การคาดการณ์ผลผลิตลำไยโดยใช้เทคนิคการจำแนกระยะไกลและสมการถดถอยหลายตัวแปรเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการผลิต

The Estimate Longan Yield Using Image Processing Technique and Multiple Regression Model for Decisions Support Systems

วรวีรุกรณ์ วีระจิตต์[1] และชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์[2]

บทคัดย่อ

การวางแผนจัดการการผลิตลำไยจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลในการผลิตของเกษตรกรที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตที่จะได้ โดยอยู่ในรูปแบบของเครื่องมือการประมาณการณ์ผลผลิตที่มีความแม่นยำและรวดเร็ว ในงานวิจัยนี้ได้จำแนกชนิดหน่วยแผนที่ดิน (LMU) สำหรับการผลิตลำไยในอ.พร้าว จ.เชียงใหม่ ด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ประกอบด้วยแผนที่อายุต้นลำไย ระบบการใช้น้ำ และระดับความลาดชัน เพื่อสร้างขอบเขตการเลือกตัวอย่างสวนสำหรับเก็บข้อมูลการผลิตรวมถึงบันทึกภาพถ่ายทรงพุ่มในช่วงคลื่นแสงสีแดง เขียว น้ำเงิน (RGB) และชั้นความสัมพันธ์รูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ในขั้นตอนการจำแนกภาพถ่าย (image processing) ด้วยค่าเงื่อนไขเพื่อหาสัดส่วนของพื้นที่ผลลำไยต่อพื้นที่ทรงพุ่ม ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร เพื่อสร้างสมการถดถอยหลายตัวแปร (multiple regression model) เป็นสมการผลผลิตลำไยคาดการณ์ ซึ่งผลที่ได้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ได้ถึงร้อยละ 89 และค่า R^2เท่ากับ 0.79 สามารถนำไปคำนวณหาผลผลิตลำไยล่วงหน้าของพื้นที่ปลูกลำไยในแต่ละชนิดหน่วยที่ดินและสร้างเป็นแผนที่ผลผลิตลำไยเชิงพื้นที่ แผนที่สามารถอธิบายแหล่งผลผลิตลำไยที่สำคัญได้ในระดับแปลง ข้อมูลดังกล่าวมีความสำคัญสำหรับการวางยุทธศาสตร์การจัดการผลผลิตที่จะได้ก่อนถึงช่วงเวลาเก็บผลผลิตจริง รวมถึงการวางแผนการจัดการสวนลำไยของเกษตรกรในด้านต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ:ลำไย, การจำแนกภาพถ่าย, สมการถดถอยหลายตัวแปร, แผนที่, ผลผลิตลำไยคาดการณ์

Abstract

Planning in longan production systems requires a quick and accurate estimation technique. As well as this estimation technique, we present the methodology for the development of a yield estimation method. This research identifies the types of land mapping unit (LMU) for longan production in the Phrao district of Chiang Mai Province by using spatial data. The special data consist of a map of the age of longan trees, the irrigation systems and the gradient of the land. The identification of LMU types allows for the determination of sampling areas for data collection and the photographing of longan bushes with red, green and blue light waves (RGB), and a range of relationship barrier patterns for determining the conditions of image processing. The proportion of fruits to bushes is one

[1]ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[2]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

factor among others gathered from farmer interviews. This information is used to estimate the longan yield equation in a multiple regression form. The equation could explain the relationship of various factors at an accuracy level of up to 89 percent with an R^2 of 0.79. The yield in each LMU is calculated from this equation and this number is used to create an estimated yield map for describing the distribution of longan production at the crop scale. This information is vital for the implementation of production management strategies prior to the actual harvest. The management plan has the added benefit of enabling the farmer to increase resource utilization efficiency.

Keywords: Longan, image processing, Longan yield estimation, decision support systems

บทนำ

การประมาณการผลผลิตลำไยล่วงหน้าช่วยในการวางแผนการจัดการการผลิตลำไยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่ผ่านมาหน่วยงานของภาครัฐได้ใช้วิธีออกสำรวจพื้นที่เพื่อทำการประมาณผลผลิตด้วยประสบการณ์ของเจ้าหน้าที่และสุ่มต้นเพื่อทำการนับผลผลิตตัวอย่าง ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญและใช้เวลาค่อนข้างมาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาแนวทางการประมาณการผลผลิตลำไยล่วงหน้าให้มีความถูกต้องมากขึ้นและลดระยะเวลาการทำงานให้สั้นลง แนวทางหนึ่งที่ใช้คือการบันทึกภาพผลไม้ในขณะที่อยู่บนทรงพุ่มและนำภาพที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของผลที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ เช่น การจำแนกภาพเพื่อนับจำนวนลูกแอบเปิล (Stajnko D. et al., 2004) หรือในการใช้ภาพถ่ายเพื่อจำแนกจำนวนผลส้มซึ่งให้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ (Okamoto and Lee, 2009, Bulanon et al., 2009)

อีกแนวทางหนึ่งคือการใช้แบบจำลองถดถอย (Regression Model) ในรูปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตโดยอาศัยข้อมูลทางสถิติ แบบจำลองอธิบายถึงจำนวนปัจจัยที่เกี่ยวข้องรวมทั้งลักษณะการส่งผลของปัจจัยเหล่านั้น สร้างเป็นผลผลิตคาดการณ์ได้ (Jaikla et al., 2008; Merdun et al., 2006; Schaap and Leij, 1998) โดยส่วนมากจะทำการจำลองในพืชไร่ เช่น แบบจำลองผลผลิตข้าว (Jaikla et al., 2008) ข้าวโพดและถั่วเหลือง (Ainong Li, 2007; Prasad et al., 2006) และข้าวสาลี (Dadhwal and Sridhar, 1997) เป็นต้น

ในการศึกษานี้เป็นการบูรณาการทั้งสองแนวทางเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการประมาณการผลผลิตลำไย รวมถึงการใช้เครื่องมือนี้ในการอธิบายถึงลักษณะการส่งผลต่อผลผลิตในแต่ละปัจจัยที่มีอยู่ของเกษตรกร เพื่อให้สามารถเรียนรู้ความเหมาะสมของการใช้ทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 พื้นที่ศึกษา

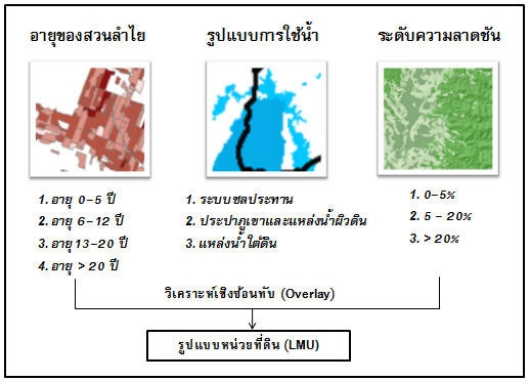
อ.พร้าวอยู่ตอนเหนือของ จ.เชียงใหม่ ตั้งอยู่ในตำแหน่งพิกัดที่ 524000 E 2135000 N มีพื้นที่ 2,021 ตารางกิโลเมตร เป็นอำเภอที่ให้ผลผลิตลำไยมากที่สุดเมื่อเทียบกับอำเภออื่น อีกทั้งในช่วงเวลาที่ผ่านมามีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยเพิ่มขึ้นจาก 5,531 ไร่ ในปี 2542 เป็น 34,151 ไร่ในปี 2551 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552)

2.2 ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ 3 วิธีการร่วมกันได้แก่ ข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS) เทคนิคการวิเคราะห์ภาพระยะไกล (Image processing analysis) และแบบจำลองถดถอยหลายตัวแปร (Multiple regression model) ในการสร้างเครื่องมือคาดการณ์ผลผลิตลำไยตามความแตกต่างกันของพื้นที่ปลูกลำไย จึงทำการสร้างหน่วยแผนที่ในการผลิตลำไยหรือ LMU (Land mapping unit) เพื่อใช้เป็นขอบเขตของการเลือกสวนตัวอย่างในการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบภามและบันทึกข้อมูลภาพถ่ายทรงพุ่มเพื่อวิเคราะห์สัดส่วนพื้นที่ผลลำไยในแต่ละต้น สัดส่วนพื้นที่ผลลำไยเป็นปัจจัยที่สำคัญร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ที่ได้จากการสอบถามนำเข้าสู่การสร้างสมการคาดการณ์ผลผลิตด้วยแบบจำลองถดถอยหลายตัวแปร ขั้นตอนการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 หน่วยแผนที่ดินเพื่อการสุ่มตัวอย่าง (Land mapping unit: LMU)

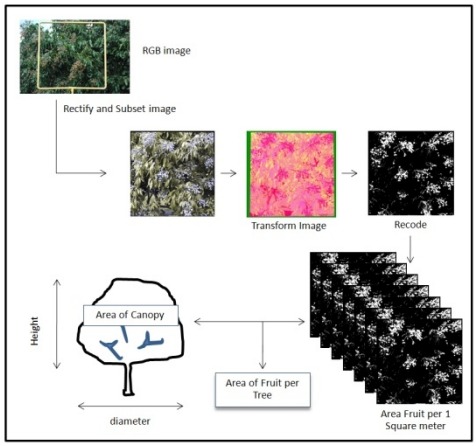
การสร้าง LMU อาศัยข้อมูลเชิงพื้นที่ 3 ชั้นข้อมูล ได้แก่ **1) แผนที่พื้นที่ปลูกลำไยตามอายุ** ได้จากการจำแนกภาพถ่ายออโธสีความละเอียด 0.75 เมตรร่วมกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2549 ของกรมพัฒนาที่ดิน **2) ขอบเขตประเภทการใช้น้ำชลประทาน** เป็นชั้นข้อมูลขอบเขตประเภทการใช้น้ำสำหรับปลูกลำไยในพื้นที่ และ **3) ระดับความลาดชัน** สร้างขึ้นจากแผนที่ชั้นความสูงเชิงตัวเลข (Digital elevation model: DEM) โดยแบ่งระดับความลาดชันออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0-5% 5 - 20% และมากกว่า 20% ชั้นข้อมูลทั้งหมดข้างต้นนำมาทำการวิเคราะห์เชิงซ้อนทับ (Overlay) ด้วยโปรแกรม ArcMap 9.x ดังรูปที่ 1



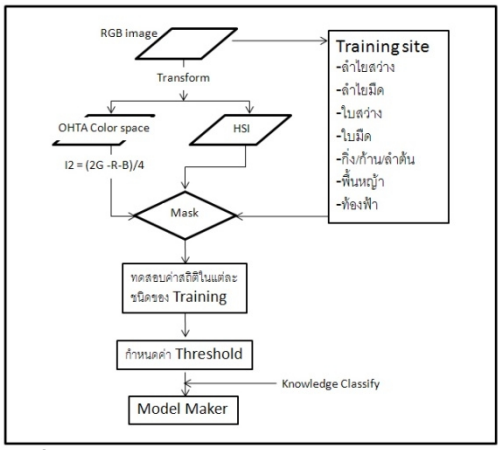
รูปที่ 1 การสร้าง LMU ด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่

2.2.2 การจำแนกผลลำไยบนทรงพุ่มด้วยภาพถ่ายเชิงตัวเลข

ในการวิจัยนี้ได้คัดเลือกสวนตัวอย่าง 30 สวนจาก LMU ทั้งหมดและสุ่มเลือกต้นลำไย 2 ต้นในแต่ละสวนเพื่อบันทึกข้อมูลภาพทรงพุ่มด้วยกล้องดิจิตอล (Digital camera) เป็น RGB ในรูปแบบไฟล์ JPG ภายในช่อง (Region of interest, ROI) ขนาด 1 x 1 เมตร ใน 1 ต้นบันทึก 6ภาพจาก 3 ส่วนของต้น คือ ส่วนล่าง ส่วนกลาง และส่วนบน ได้ทั้งหมด 360 ภาพ นำมาจัดกลุ่มภาพตามสภาวะของภาพ (Condition of image) และนำเข้าโปรแกรม ERDAS 9.0 เพื่อทำการจำแนกสัดส่วนพื้นที่ผลต่อพื้นที่ทรงพุ่มในแต่ละภาพ และคำนวณเป็นสัดส่วนพื้นที่ผลลำไยต่อต้นลำไยแต่ละต้น ขั้นตอนดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงตัวเลข



รูปที่ 3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงตัวเลข

การจำแนกส่วนของผลลำไยออกจากทรงพุ่มอาศัยวิธีแยกองค์ประกอบของวัตถุภาพ (image segmentation) ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถแยกความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏในภาพได้ด้วยลักษณะของวัตถุ (Cheng et al., 2001) และวิธีการจำแนกภาพ (Classification Analysis) ภาพที่บันทึกได้นำมาวิเคราะห์เชิงคลื่นด้วยค่าการสะท้อนของชั้น Red(R) Green(G) และ Blue(B) ร่วมกับการสร้างค่าการสะท้อนใหม่ในรูปแบบของ OHTA color space (Ohta Yu-Ichi & Kanade Takeo,1980) รวมถึงภาพในระบบ IHS ทำให้ได้ข้อมูลภาพที่มีรายละเอียดที่หลากหลายมากขึ้น ค่าการสะท้อนในรูปแบบต่างๆ ข้างต้นของแต่ละภาพถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่า Threshold หรือค่าเงื่อนไขด้วยค่าสถิติของพื้นที่ตัวอย่าง (Training site) ของสิ่งที่ปรากฏในภาพ ได้แก่ ลูกลำไย ใบ กิ่ง ก้าน ลำต้น ท้องฟ้า และพื้นดิน จากนั้นสร้างขั้นตอนของการจำแนกภาพในแต่ละภาพโดยอาศัยเครื่องมือ Model Maker ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นพื้นที่ผลลำไยในแต่ละภาพที่บันทึกได้ ขั้นตอนดังภาพที่ 3

2.2.3 สมการถดถอยหลายตัวแปร

แบบจำลองถดถอยหลายตัวแปร (Regression model) เป็นวิธีทางสถิติในการประมาณค่าของตัวแปรตาม (Dependent variable) ในที่นี้คือปริมาณของผลผลิตลำไย (Y) โดยอาศัยข้อมูลอีกหลายตัวแปร (X_i) เป็นตัวทำนายค่า เรียกว่าแปรอิสระ (Independent variable) ซึ่งมีรูปแบบโดยทั่วไปดังสมการที่ 1

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_1 X_1 + ... + \beta_k X_k \quad .....(1)$$

ในการศึกษานี้ได้สมมติให้สมการผลผลิตลำไยสมมติดังสมการที่ 2

$$YieldPerM2 = \beta_0 + \beta_1(Canopy) + \beta_2(FruitArea) + \beta_3(No_treePerM2) + \beta_4(No_CultivarTreePerM2) + \beta_5(Age) + \beta_6(DayLength) + \beta_7(WaterSystem) + \beta_8(SoilType) +_9(Manage) + \beta_{10}(No_Land) + \beta_{11}(Cost) .. (2)$$

โดย YieldPerM2 คือ ผลผลิตลำไย (กก./ม^2) สมการที่ 3, Canopy คือ พื้นที่ทรงพุ่ม (ซม^2), FruitArea คือ พื้นที่ผลลำไยต่อหนึ่งต้น (ม^2) สมการที่ 4, No_TreePerM2 คือ จำนวนต้นลำไยในพื้นที่ (ต้น/ม^2) สมการที่ 5, DayLength คือ ระยะวันถ่ายภาพจนถึงเก็บผล, No_CultivarTreePerM2 คือ จำนวนต้น

ลำไยที่ให้ผลผลิตในพื้นที่ปลูก (ต้น/ม^2) สมการที่ 6, Age คือ อายุต้นลำไย(ปี), WaterSystem คือ ระบบการให้น้ำ, SoilType คือ ชนิดของดิน, Manage คือ ระดับการดูแล, No_Land คือ จำนวนพื้นที่ถือครอง และ Cost คือ ต้นทุนที่ใช้(บาท)

$$\text{ผลผลิตลำไยที่ได้ต่อตารางเมตร} = \frac{\text{ผลผลิต (กิโลกรัม)}}{\text{ระยะปลูก } X\text{(เมตร)} * \text{ระยะปลูก } Y\text{(เมตร)}} \quad \text{.....(3)}$$

$$\text{พื้นที่ผลลำไยต่อต้น} = \frac{\text{พื้นที่ผลลำไยจากการจำแนก(ตารางเมตร)} * \text{พื้นที่ทรงพุ่ม(ตารางเมตร)}}{6} \quad \text{.....(4)}$$

$$\text{จำนวนต้นลำไยที่ปลูกต่อตารางเมตร} = \frac{\text{จำนวนต้นลำไยที่ปลูก (ต้น)}}{\text{พื้นที่ปลูก (ตารางเมตร)}} \quad \text{.....(5)}$$

$$\text{จำนวนต้นลำไยที่ให้ผลต่อตารางเมตร} = \frac{\text{จำนวนต้นลำไยที่ให้ผลผลิต (ต้น)}}{\text{พื้นที่ปลูก (ตารางเมตร)}} \quad \text{.....(6)}$$

3.ผลการวิเคราะห์

3.1 ข้อมูลขอบเขตหน่วยแผนที่ดิน (Land mapping unit: LMU)

ผลลัพธ์ที่ได้จากการซ้อนทับกันของชั้นข้อมูลได้มา 27 LMU (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของการสร้าง LMU สำหรับพื้นที่ปลูกลำไย

รายละเอียดหน่วยแผนที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	รายละเอียดหน่วยแผนที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)		พื้นที่ (ไร่)
0 - 5 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,0 - 5%	1,683	6 - 12 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,> 20%	724	13 - 20 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,>า 20%	101
0 - 5 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,5 - 20%	1,589	6 - 12 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,0 - 5%	676	13 - 20 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,0 - 5%	165
0 - 5 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,> 20%	253	6 - 12 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,5 - 20%	683	13 - 20 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,5 - 20%	246
0 - 5 ปี,อาศัยน้ำฝน,0 - 5%	659	6 - 12 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,> 20%	168	13 - 20 ปี,อาศัยน้ำฝน,0 - 5%	2,661
0 - 5 ปี,อาศัยน้ำฝน,5 - 20%	834	6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,0 - 5%	5,194	13 - 20 ปี,อาศัยน้ำฝน,5 - 20%	2,748
0 - 5 ปี,อาศัยน้ำฝน,> 20%	917	6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,5 - 20%	5,361	13 - 20 ปี,อาศัยน้ำฝน,> 20%	524
6 - 12 ปี,ระบบชลประทาน,0 - 5%	338	6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,> 20%	1,697	21 - 30 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,0 - 5%	138
6 - 12 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,0 - 5%	5,014	13 - 20 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,0 - 5%	2,103	21 - 30 ปี,อาศัยน้ำฝน,0 - 5%	264
6 - 12 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,5 - 20%	3,655	13 - 20 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,5 - 20%	1,154	21 - 30 ปี,อาศัยน้ำฝน,5 - 20%	162

3.2 การจำแนกลำไยในทรงพุ่มด้วยภาพถ่ายเชิงตัวเลข

3.2.1 สภาวะของการบันทึกภาพ

การจัดกลุ่มของข้อมูลภาพตามสภาวะต่างๆ เพื่อกำหนดค่าในการสร้างเครื่องมือการจำแนกที่แตกต่างกัน สามารถจัดกลุ่มได้ทั้งหมด 5 กลุ่ม ดังตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 4

ก) มีแดด/สว่างน้อย	ข) มีแดด/สว่างปานกลาง	ค) มีแดด/สว่างมาก	ง) ไม่มีแดด/สว่างน้อย	จ) ไม่มีแดด/สว่างปานกลาง

รูปที่ 4 สภาวะของการบันทึกภาพ

3.2.2 การแปลงค่าชั้นข้อมูลภาพ

การแปลงค่าข้อมูลบันทึกภาพในระบบ RGB ไปสู่ระบบ IHS เป็นเทคนิคที่สำคัญในการปรับค่าไปสู่ระบบที่อาศัยความเข้มของแสงเป็นตัวกำหนดระดับของสีที่ปรากฏ นอกเหนือจากนี้ยังได้ใช้รูปแบบความสัมพันธ์ตามการทดสอบของ Ohta yu-ichi ที่เรียกว่า OHTA color space (Guo Feng et al., 2008) ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ความสัมพันธ์ตามสมการ (2*R-G-B)/4 และ (2*G-R-B)/4 เนื่องจากมีผลที่ชัดเจน รวมถึงได้อาศัยค่า Redness ที่ได้จาก 3*R-G+B ค่าทั้งหมดนี้สามารถเน้นภาพในส่วนที่เป็นลูกลำไยได้อย่างชัดเจน

3.2.3 **ค่าเงื่อนไขของการจำแนกพื้นที่ผลลำไยจากภาพ**

สิ่งที่ปรากฏในภาพมี 7 ประเภท ในแต่ละประเภทจะถูกคำนวณค่าสถิติในทุกชั้นข้อมูลของภาพด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) ได้ผลลัพธ์สรุปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างประเภทที่ปรากฏในภาพ

ประเภท	Red	Green	Blue	Hue	(2G-R-B)/4	(2R-G-B)/4	3R-G+B	3G-R+B
ลำไยสว่าง	169	164	139	119	5	8	204	183
ลำไยมืด	93	91	71	125	4	6	119	107
ใบสว่าง	166	197	136	144	23	0	165	289
ใบมืด	41	61	50	186	7	-7	13	90
กิ่ง/ก้าน	104	109	97	146	4	0	106	125
พื้นหญ้า	76	84	66	160	6	1	78	110
ท้องฟ้า	254	255	254	41	0	0	252	255

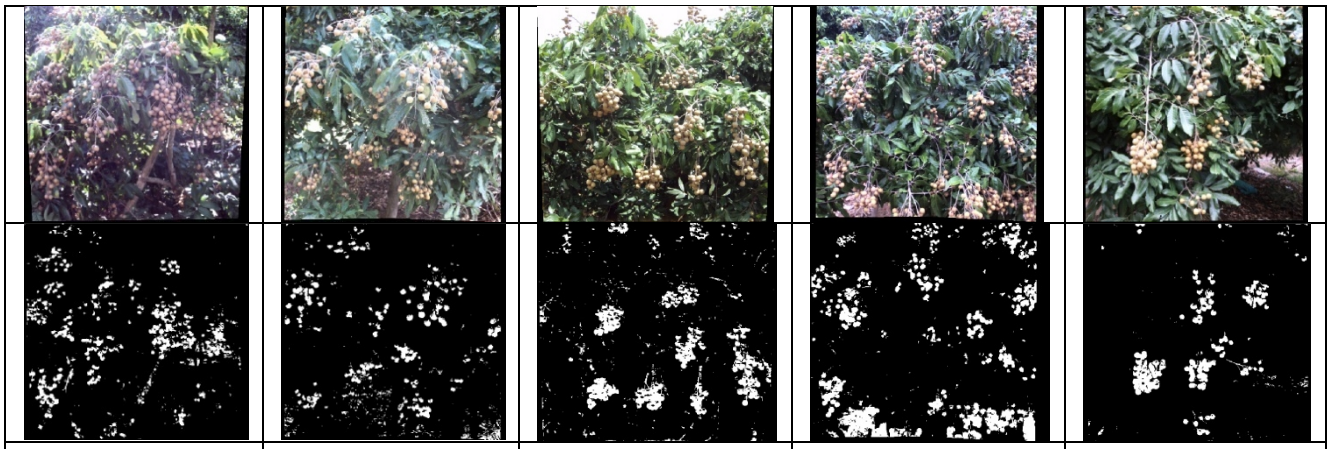
นอกจากนี้ยังได้ได้อาศัยรูปแบบของความสัมพันธ์ในลักษณะของความแตกต่างกันของค่าสะท้อนระหว่างชั้นข้อมูลเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ พบว่าแต่ละรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างชั้นข้อมูลช่วยเพิ่มความชัดเจนในการกำหนดค่าเงื่อนไขสำหรับการจำแนกได้มากกว่าการใช้ค่าตั้งต้นเพียงอย่างเดียว จากความสัมพันธ์หลายรูปแบบที่ทำการทดสอบได้ 7 รูปแบบของความสัมพันธ์ที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกภาพแต่ละกลุ่มสภาวะภาพดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเงื่อนไขสำหรับการแยกพื้นที่ผลลำไยออกจากพื้นที่อื่นๆ ในแต่ละกลุ่มสภาวะภาพ

	(R-G) - (G-R)	(R-B) - (G-R)	(2R-G-B)/4 - (2G-R-B)/4	R-G	R-B	HUE	3R-G+B
กลุ่มภาพที่ 1	> -2	> 15	> 0	-	-	-	-
กลุ่มภาพที่ 2	> 0	> 15	> 0	-	-	-	-
กลุ่มภาพที่ 3	> 15	> 40	> 5	-	-	-	-
กลุ่มภาพที่ 4	> 20	> 20	> 5	-	-	-	-
กลุ่มภาพที่ 5	> 0	-	-	> 0	> 30	-	-
กลุ่มภาพที่ 6	-	-	-	-	> 30	< 145	> 140

3.2.4 การจำแนกพื้นที่ผลลำไยด้วยค่าเงื่อนไข

ค่าเงื่อนไขข้างต้นเป็นค่ากำหนดในขั้นตอนการจำแนกด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า Model maker โดยกำหนดค่าที่เหมาะสมในแต่ละภาพตั้งต้น (Input image) ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพพื้นที่ผลลำไย (Output image) และตารางพื้นที่ผลลำไย (Fruit area table) เพื่อรวบรวมเป็นสัดส่วนพื้นที่ผลลำไยต่อต้น การจำแนกด้วยวิธีการนี้มีความรวดเร็วและได้ผลลัพธ์ของการจำแนกที่ดี ความถูกต้องโดยรวม (accuracy assessment) สูงสุดร้อยละ 92.3 และค่า Kappa เท่ากับ 0.935 ในขณะความถูกต้องเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 80 และค่าเฉลี่ย Kappa เท่ากับ 0.765 ผลของการจำแนกด้วยเครื่องมือดังกล่าวแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 5 ก-จ



ก)มีแดด/แสงน้อย	ข)มีแดด/แสงปานกลาง	ค)มีแดด/แสงมาก	ง)ไม่มีแดด/แสงน้อย	จ)ไม่มีแดด/แสงปานกลาง

รูปที่ 5 ผลของการจำแนกด้วยขั้นตอนของการกำหนดเงื่อนไข

3.3 สมการถดถอยหลายตัวแปร

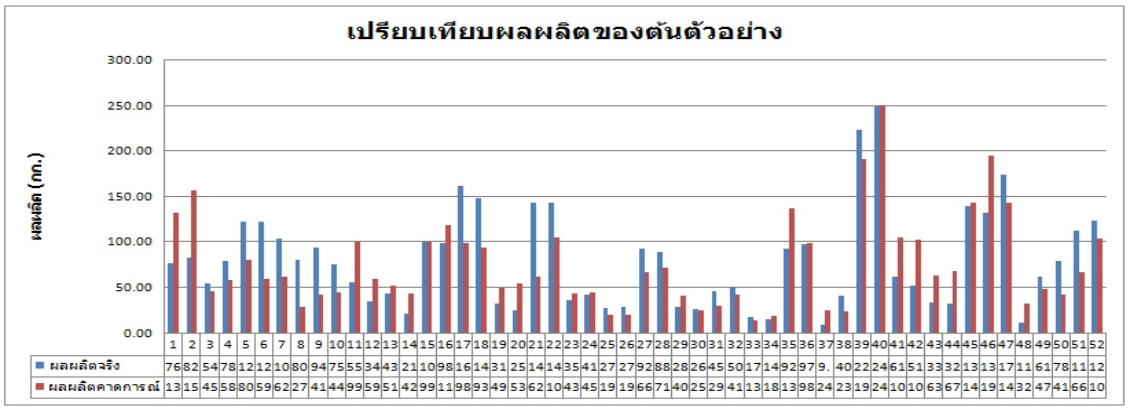
วิธีการสร้างสมการอาศัยโปรแกรม SPSS Statistic 17.0 (IBM Corporation 2010) ด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์การถดถอย (Regression) เพื่อนำปัจจัยแต่ละตัวเข้าสู่สมการ ความเหมาะสมของปัจจัยแต่ละตัวจะพิจารณาด้วยค่า Partial Correlation (ค่า Sig) ที่มีค่าต่ำกว่า 0.05 เพื่อหาปัจจัยหรือตัวแปรที่มีความเหมาะสมที่จะสามารถอยู่ในสมการได้โดยการทดสอบนำปัจจัยเข้า-ออกจากสมการในขั้นตอนการวิเคราะห์จนกว่าจะได้ผลลัพธ์เป็นสมการที่มีความเหมาะสมมากที่สุดและไม่มีปัจจัยใดที่ส่งผลต่อสมการที่ได้อีก ขั้นตอน

นี้จะพิจารณาจากค่า R^2 (r square) และค่า t-Statistic ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99.95 จากการวิเคราะห์ดังกล่าวได้รูปแบบของสมการแสดงดังสมการที่ 7

Ln_YieldPerM2 = 0.649(*Ln_FruitArea*) – 1.095(*Ln_No_TreePerM2*) + 1.152(*Ln_No_CultivarTreePerM2*)
- 0.859(*Ln_No_Land*) + 0.326(*Ln_WaterSystem*) + 0.463(*ln_SoilType*)..... (7)

โดยสมการทั้งหมดอยู่ในรูปแบบ Nomal logarithm และ YieldPerM2 คือ ผลผลิตลำไย (กก./ม^2), FruitArea คือ พื้นที่ผลลำไยต่อหนึ่งต้น (ม^2), No_TreePerM2 คือ จำนวนต้นลำไยในพื้นที่ (ต้น/ม^2), No_CultivarTreePerM2 คือ จำนวนต้นลำไยที่ให้ผลผลิตในพื้นที่ปลูก (ต้น/ม^2), No_Land คือ จำนวนพื้นที่ถือครอง, WaterSystem คือ ระบบการให้น้ำ, SoilType คือ ชนิดของดิน

จากการวิเคราะห์มีทั้งหมด 6 ปัจจัยที่มีความสำคัญและยอมรับได้ในทางสถิติ (ค่า sig น้อยกว่า 0.05) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตลำไย โดยมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเท่ากับร้อยละ 89 และการนำสมการจากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มาใช้ในการประมาณการผลผลิตลำไยจะมีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.54 (Std. error 0.5352) ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 และค่า Durbin Watson's statistics เท่ากับ 1.37 ซึ่งถือว่าสมการผ่านการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปทางสถิติ สมการที่ได้มาเมื่อนำไปทดสอบการประมาณการย้อนกลับด้วยข้อมูลชุดทดสอบพบว่าส่วนใหญ่จะมีความใกล้เคียงกันระหว่างค่าผลผลิตประมาณการกับผลผลิตจริง โดยเปรียบเทียบกันได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 เปรียบเทียบผลผลิตประมาณการกับผลผลิตจริง

จากตารางพบว่าผลผลิตรวมที่ได้จากการประมาณการณ์ได้มาทั้งสิ้น 3,912.5 กิโลกรัม ในขณะที่ผลผลิตที่บันทึกได้จริงจากต้นตัวอย่างอยู่ที่ 4125.55 กิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันเท่ากับ 202.95 กิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 4.93 ของผลผลิตที่เก็บได้จริง โดยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของสมการดังกล่าวเท่ากับร้อยละ 12.73

3.4.การประมาณการผลผลิตลำไยด้วยแบบจำลอง

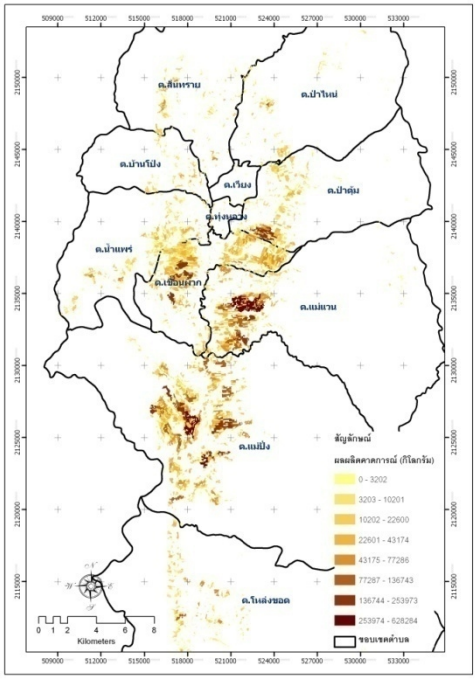
สมการที่ได้เมื่อนำไปใช้ในการประมาณการผลผลิตลำไยตามหน่วยแผนที่การปลูกลำไยสำหรับ อ.พร้าว ด้วยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสามารถคำนวณเป็นผลผลิตลำไยเฉลี่ยต่อไร่ของแต่ละประเภทของหน่วยแผนที่ และจากการที่ลำไยเป็นพืชที่ให้ผลดีปีเว้นปี ปีที่ให้ผลผลิตไม่ดีจะมีผลผลิตลดลงจากปีที่ให้ผลผลิตดีประมาณร้อยละ 35 (อุทัย เซี่ยงเจ็น, 2547) ในแต่ละต้นจะมีรอบปีที่ให้ผลได้ดีแตกต่างกัน อีกทั้งปัญหาจาก

ภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นระหว่างช่วงระยะเวลาตั้งแต่ติดผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นเหตุให้ต้นลำไยบางต้นมีความผันผวนของผลผลิตที่ได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้กำหนดความคลาดเคลื่อนของตัวเลขผลผลิตเพื่อทดสอบตัวเลขให้มีแนวโน้มไปในทิศทางที่เหมาะสม โดยตั้งสมมติฐานว่าในแต่ละสวนให้ผลร้อยละ 50 ถึง 100 ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยของการติดผลในระดับร้อยละ 60 ถึง 80 มีค่าใกล้เคียงกับค่าผลผลิตที่สำรวจพบในพื้นที่ โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 899.64 ถึง 1,049.58 กก/ไร่ ตามลำดับ ผลลัพธ์ที่ได้สามารถสร้างแผนที่ผลผลิตลำไยประมาณการและคำนวณแยกตามพื้นที่ตำบลเปรียบการคาดการณ์จากหน่วยงานได้ดังรูปที่ 7

สรุป

วิธีการจำแนกภาพถ่ายทรงพุ่มด้วยการกำหนดเงื่อนไขทำให้ได้ค่าสัดส่วนผลผลิตลำไยก่อนการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญสำหรับการสร้างแบบจำลองถดถอยหลายตัวแปรสำหรับคาดการณ์ผลผลิตลำไยในแต่ละประเภทของหน่วยที่ดิน ผลของการศึกษาสามารถใช้แสดงปริมาณผลผลิตคาดการณ์ได้ โดยสามารถกำหนดร้อยละของการติดผลได้และสร้างแผนที่ระดับของผลผลิตลำไยคาดการณ์เพื่อใช้อธิบายแหล่งผลผลิตลำไยที่สำคัญในระดับอำเภอจนกระทั่งถึงระดับแปลง ซึ่งผลจากการคาดการณ์ที่แม่นยำสามารถใช้ในการวางแผนนโยบายล่วงหน้าสำหรับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการเตรียมพร้อมสำหรับการวางยุทธศาสตร์ในการจัดการผลผลิตที่จะได้ นอกจากนี้ปัจจัยต่างๆ ที่อยู่ในแบบจำลองสามารถบอกถึงลักษณะความสัมพันธ์กับผลผลิตที่จะได้ ซึ่งสามารถนำไปอธิบายถึงการวางแผนการผลิตลำไยของเกษตรกรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การศึกษาครั้งนี้ได้สร้างแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมในหลายๆ ด้าน ทั้งในส่วนของวิธีการจำแนกภาพถ่ายที่สามารถทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบวิธีการที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้กับวิธีการอื่นๆ หรือการสร้างสมการถดถอยหลายตัวแปรที่สามารถเพิ่มเติมปัจจัยอื่นๆ ที่สำคัญเข้าไปเพิ่มเติมในสมการเพื่อให้สามารถอธิบายผลของการประมาณการณ์ผลผลิตลำไยมีรายละเอียดมากยิ่งขึ้น สิ่งเหล่านี้จะได้ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในโอกาสต่อไป



ตำบล	พื้นที่จากแผนที่[1]	ผลผลิตจากสมการ[2]	พื้นที่ลงทะเบียน[3]	ผลผลิตคาดการณ์ปี 52/53[4]	ผลผลิตคาดการณ์ปีที่ดี[5]
ทุ่งหลวง	151	131,217	504	403,200	504,000
น้ำแพร่	3,203	1,964,226	2,012	1,609,600	2,012,000
บ้านโป่ง	891	719,370	1,178	942,400	1,178,000
ป่าตุ้ม	3,573	1,905,752	2,034	1,627,200	2,034,000
ป่าไหน่	1,055	835,457	1,379	1,103,200	1,379,000
สันทราย	2,318	1,813,288	1,560	1,248,000	1,560,000
เขื่อนผาก	7,969	4,979,807	6,087	4,869,600	6,087,000
เวียง	43	34,855	586	468,800	586,000
แม่ปั๋ง	12,161	10,855,302	11,259	9,007,200	11,259,000
แม่แวน	6,096	5,511,310	5,540	4,432,000	5,540,000
โหล่งขอด	2,939	2,493,929	2,806	2,244,800	2,806,000
รวม	40,400	31,244,516	34,945	27,956,000	34,945,000

แหล่งข้อมูล [1]จากฐานข้อมูลเชิงพื้นที่, [2] คำนวณจากสมการถดถอยหลายตัวแปรที่ระดับการติดผลร้อยละ 65, [3,4,5] จากสำนักงานเกษตรอำเภอพร้าว

[3] พื้นที่ปลูกที่เกษตรกรทำการลงทะเบียนกับสำนักงานเกษตรอำเภอพร้าว, [4] ผลผลิตคาดการณ์จากเจ้าหน้าที่ในปีผลิต 2552-2553

[5] ผลผลิตคาดการณ์จากเจ้าหน้าที่ในปีที่ดี (on year)

รูปที่ 7 ผลผลิตคาดการณ์เชิงพื้นที่จากการประมาณการติดผลที่ 65% และผลผลิตรายตำบล

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่. 2552. พื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 2551. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: http://chiangmai.doae.go.th/reports/stat_plan/stat_plantproduction51-52.pdf (3 มกราคม 2553).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. ข้อมูลการผลิตพืชสินค้าเกษตรที่สำคัญ. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: http://www2.oae.go.th/Prcai/area.php (3 มกราคม 2553).

อุทัย เซี่ยงเจ็น. 2547.ระบบสนับสนุนการตัดสินใจผลผลิตทางการเกษตรผ่านอินเตอร์เน็ต. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Ainong Li S.L., Angsheng Wang, and Jun Qin. 2007. Estimating Crop Yield from Multi-temporal Satellite Data Using Multivariate Regression and Neural Network Techniques. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 73: 1149-1157.

Bulanon D.M., Burks T.F. and Alchanatis V. 2009. Image fusion of visible and thermal images for fruit detection. ***Biosystems Engineering*** 103: 12-22.

Cheng H.D., Jiang X.H., Sun Y. and Wang J. 2001. Color image segmentation: advances and prospects. ***Pattern Recognition*** 34: 2259-2281.

Dadhwal V.K., and V.N. Sridhar. 1997. A non-linear regression form for vegetation index-crop yield relation incorporating acquisition date normalization. International Journal of Remote Sensing 18: 1403 — 1408.

Feng. G., C. Qixin, and N. Masateru. 2008. Fruit Detachment and Classification Method for Strawberry harvesting Robot. *International Journal of Advanced Robotic Systems* 5:41-48.

Jaikla R., S. Auephanwiriyakul, and A. Jintrawet. 2008. Rice Yield Prediction using a Support Vector Regression method. Proceedings of IEEE ECTI-CON 2008 Krabi Thailand: 29-32.

Merdun H., C. Ozer, R. Meral, and M. Apan. 2006. Comparison of artificial neural network and regression pedotransfer functions for prediction of soil water retention and saturated hydraulic conductivity. Soil and Tillage Research 90: 108-116.

Okamoto H. and Lee W.S. 2009. Green citrus detection using hyperspectral imaging. ***Computers and Electronics in Agriculture*** 66: 201-208.

Prasad A.K., L. Chai, R.P Singh, and M. Kafatos. 2006. Crop yield estimation model for Iowa using remote sensing and surface parameters. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 8: 26-33.

Schaap M.G. and F.J. Leij. 1998. Using neural networks to predict soil water retention and soil hydraulic conductivity. Soil and Tillage Research 47: 37-42.

Stajnko D., Lakota M. and Hocevar M. 2004. Estimation of number and diameter of apple fruits in an orchard during the growing season by thermal imaging. ***Computers and Electronics in Agriculture*** 42: 31-42.