

การหาพื้นที่ใบจากภาพถ่ายดิจิทัล

Estimation of leaf area using digital image

ปรีชา กาเพ็ชร^{1*}, ชยันต์ ถักดีไทย¹ และ วินัย สรวดี¹

Preecha Kapetch^{1*}, Chayan Pakdeethai¹ and Vinai Sarawat¹

บทคัดย่อ: การหาพื้นที่ใบซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการศึกษาด้านสรีรวิทยาของพืช และวิธีการหาพื้นที่ใบซึ่งมีประเด็นที่น่าสนใจศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการหาพื้นที่ใบที่รวดเร็ว สะดวก และไม่ทำลายใบพืช การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการหาพื้นที่ใบ (LA) ของอ้อยและมันสำปะหลังโดยใช้โปรแกรม Photoshop CS3 หรือความกว้าง (W) และความยาว (L) ของใบ ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ในปี 2553 ทดสอบวิธีการหาพื้นที่ใบโดยใช้ภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัล และวิเคราะห์พื้นที่โดยใช้โปรแกรม Photoshop CS3 จากนั้นนำไปใช้เพื่อหาวิธีการวัดพื้นที่ใบอ้อยและมันสำปะหลังอย่างง่ายชนิดละ 2 พันธุ์ โดยหาความสัมพันธ์แบบเส้นตรงของพื้นที่ใบ กับความกว้าง และความยาว ของใบ ผลการทดลองพบว่า การคำนวณหาพื้นที่ที่กระดาษที่รู้พื้นที่จากภาพถ่าย โดยใช้โปรแกรม Photoshop CS3 มีความสัมพันธ์กับพื้นที่จริง ($R^2=0.9999$) เมื่อนำวิธีการดังกล่าวไปหาวิธีการหาพื้นที่ใบอ้อยและมันสำปะหลังพบว่า พื้นที่ใบอ้อยและมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์มีความสัมพันธ์กับผลคูณของความกว้างและความยาวของใบ ตามสมการ $LA=k(W \times L)$ โดยค่า k มีค่าเท่ากับ 0.691 ($R^2=0.990$), 0.676 ($R^2=0.992$), 0.422 ($R^2=0.990$), และ 0.474 ($R^2=0.985$) ของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3, แอลเค92-11, มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และระยอง 9 ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า การใช้โปรแกรม Photoshop CS3 คำนวณหาพื้นที่ทำได้ง่ายแม่นยำ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการหาพื้นที่ใบได้ หากไม่ต้องการทำลายใบ การหาพื้นที่ใบอ้อยและมันสำปะหลังอย่างง่าย สามารถใช้วิธีการคำนวณจากผลคูณของความกว้างและความยาวของใบ

คำสำคัญ: พื้นที่ใบ อ้อย มันสำปะหลัง

Abstract: Leaf area measurements are required in several physiological studies. There is still an interest for finding measurement methods, especially those are simple, quick and that will not destroy the leaf. The objectives of this study were to establish methods to estimate leaf area (LA) by using Photoshop CS3 or leaf width (W) and length (L). The experiment was conducted at Khon Kaen Field Crops Research Center in 2010. Preliminary test of Photoshop CS3 with areas of digital image was carried out. Then, this method was simply used to find the leaf areas with two cultivars of sugarcane and cassava by linear regression analyses of leaf area versus leaf width and leaf length. The results showed that the correlation between paper area measured from Photoshop CS3 and actual area was very high ($R^2=0.9999$). When the method was applied to measure the leaf areas of two cultivars of sugarcane and cassava, there were good correlation between LA and $W \times L$ following equations $LA=k(W \times L)$ which $k=0.691$ ($R^2=0.990$), 0.676 ($R^2=0.992$), 0.422 ($R^2=0.990$) and 0.474 ($R^2=0.985$) for sugarcane cultivar Khon

¹ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ถนนมิตรภาพ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

¹ Khon Kaen Field Crops Research Center, Mittrapab Road, Muang, Khon Kaen 40000

* Corresponding author: p.kapetch@gmail.com

Kaen 3, LK92-11, cassava cultivar Rayong 72 and Rayong 9, respectively. Results suggest that using Photoshop CS3 for area calculation was accurate and it could be used as a non-destructive method for a simple leaf area measurement of sugarcane and cassava by multiplying leaf width by leaf length.

Key words: leaf area, sugarcane, cassava

บทนำ

พื้นที่ใบของพืช (leaf area) มีความสำคัญเกี่ยวกับกระบวนการหายใจ การสังเคราะห์แสง (Breda, 2003) ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญใน วัฏจักรของคาร์บอน น้ำ และอัตราการเจริญเติบโตของพืช (de Jesus et al., 2001) วิธีการหาพื้นที่ใบทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการวัดโดยตรง โดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป เนื่องจากทำได้ง่ายและมีความน่าเชื่อถือ หรือวิธีการวัดโดยทางอ้อม โดยการคำนวณจากวิธีการต่างๆ เช่น การใช้ภาพถ่ายแบบ fisheye (Anderson, 1971) หรือการใช้แสงสว่างส่องผ่านใบ (Walker et al., 1988) เป็นต้น การวัดโดยทางอ้อมยังไม่มีวิธีการหาค่าพื้นที่ใบใดๆ สมบูรณ์ นำมาใช้ได้ดี และได้รับการยอมรับเท่ากับการวัดโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบโดยตรง แต่ในขณะเดียวกันข้อจำกัดของเครื่องวัดพื้นที่ใบคือมีราคาแพง และเมื่อใช้เป็นเวลานานทำให้ความแม่นยำลดลง ซึ่งต้องใช้อย่างระมัดระวังและมีการปรับความถูกต้องอยู่ตลอดเวลา (Jonckheere et al., 2004) การวิเคราะห์ค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นในอดีตของการวัดพื้นที่ใบทางอ้อมพบว่าเกิดจากวิธีการสุ่มตัวอย่าง หรือการปรับค่าที่ได้จากการคำนวณ ยังทำไม่ถูกต้อง (Weiss et al., 2004) จนในปัจจุบันเมื่อมีการพัฒนาวิธีการวัดพื้นที่ใบอย่างต่อเนื่อง วิธีการวัดพื้นที่ใบที่ทำกันได้ง่ายและมีการยอมรับ ได้แก่ การวัดความกว้างและความยาวใบ ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยม นอกจากเป็นการไม่ทำลายใบพืชแล้วยังสามารถทำได้รวดเร็ว และให้ผลค่อนข้างแม่นยำ และได้มีการศึกษาแล้วกับพืชหลายชนิด เช่น ในแตงกวา และมะเขือเทศ (Balnco and Folegatti, 2003) เผือก (Lu et al., 2004) เกาลัด (Serdar

and Demirsoy, 2006) ถั่วปากอ้า (Peksen, 2007) ดอกฝิ่น (Kumar, 2009) หรือ จิง (Kandiannan et al., 2009) เป็นต้น แต่ยังมีข้อจำกัดคือในพืชบางชนิดยังมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ จำเป็นต้องหาค่าสัมประสิทธิ์เพื่อปรับความถูกต้องของแต่ละพันธุ์ทุกครั้ง จึงยังคงมีความจำเป็นจะต้องใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบอยู่ ขณะที่ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้ก้าวหน้าไปมาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลายๆ โปรแกรมสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการคำนวณหาพื้นที่ใบได้ ซึ่งคาดว่าสามารถทำได้อย่างแม่นยำ สะดวก รวดเร็ว และใช้ได้กับพืชทุกชนิด การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของการใช้โปรแกรม Photoshop CS3 ในการหาพื้นที่ใบเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการหาวิธีการหาพื้นที่ใบอ้อมและแม่นยำหลังโดยไม่มีการทำลายใบพืชต่อไป

วิธีการศึกษา

วิธีการหาพื้นที่จากโปรแกรม Photoshop CS3

ตัดกระดาษเป็นชิ้นขนาด 10 ตารางเซนติเมตร จำนวน 70 ชิ้น วางกระดาษชิ้นที่ 1 ลงบนกรอบสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร และยาว 30 เซนติเมตร ถ่ายภาพไว้โดยกล้องดิจิทัล จากนั้นเพิ่มกระดาษลงไปทีละชิ้น และถ่ายภาพไว้ นำภาพถ่ายที่ได้มาหาพื้นที่โดยโปรแกรม Photoshop CS3 โดยขั้นตอนการหาพื้นที่ที่โดยโปรแกรม Photoshop CS3 ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 หาพื้นที่ของกรอบสี่เหลี่ยม โดยนำเข้าภาพถ่าย แล้วใช้เครื่องมือ rectangular marquee เลือกส่วนที่เป็นกรอบสี่เหลี่ยมขนาด 30x30 เซนติเมตร จากนั้นไปที่เมนู analysis

เลือก record measurement แล้วบันทึกพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมไว้มีหน่วยเป็น pixel; ขั้นตอนที่ 2 หาพื้นที่ของกระดาษ โดยใช้เครื่องมือ magic tool เลือกส่วนของกระดาษ จากนั้นไปที่เมนู analysis เลือก record measurement แล้วบันทึกพื้นที่ของกระดาษไว้มีหน่วยเป็น pixel และ ขั้นตอนที่ 3 คำนวณพื้นที่ของกระดาษให้หน่วยเป็นตารางเซนติเมตรโดยใช้สมการ

$$A = 900P/R$$

เมื่อ A = พื้นที่ของกระดาษ หน่วยเป็นตารางเซนติเมตร

P = พื้นที่ของกระดาษ หน่วยเป็น pixel

R = พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนาด 30x30 เซนติเมตร หน่วยเป็น pixel

ตรวจสอบความถูกต้องโดยนำพื้นที่ของกระดาษที่ได้จากโปรแกรม Photoshop CS3 มาหาความสัมพันธ์แบบเส้นตรงกับพื้นที่จริง

วิธีการหาพื้นที่ใบอ้อยและใบมันสำปะหลัง

ใช้ใบอ้อย 2 พันธุ์ ได้แก่ ขอนแก่น 3 และแอล 92-11 และใบมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ได้แก่ ระยะเวลา 72 และระยะ 9 ขนาดต่างกันจำนวน 150 ตัวอย่างต่อพันธุ์ นำแต่ละใบไปวัดความกว้าง และความยาวของใบ โดยวัดส่วนที่กว้างที่สุดและยาวที่สุดของแต่ละใบ บันทึกค่าความกว้างและความยาวของแต่ละใบ แล้วนำไปหาพื้นที่โดยใช้โปรแกรม Photoshop CS3 ตามขั้นตอนการหาพื้นที่ของกระดาษ บันทึกค่าเป็นพื้นที่ใบจริงของแต่ละใบ หาความสัมพันธ์ของความกว้างและความยาวของใบกับพื้นที่ใบจริงเพื่อทดสอบทางสถิติโดยใช้สมการเส้นตรง ตามสมการ Regression model ดังนี้

$$LA = bW$$

$$LA = bL$$

$$LA = b(W^2)$$

$$LA = b(L^2)$$

$$LA = b(W \times L)$$

เมื่อ LA คือค่าของพื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) W คือค่าความกว้างของใบ (เซนติเมตร) และ L คือค่าความยาวของใบ (เซนติเมตร)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การหาพื้นที่โดยใช้โปรแกรม Photoshop CS3

หาพื้นที่กระดาษโดยใช้โปรแกรม Photoshop CS3 จำนวน 140 ตัวอย่าง ที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 10 ตารางเซนติเมตร จนถึง 750 เซนติเมตร พบว่า ให้ค่าใกล้เคียงกับพื้นที่กระดาษจริงดังสมการ $y = 1.002x$ ($R^2 = 0.9999$) เมื่อ y เท่ากับพื้นที่กระดาษที่คำนวณได้จากโปรแกรม Photoshop CS3 และ x เท่ากับพื้นที่กระดาษจริง (Figure 1)

การใช้โปรแกรม Photoshop CS3 คำนวณหาพื้นที่ มีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย สาเหตุสำคัญเกิดจากการถ่ายภาพ โดยหากถ่ายภาพให้ตั้งฉากกับวัตถุ จะทำให้ได้ค่าใกล้เคียงกับพื้นที่จริงมากที่สุด ขณะที่การทำงานทดลองในเบื้องต้นพบว่า ขนาดความละเอียดของภาพและระยะห่างของกล้องกับวัตถุไม่มีผลต่อการคำนวณพื้นที่ใบ การใช้กรอบสี่เหลี่ยมขนาด 30x30 เซนติเมตร เป็นพื้นที่อ้างอิง ขนาดของพื้นที่อ้างอิงไม่มีผลต่อการคำนวณพื้นที่จริง ดังนั้นการหาพื้นที่อ้างอิง สามารถทำได้อีกหลายวิธีการ เช่น การใช้วัตถุที่ทราบพื้นที่วางไว้ใกล้เคียงกับใบที่ต้องการหาพื้นที่ หรือการใช้กรอบสี่เหลี่ยมขนาดต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับพื้นที่ใบที่ต้องการหา เช่น ถ้าใบมีขนาดเล็ก และจำนวนน้อย อาจใช้กรอบขนาดเล็กได้ หรือใบมีจำนวนมาก อาจใช้กรอบสี่เหลี่ยมที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้การทำงานเร็วขึ้น เป็นต้น ดังนั้นเทคนิคสำคัญเพียงประการเดียวของการถ่ายภาพที่แนะนำคือ การตั้งกล้องให้ตั้งฉากกับวัตถุ

การหาพื้นที่ใบอ้อยและมันสำปะหลัง

การหาพื้นที่ใบอ้อยโดยการวัดค่าความกว้างและความยาวของใบ พบว่า พื้นที่ใบอ้อยและมัน

สำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์มีความสัมพันธ์กับผลคูณของ ความกว้างและความยาวใบ (Table 1)

จากสมการ regression model ในอ้อย พบว่า การใช้ค่าสัมประสิทธิ์ (k) x (ความกว้างสูงสุดของใบ x ความยาวสูงสุดของใบ) นำไปใช้ได้กับการหาพื้นที่ใบ ของอ้อยทั้งพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์แอลเค92-11 และเป็นวิธีการที่ดีที่สุด ($R^2 = 0.9904, 0.9925$ ตามลำดับ) โดยมีค่า k เท่ากับ 0.691 และ 0.676 ตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของ อ้อยทิน (2540) ที่หาค่าพื้นที่ใบโดยใช้สมการ (k) x (ความกว้าง สูงสุดของใบ x ความยาวสูงสุดของใบ) และพบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ (k) ของอ้อย 4 พันธุ์จาก อ้อย 3 กลุ่มพันธุ์ที่มีความกว้างและความยาวของใบ แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7 ขณะที่มันสำปะหลังก็ ให้ผลเช่นเดียวกันกับอ้อย แต่พบว่ามีค่าแตกต่าง ระหว่างพันธุ์มากกว่า โดยค่า k ของมันสำปะหลังพันธุ์ ะยอง 9 และระยอง 72 เท่ากับ 0.474 และ 0.422 ตามลำดับ และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9849 และ 0.9902 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในงานทดลองของ Burgos et al. (2010) พบว่าการคำนวณพื้นที่ใบมันสำปะหลังจาก ความยาวของก้านใบ หรือผลรวมของความยาวแต่ละ กลีบใบ หรือพื้นที่ของกลีบใบกลางสามารถใช้ได้ เช่นกัน

สรุป

การหาพื้นที่จากภาพถ่ายกล้องดิจิทัล โดยใช้ โปรแกรม Photoshop CS3 ทำได้อย่างแม่นยำ เป็น วิธีการที่ทำได้โดยง่าย สะดวก นำไปใช้ทดแทน เครื่องวัดพื้นที่ใบได้ ซึ่งหากไม่ต้องการทำลายใบพืช พบว่าพื้นที่ใบของอ้อยและมันสำปะหลัง มีความสัมพันธ์กับผลคูณระหว่างความกว้างและความ ยาวของใบ หากทราบความกว้างและความยาวของใบ สามารถนำมาคำนวณพื้นที่ใบของอ้อยและมัน สำปะหลังได้ และจากการทดลองหาพื้นที่ใบของอ้อย และมันสำปะหลัง ชนิดละ 2 พันธุ์ พบว่า ยังมีความ

แตกต่างกันระหว่างพันธุ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาค่า สัมประสิทธิ์ (k) ที่เหมาะสมของแต่ละพันธุ์เพื่อใช้ ประเมินค่าพื้นที่ใบจริงจากความกว้างและความยาวใบ การใช้โปรแกรม Photoshop CS3 สามารถนำไปใช้เพื่อ หาค่าสัมประสิทธิ์ได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- อ้อยทิน จันทรเมือง. 2540. ความสัมพันธ์ระหว่าง สภาพแวดล้อมและกระบวนการพัฒนาการ ของอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Anderson, M.C. 1971. Radiation and Crop Structure. pp. 412–466. In Z. Sestak et al. (eds.) Plant Photosynthesis Production. Manual of Methods. Junk, the Hague, the Netherlands.
- Blanco, F.F. and M.V. Folegatti. 2003. A new method for estimating the leaf area Index of cucumber and tomato plants. Horticulture Brasileira, Brasilia 21 : 666-669.
- Breda, N.J. 2003. Ground-based measurements of leaf area index: A review of methods, instruments and current controversies. Journal of Experimental Botany 54 : 2403-2417.
- Burgos, A.M., M.M. Avanza, C.N. Balbi, J. Prause, and J.A. Argüello. 2010. Models for non-destructive leaf area estimation of two cassava (*Manihot esculenta* crantz) cultivars in Argentina. Agriscientia 27 : 55-61.
- de Jesus Jr., W.C., F.X.R. do Vale, R.R. Coelho, and L.C. Costa. 2001. Comparison of two methods for estimating leaf area index on common bean. Agronomy Journal 93 : 989–991.

- Jonckheere, I., S. Fleck, K. Nackaerts, B. Muysa, P. Coppin, M. Weiss, and F. Baret. 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology* 121 : 19–35.
- Kandiannan, K., U. Parthasarathy, K.S. Krishnamurthy, C.K. Thankamani, and V. Srinivasan. 2009. Modeling individual leaf area of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) using leaf length and width. *Scientia Horticulturae* 120 : 532-537.
- Kumar, R. Calibration and validation of regression model for non-destructive leaf area estimation of saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae*. 122 : 142-145.
- Lu, H.Y., C.T. Lu, M.L. Wei, and L.F. Chan. 2004. Comparison of different models for nondestructive leaf area estimation in taro. *Agronomy Journal* 96 : 448-453.
- Peksen, E. 2007. Non-destructive leaf area estimation model for faba bean (*Vicia faba* L.). *Scientia Horticulturae* 113 : 322-328.
- Serdar, U., and H. Demirsoy. 2006. Non-destructive leaf area estimation in chestnut. *Scientia Horticulturae* 108 : 227-230.
- Walker, G.K., R.E. Blackshaw, and J. Dekker. 1988. Leaf area and competition of light between plant species using direct transmission. *Weed Technology*. 2 : 159–165.
- Weiss, M., F. Baret, G.J. Smith, I. Jonckheere, and P. Coppin. 2004. Review of methods for in situ leaf area index (LAI) determination Part II. Estimation of LAI, error and sampling. *Agricultural and Forest Meteorology* 121 : 37-53.

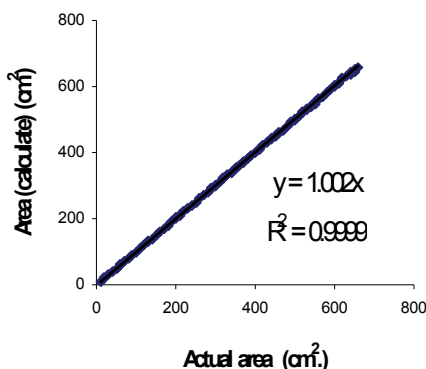


Figure 1 Relationship between paper area calculated by Photoshop CS3 and actual area.

Table 1 Correlations between leaf area and leaf width and/or leaf length

Variable	Regression Models	R ²
Sugarcane CV. Khonkaen 3	Model 1 LA = 82.885W	0.8502
	2 LA = 3.153L	0.7060
	3 LA = 16.434W ²	0.9445
	4 LA = 0.027L ²	0.9092
	5 LA = 0.691 (LxW)	0.9904
Sugarcane CV. LK92-11	Model 1 LA = 79.258W	0.8425
	2 LA = 2.980L	0.7942
	3 LA = 16.876W ²	0.9157
	4 LA = 0.025L ²	0.9123
	5 LA = 0.676 (LxW)	0.9925
Cassava CV. Rayong 9	Model 1 LA = 6.374W	0.7315
	2 LA = 9.452L	0.7723
	3 LA = 0.321 W ²	0.9567
	4 LA = 0.690L ²	0.9748
	5 LA = 0.474 (LxW)	0.9849
Cassava CV. Rayong 72	Model 1 LA = 6.318W	0.7667
	2 LA = 10.188L	0.7772
	3 LA = 0.262W ²	0.9815
	4 LA = 0.676L ²	0.9874
	5 LA = 0.422 (LxW)	0.9902