาษ ความหนาของเปลือกจะทำให้เกิดเงา ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการหาพื้นที่ เช่น ในกรณีของกล้วยซึ่งเป็นผลไม้ที่มีความหนาของเปลือกพอสมควร พบว่ามีพื้นที่จากการนับตารางและ Planimeter ใกล้เคียงกันคือ กล้วยขนาดใหญ่ที่มีความหนาของเปลือกพอสมควร พบว่ามีพื้นที่จากการใช้ Planimeter 147.38 ตร.ซม. แต่พบว่าการหาพื้นที่โดยใช้คอมพิวเตอร์มีพื้นที่ 115.31 ตร.ซม. ซึ่งแตกต่างจากการนับตารางถึง 29.78 ตร.ซม. และแตกต่างจากการใช้ Planimeter ถึง 32.07 ตร.ซม. (Table 1)

Table 1. Leaf and fruit surface area and time searching resume from various methods.

Kind of fruit and leaf	Size	Number of pixels obtained	Value from Planimeter	Leaf area from square counting (cm^2)	Area from Planimeter (cm^2)	Area from computer (cm^2)	Time scarching resume			Ratio (T) : (Tp) : (Tc)
							Area from square counting (T) (minute)	Area from Planimeter (Tp) (minute)	Area from computer (Tp) (minute)	
Citrus fruit	Small	6047	0.867	74.89	82.44579	51.9412	1020.12	81.56	1.56	653.9 : 51.6 : 1
	Medium	7537	1.8315	79.89	86.947905	64.7552	1112.11	87.205	2	556.0 : 43.6 : 1
	Large	8300	0.9845	91.44	93.593015	71.317	1200.94	87.995	2.08	577.3 : 42.3 : 1
Lychee fruit	Small	2316	0.239	20.41	22.86743	19.8546	755.43	62.95	1.73	436.6 : 36.3 : 1
	Medium	2347	0.229	23.35	21.91873	20.1212	800.36	67.28	1.81	442.1 : 37.1 : 1
	Large	3132	0.409	31.99	38.99533	26.87	1000.12	83.51	1.86	537.6 : 44.8 : 1
Banana fruit	Small	13274	1.3425	124.08	127.556475	114.0934	720.2	59.72	2.43	296.3 : 24.5 : 1
	Medium	13298	1.542	142.94	146.48304	114.2998	1553.76	129.48	2.43	639.4 : 53.28 : 1
	Large	13415	1.5515	145.09	147.384305	115.306	1543.36	123.04	2.48	622.3 :49.6 : 1
Rose-apple	Small	7547	0.814	73.78	77.41768	64.8412	900.12	75.01	2.05	439.0 : 36.5 : 1
fruit	Medium	10494	1.068	98.42	101.51466	90.1854	1092	91.29	2.19	498.6 : 41.6 : 1
	Large	12218	1.389	124.63	131.96793	105.0118	1500	126.07	2.39	627.6 : 52.7 : 1
Longkong	Small	2211	0.2035	17.34	19.499545	18.9516	270.92	22.91	1.68	161.2 : 13.6 : 1
fruit	Medium	3023	0.327	24.36	31.21599	25.9348	385.38	32.11	1.77	217.7 : 18.1 : 1
	Large	4399	0.469	32.55	44.68753	37.7684	500.4	42.3	1.83	273.4 : 23.1 : 1
Star	Small	869	0.0825	6.74	8.06771	7.4104	80.8	6.65	1.58	51.1 : 4.2 : 1
gooseberry	Medium	1971	0.205	17.44	19.64185	16.8876	120.4	10.2	1.64	73.4 : 6.2 : 1
leaf	Large	3460	0.29	29.11	27.7058	29.693	144.44	11.785	1.72	83.9 : 6.8 : 1
Bougainvillea	Small	270	0.031	2.25	3.13447	2.259	76	5.87	1.59	47.7 : 3.6 : 1
	Medium	1954	0.181	16.55	17.36497	16.7414	104.4	8.7	1.65	63.2 : 5.2 : 1
	Large	2895	0.283	24.8	27.04171	24.834	144.36	12.03	1.81	79.7: 7.2 : 1
Ivy gourd	Small	366	0.073	3.09	7.11901	3.0846	100	7.99	1.59	62.8 : 5.0 : 1
leaf	Medium	4270	0.503	37.44	47.91311	36.659	197.7	16.263	1.79	110.4 : 9.0 : 1
	Large	11297	1.116	97.52	106.06842	97.0912	350.55	29.53	2.25	155.8 : 13.1 : 1
Paeng pruay	Small	262	0.02	2.22	2.0909	2.1902	70.77	5.165	1.5	47.1 : 3.4 : 1
leaf	Medium	861	0.094	7.35	9.11128	7.3416	90.46	7.455	1.61	56.1 : 4.6 : 1
	Large	2224	0.19	19.72	18.2188	19.0634	130.4	10.085	1.71	76.2 : 5.8 :1
Butterfly leaf	Small	527	0.058	4.37	5.69596	4.4692	57.42	4.785	1.5	38.2 : 3.1 : 1
	Medium	1332	0.135	11.3	13.00095	11.3922	94.26	7.855	1.63	57.8 : 4.8 : 1
	Large	3044	0.26	25.67	24.8597	26.1154	130.44	11.18	1.71	76.2 : 6.5 : 1

สรุปผลการทดลอง

ได้ทำการหาพื้นที่ใบไม้โดยเปรียบเทียบ 3 วิธี ได้แก่วิธีคอมพิวเตอร์ การนับตารางและการใช้ Planimeter ซึ่งค่าที่ได้จะเปรียบเทียบกับพื้นที่มาตรฐานที่หาด้วยวิธีเดียวกับ (หน่วยเป็นตร.ซม.) จากการทดสอบพบว่าพื้นที่ที่อ่านได้จากวิธีคอมพิวเตอร์ มีความสัมพันธ์กับค่าพื้นที่ที่ได้จากรูปมาตรฐาน และสามารถหาค่าได้รวดเร็วกว่าวิธีอื่นทั้งค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับพื้นที่มาตรฐานมากกว่าวิธีอื่น แต่เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มีความก้าวหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง ดั้งนั้นเราสามารถนำอุปกรณ์อื่นเข้ามาเชื่อมต่อเพื่อเสริมให้การทำงานโดยใช้คอมพิวเตอร์นั้นสะดวก ถูกต้อง และรวดเร็วมากขึ้นจึงคิดว่าถ้าหากเรานำกล้อง digital เข้ามาปรับใช้กับการหาพื้นที่ใบไม้โดยแทนที่จะสแกนด้วยเครื่อง scaner เราจะใช้การถ่ายรูปเข้ามาช่วยเพื่อทำให้การทำงานนั้นสะดวก และรวดเร็วขึ้น

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (ADB) และโครงการ PRE-SRU เรื่องหน่วยปฏิบัติการวิจัยวิศวกรรม หลังการเก็บเกี่ยว แปรสภาพและบรรจุภัณฑ์ไม้ผล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาสนับสนุนงบประมาณวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กิตติ แจ่มสว่าง และชัยยุทธ เอกวณิชชา. 2543. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลผลิตทางการเกษตร, รายงานปัญหาพิเศษ, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 32 หน้า.

นิรนาม. 2544. สถิติการค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศ. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจ.เอ็น.ที. กรุงเทพฯ. 415 หน้า.

บัณฑิต จริโมภาส, อุดมศักดิ์ กิจทวี, วันปิติ รังสี และสยาม ตุ้มแสงทอง. ระบบการวัดหาพื้นที่ใบไม้แบบอัตโนมัติ. *วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย* 9 (1):57-63

Meyer, B.S., D.B. Anderson and R.H. Bohning. 1960. Introduction to Plant Physiology. D. Van Nostrand Company, Ltd., London. 541 p.

Street, H.E. and H. Opik. 1970. The Physiology of Flowering Plants : Their Growth and Development. Edward Arnold (Publishers) Ltd., London. 263 p.