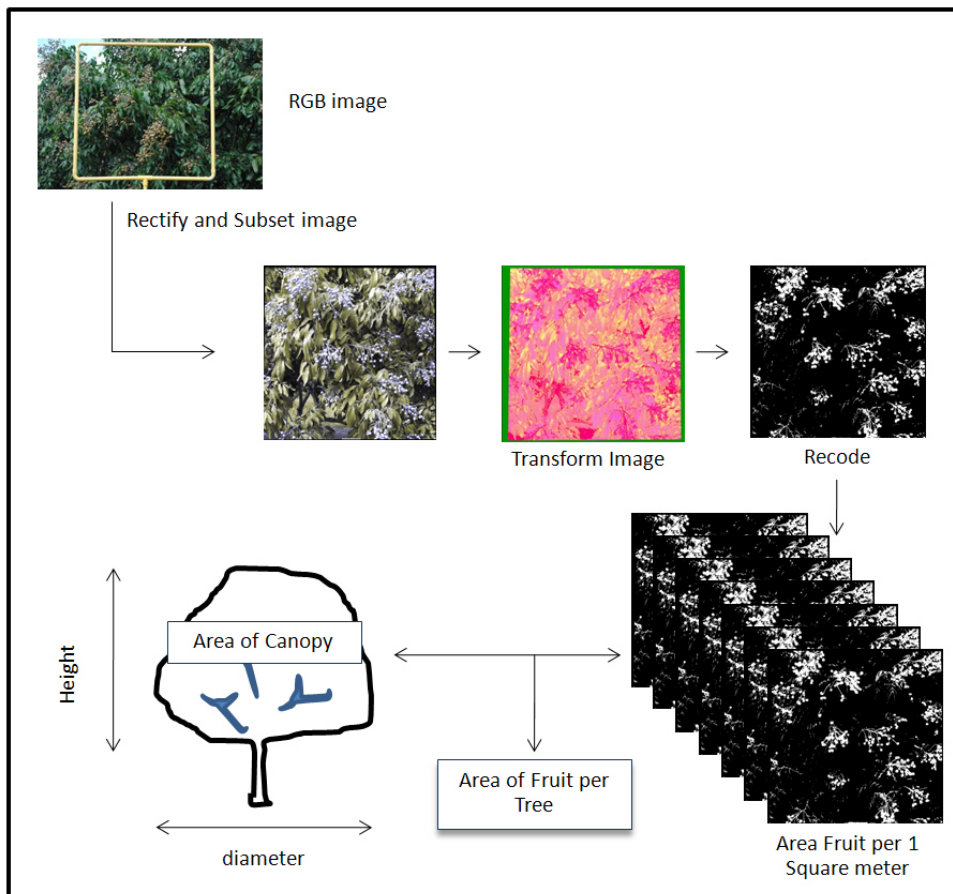




รูปที่ 4-6 สภาพะของการบันทึกภาพ

4.3.2 การจำแนกข้อมูลภาพ

ขั้นตอนของการจำแนกข้อมูลภาพนั้นเริ่มต้นจากการเตรียมข้อมูลภาพให้พร้อมสำหรับโปรแกรม จากนั้นแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบต่างๆ เพื่อสร้างค่าที่สามารถกำหนดความแตกต่างของพื้นที่ผลล้าไยกับพื้นที่อื่นๆ ในภาพได้ จากนั้นจำแนกเพื่อหาพื้นที่ในแต่ละภาพ ก่อนที่จะรวมจากภาพตัวอย่างทั้งหมดเป็นตัวเลขของต้นตัวอย่างในแต่ละต้น ดังรูปที่ 4-7



รูปที่ 4-7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงตัวเลข

4.3.3 การเตรียมข้อมูลภาพถ่าย

ขั้นตอนของการวิเคราะห์ภาพเพื่อจำแนกส่วนที่เป็นผลลำไยออกจากจากส่วนอื่นๆ ที่บันทึกได้ในภาพแต่ละภาพนั้นอาศัยเทคนิคของการวิเคราะห์ทาง Remote sensing เป็นพื้นฐาน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม ERDAS Imagine 9.0 (Leica Geosystems Geospatial Imaging, 2008) เป็นโปรแกรมหลักในการทำงาน โดยตลอดทั้งขั้นตอนของการจำแนกจะอาศัยค่าของการบันทึกที่เก็บไว้เป็นค่าของช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (visible wavelength) ใน 3 ชั้นข้อมูลบันทึกที่อยู่ในรูปแบบ Red Green Blue ซึ่งภาพที่บันทึกได้จะเป็นภาพที่ขนาดใหญ่กว่าขอบเขตที่เราสนใจ ดังนั้นในขั้นตอนแรกจึงต้องมีการเตรียมความพร้อมของข้อมูลภาพด้วยการมีการตัดภาพส่วนอื่นๆ ที่ไม่ต้องการออกเพื่อให้มีข้อมูลภายใต้กรอบของ ROI เท่านั้น ในขณะเดียวกันภาพที่บันทึกได้มาหลายๆ ภาพมักจะเกิดการบิดเบี้ยวอันเกิดจากตำแหน่งที่ยืนถ่ายของผู้บันทึกภาพไม่มีความเหมาะสม โดยเฉพาะภาพที่ถ่ายจากต้นลำไยที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีความลำบากในการบันทึกภาพแต่ละตำแหน่งเป็นอย่างมาก ในบางภาพจึงมีความจำเป็นต้องเข้าสู่ขั้นตอนของการปรับแก้ความบิดเบี้ยวของภาพให้อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด ผลของการปรับแก้ขึ้นอยู่กับระดับความ

บิดของภาพ หากมีการบิดเพียงเล็กน้อยก็จะสามารถปรับแก้ได้ผลลัพธ์ที่ดี แต่หากมีความบิดค่อนข้างมาก การปรับแก้ภาพให้ตรงจะให้ผลได้ไม่ดีมากนัก ดังรูปที่ 4-8 นอกจากนั้นในขั้นตอนการเตรียมความพร้อมของข้อมูลภาพยังได้ทำการปรับแก้ขนาดความละเอียดของภาพด้วยการแก้ไขความกว้างของพิกเซล (Pixel size) ให้มีขนาดตามต้องการด้วยวิธีการ Resample ในงานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้รายละเอียดภาพให้มีขนาดความกว้างของแต่ละช่องของพิกเซลเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร ทั้งนี้โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ภาพทุกภาพที่เตรียมมีขนาดของพิกเซลเท่ากันในขณะที่ภาพที่ได้ยังสามารถรักษาความคมชัดของภาพต้นฉบับไว้ได้มากที่สุดซึ่งจะส่งผลต่อผลการจำแนกในภายหลังได้



รูปที่ 4-8 การปรับแก้ความเบี้ยวของภาพที่บันทึกได้

4.3.4 การแปลงค่าชั้นข้อมูลภาพ

ข้อมูลภาพที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมความพร้อมของข้อมูลภาพจะเข้าสู่ขั้นตอนของการแปลงค่าของการบันทึกให้อยู่ในรูปแบบอื่นๆ ที่สามารถปรับค่าให้มีความหลากหลาย และกระจายค่าการสะท้อนให้มียละเอียดมากยิ่งขึ้น การปรับค่าให้เป็นค่าต่างๆ จะทำให้ภาพที่ได้มีความชัดเจนของวัตถุต่างๆ ในแต่ละภาพ ซึ่งช่วยให้สามารถจำแนกข้อมูลภาพได้เป็นอย่างดี การแปลงค่าข้อมูลบันทึกภาพในระบบ RGB ไปสู่ระบบ IHS เป็นเทคนิคที่สำคัญในการปรับค่าไปสู่ระบบที่อาศัยความเข้มของแสงเป็นตัวกำหนดระดับของสีที่ปรากฏ โดย I: Intensity เป็นความเข้มของสี ซึ่งกำหนดความเข้มขึ้นของสีที่เป็นอยู่ H : Hue เป็นประเภทของสี หรือเจดสีกำหนดค่าของสีต่างๆ และ S: Saturation เป็นความอิ่มตัวของสี เป็นค่าในการกำหนดความมากน้อยของระดับความเข้มของสีที่มีอยู่ ซึ่งระบบของ IHS จะแตกต่างจากระบบ RGB ที่ใช้หลักการ

ผสมระหว่างแม่สี 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เข้าด้วยกันเป็นสีต่างๆ ดังนั้นจึงอาศัยประโยชน์จากความแตกต่างของทั้งสองระบบมาใช้ร่วมกันในการวิเคราะห์ภาพ

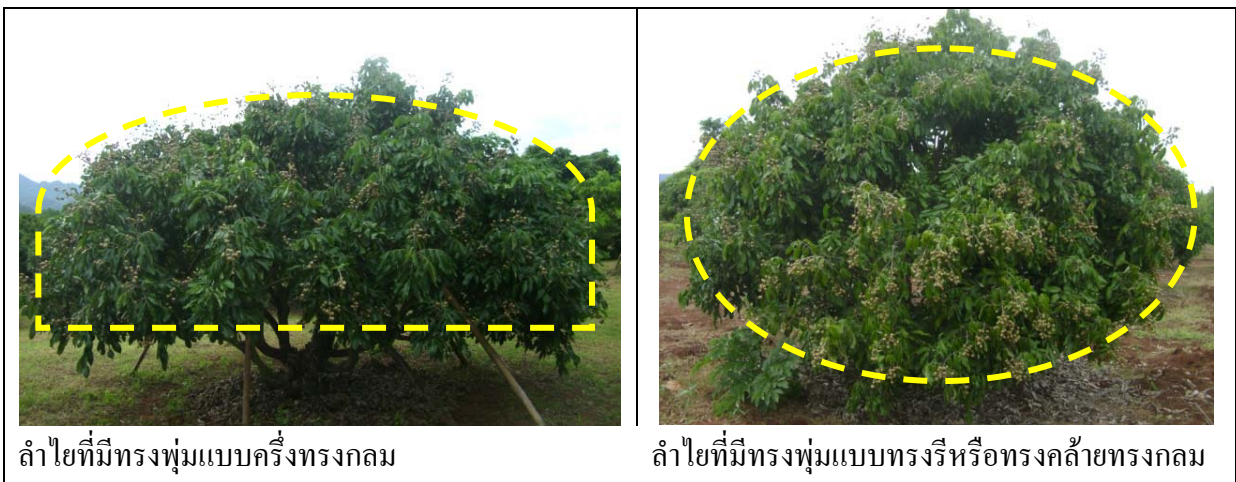
นอกเหนือจากยังได้ทำการแปลงค่าของข้อมูลภาพให้อยู่เป็นค่าอื่นๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ของค่าระหว่าง Red Green และ Blue ที่บันทึกได้ เช่น การใช้รูปแบบความสัมพันธ์ตามการทดสอบของ Ohta yu-ichi ที่เรียกว่า OHTA color space ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นตรง (linear) และสามารถทำได้ในเวลาอันรวดเร็ว (Guo Feng et al., 2008) โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้ความสัมพันธ์ตามสมการ $(2R-G-B)/4$ และ $(2G-R-B)/4$ เนื่องจากสามารถเน้นภาพในส่วนที่เป็นลูกกลายได้อย่างชัดเจน นอกเหนือจากนี้ยังใช้การแปลงค่าให้เป็นค่า Redness โดยใช้สมการ $3R-G+B$ และความสัมพันธ์อื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 4-3

ชั้นข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์หลายรูปแบบ จะถูกนำไปเป็นชั้นข้อมูลในการกำหนดค่า Threshold ของการจำแนกในรูปแบบต่างๆ เพื่อแยกพื้นที่ที่เป็นผลลลายออกจากพื้นที่อื่นๆ ในภาพ จากนั้นคำนวณหาพื้นที่เป็นตัวเลขเพื่อนำไปหาพื้นที่ของผลลลายต่อต้นลลายตัวอย่าง โดยเทียบจากพื้นที่ของลูกกลายในภาพตัวอย่าง 6 ภาพกับพื้นที่ทรงพุ่มของต้นนั้นๆ ได้ผลลัพธ์เป็นพื้นที่ของลูกกลายต่อพื้นที่ทรงพุ่มดังสมการที่ 4.1 เพื่อใช้เป็นตัวเลขสำหรับขั้นตอนต่อไป

$$\frac{\text{พื้นที่ผลลลายรวม 6 ภาพตัวอย่างของต้น A} \times \text{พื้นที่ทรงพุ่มต้นตัวอย่าง A}}{\text{พื้นที่รวมของ 6 ภาพตัวอย่างของต้น A}} \dots\dots\dots (4.1)$$

4.3.5 พื้นที่ทรงพุ่ม

ทรงพุ่มของต้นลลายที่พบในพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบหลักๆ ได้แก่ ทรงครึ่งวงกลม และทรงรี ซึ่งรูปทรงของต้นลลายจะเห็นได้อย่างชัดเจนในกรณีที่ต้นลลายมีการจัดการที่ดี มีการตัดแต่งกิ่งอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ในฤดูให้ผลผลิตต้นลลายมีความสมบูรณ์ทั้งด้านของใบ ดอก และลำต้น จะมีเพียงบางส่วนซึ่งเป็นส่วนน้อยที่มีความสมบูรณ์ต่ำเนื่องจากไม่ได้รับการดูแลที่เพียงพอส่งผลให้ทรงพุ่มของต้นลลายเป็นลักษณะอื่นๆ ที่แตกต่างกันออกไป ดังรูปที่ 4-9



รูปที่ 4-9 ลักษณะทรงพุ่มของต้นลำไย

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ลักษณะทรงพุ่มที่เป็นทรงรีหรือทรงคล้ายทรงกลมและรูปร่างครึ่งทรงกลมเป็นหลักในการหาพื้นที่ทรงพุ่มของต้นตัวอย่าง โดยได้ทำการบันทึกในการสำรวจภาคสนามเพื่อใช้เป็นข้อมูลบ่งบอกลักษณะทรงพุ่มสำหรับในแต่ละต้น โดยพื้นที่ทรงพุ่มในรูปแบบทรงรีหรือทรงคล้ายทรงกลม ซึ่งต้นตัวอย่างที่เป็นรูปร่างกรณีนี้ทั้งหมดเป็นทรงคล้ายทรงกลมแบบแบนชั่ว คำนวณได้จากสมการที่ 4.2

$$\text{พื้นที่ผิวทรงรี} = \pi(2a^2 + \frac{b^2}{e} \log \frac{1+e}{1-e}) \dots\dots\dots(4.2)$$

โดย $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, ค่าความเบี้ยวของทรงรี

a = ความสูงของต้น

b = ความกว้างของต้น

และกรณีต้นรูปร่างครึ่งทรงกลมพื้นที่คำนวณได้จากสูตรในสมการที่ 4.3

$$\text{พื้นที่ผิวครึ่งทรงกลม} = 2\pi r^2 \dots\dots\dots(4.3)$$

r = รัศมีของทรงพุ่ม

จากการคำนวณพื้นที่ที่สามารถหาพื้นที่ทรงพุ่มในแต่ละต้นได้ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 พื้นที่ทรงพุ่มของต้นตัวอย่าง

รหัส	หน่วยแผนที่ดิน	รหัส	ผลผลิต (กก)	พื้นที่ทรงพุ่มรี (cm ²)	ครึ่งทรงกลม (cm ²)
L3140	0 - 5 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 0 - 5%	314001	97.40	3,240,565.70	769,690.20
		314002	67.90	1,678,148.61	565,486.68
L3141	0 - 5 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 0 - 5%	314101	68.50	2,380,823.78	565,486.68
		314102	22.40	1,678,148.61	565,486.68
L3130	0 - 5 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 5 - 20%	L31301	76.70	2,778,740.02	565,486.68
		L31302	82.80	3,207,764.28	565,486.68
L3126	0 - 5 ปี, อาศัยน้ำฝน, 0 - 5%	L31261	54.3	1,653,349.84	392,699.08
		L31262	78.4	2,352,841.58	392,699.08
L3006	0 - 5 ปี, อาศัยน้ำฝน, 5 - 20%	L30061	121.80	2,380,823.78	565,486.68
		L30062	122.50	1,099,311.09	565,486.68
L3146	6 - 12 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 0 - 5%	L31461	103.00	1,639,229.46	304,106.17
		L31462	80.50	689,995.97	251,327.41
L022	6 - 12 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 0 - 5%	L0221	94.10	1,408,370.72	392,699.08
		L0222	75.40	1,408,370.72	392,699.08
L3035	6 - 12 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 5 - 20%	L30351	55.70	4,312,474.81	1,570,796.33
		L30352	34.10	3,240,565.70	769,690.20
L3092	6 - 12 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 5 - 20%	309201	43.40	2,380,823.78	565,486.68
		309202	21.50	1,678,148.61	565,486.68
L025	6 - 12 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 5 - 20%	L0251	100.2	1,658,191.55	424,743.33
		L0252	98.3	1,653,349.84	392,699.08
L3133	6 - 12 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, มากกว่า 20%	L31331	28.90	4,159,265.20	565,486.68
		L31332	22.80	4,125,874.80	392,699.08
L3120	6 - 12 ปี, แหล่งน้ำใต้ดิน, 0 - 5%	L31201	161.2	1,653,349.84	392,699.08
		L31202	248	1,653,349.84	392,699.08
L3012	6 - 12 ปี, แหล่งน้ำใต้ดิน, 5 - 20%	301201	31.80	1,316,020.74	565,486.68
		301202	25.30	1,562,492.14	643,398.18

ตารางที่ 4-2 (ต่อ) พื้นที่ทรงพุ่มของต้นตัวอย่าง

รหัส	หน่วยแผนที่ดิน	รหัส	ผลผลิต (กก)	พื้นที่ทรงพุ่มรี (cm ²)	ทรงพุ่มทรง กลม(cm ²)
L3030	6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,0 - 5%	L30301	143.30	5,314,420.33	1,005,309.65
		L30301	153.40	6,613,399.38	1,570,796.33
L3032	6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,0 - 5%	L30321	35.90	2,380,823.78	565,486.68
		L30322	41.90	3,207,764.28	565,486.68
L3061	6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,0 - 5%	L30611	27.30	2,352,841.58	392,699.08
		L30612	27.80	2,352,841.58	392,699.08
L3071	6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,0 - 5%	L30711	92.10	2,058,108.39	392,699.08
		L30712	88.90	2,058,108.39	392,699.08
L3072	6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,5 - 20%	307201	28.80	2,441,393.97	1,005,309.65
		307202	26.40	616,739.90	304,106.17
L3003	6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,มากกว่า 20%	L30031	45.10	1,373,284.11	565,486.68
		L30032	50.90	1,373,284.11	565,486.68
L3052	13 - 20 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,0 - 5%	L30521	17.20	1,078,118.70	392,699.08
		L30522	14.50	1,058,143.90	251,327.41
L3113	13 - 20 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,0 - 5%	L31131	92.60	4,232,575.60	1,005,309.65
		L31132	97.20	4,232,575.60	1,005,309.65
L3168	13 - 20 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,0 - 5%	316801	9.10	2,380,823.78	565,486.68
		316802	40.70	1,653,349.84	392,699.08
L3169	13 - 20 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,0 - 5%	L31691	223.20	3,207,764.28	565,486.68
		L31692	148.80	4,232,575.60	1,005,309.65
L3098	13 - 20 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,5 - 20%	L30981	61.6	4,232,575.60	1,005,309.65
		L30982	51.85	3,275,000.89	1,005,309.65
L014	13 - 20 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,5 - 20%	1401	33.30	4,159,265.20	565,486.68
		1402	32.60	4,159,265.20	565,486.68
L3131	13 - 20 ปี,ระบบชลประทาน,5 - 20%	L31311	339.00	4,159,265.20	565,486.68
		L31312	332.00	5,235,538.27	565,486.68

ตารางที่ 4-2 (ต่อ) พื้นที่ทรงพุ่มของต้นตัวอย่าง

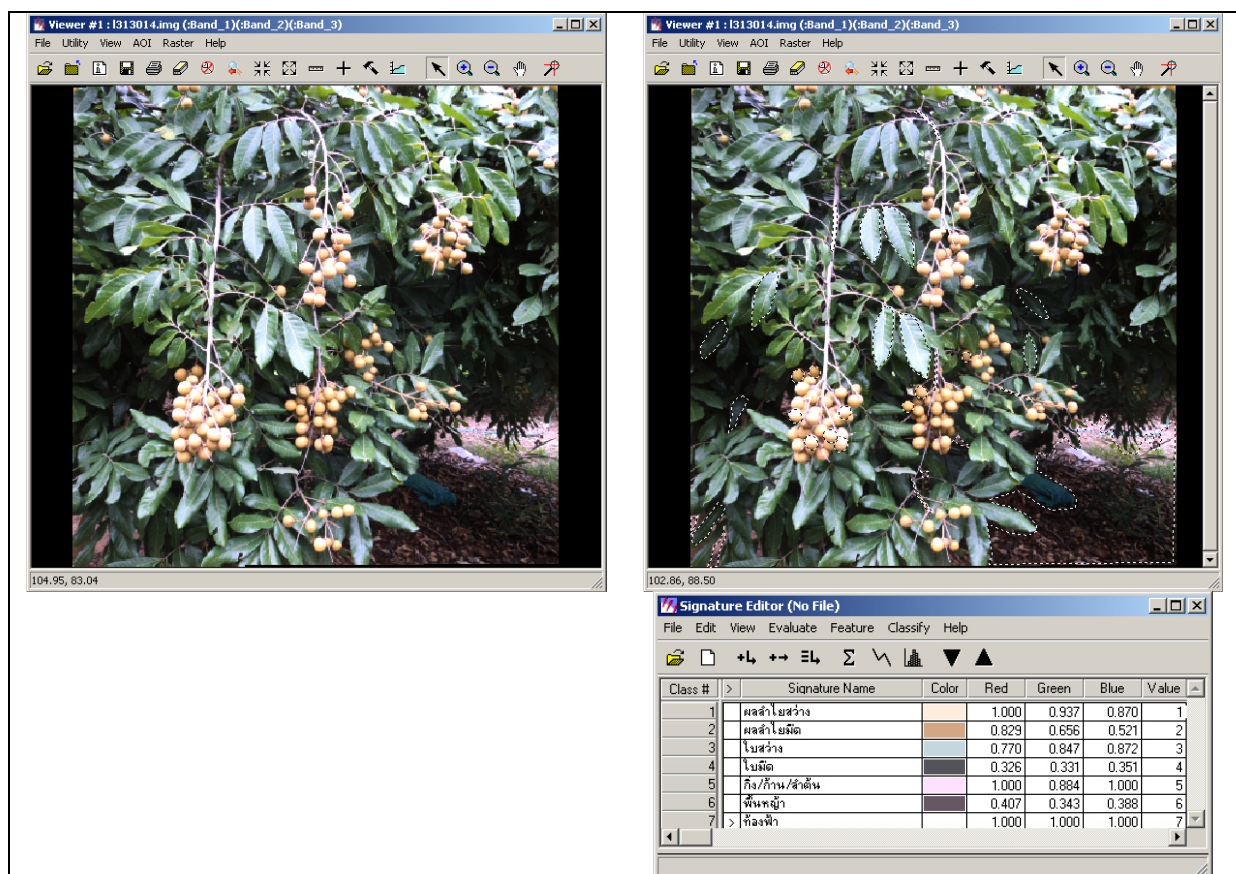
รหัส	หน่วยแผนที่ดิน	รหัส	ผลผลิต (กก)	พื้นที่ทรงพุ่มรี (cm ²)	ทรงพุ่มทรงกลม(cm ²)
L3011	13 - 20 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,มากกว่า 20%	301101	574.00	6,613,399.38	1,570,796.33
		301102	11.10	1,316,020.74	565,486.68
L3063	13 - 20 ปี,อาศัยน้ำฝน,0 - 5%	L30631	61.2	1,653,349.84	392,699.08
		L30632	78.8	1,678,148.61	565,486.68
L3070	13 - 20 ปี,อาศัยน้ำฝน,5 - 20%	307001	112.70	2,759,983.88	1,005,309.65
		307002	123.30	3,240,565.70	769,690.20

4.4 แบบจำลองการวิเคราะห์พื้นที่ผลลำไยจากภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ภาพสำหรับงานวิจัยนี้ได้แก่การหาพื้นที่ของส่วนที่เป็นผลลำไยในแต่ละภาพที่บันทึกได้ ซึ่งโดยทั่วไปการบันทึกภาพทรงพุ่มลำไยนั้น นอกเหนือจากส่วนที่เป็นผลลำไยแล้ว ส่วนที่เป็นใบ กิ่ง ก้าน ลำต้น พื้นดิน พื้นหญ้า และท้องฟ้าก็ถูกบันทึกอยู่ในแต่ละภาพด้วยเช่นกัน ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นตอนของการจำแนก (Classification) ส่วนที่เป็นผลลำไยให้แยกออกจากส่วนอื่นๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็น พื้นที่ผล (fruit area) กับ พื้นหลัง (Background) โดยใช้การจำแนกแบบใช้พื้นฐานองค์ความรู้ (knowledge base classify) นั่นคือการวิเคราะห์เพื่อหาค่า Threshold ที่เหมาะสมสำหรับการแบ่งค่าการสะท้อนของชั้นข้อมูลภาพ RGB ระหว่างส่วนที่เป็นผลลำไยกับส่วนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผลลำไย ซึ่งในที่นี้จะวิเคราะห์ค่า Threshold โดยการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานในแต่ละชั้นข้อมูลด้วยพื้นที่ฝึก (Training site) ของแต่ละชนิดของสิ่งที่ปรากฏอยู่ในแต่ละภาพ ด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์ทางด้านรีโมทเซนซิง ได้แก่ ERDAS 9.0 ค่าการแบ่งที่เหมาะสมจะถูกนำมาเป็นองค์ความรู้สำหรับการสร้างแบบจำลอง (model) ในการวิเคราะห์ภาพด้วยเครื่องมือ Model maker ของโปรแกรม ผลลัพธ์ของการ model จะเป็นภาพ พื้นที่ผลลำไยกับพื้นที่อื่นๆ รวมถึงตารางพื้นที่ผลลำไย (ตารางเซนติเมตร) ของแต่ละภาพด้วย

ในขั้นตอนแรกได้ทำการคัดเลือกภาพตัวอย่าง ตามกลุ่มของสภาวะการถ่ายภาพที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น 5 กลุ่มสภาวะการบันทึกภาพ ในแต่ละสภาวะทำการคัดเลือกภาพตัวอย่างสภาวะละ 5 ภาพ เพื่อใช้เป็นภาพสำหรับทดสอบค่าสถิติต่างๆ จากนั้นทำการตรวจสอบประเภทของวัตถุที่ปรากฏในแต่ละภาพอย่าง

ละเอียด จากการตรวจสอบพบว่า มี 7 ประเภทที่แตกต่างกัน ได้แก่ ส่วนที่เป็นผลลำไยที่มีความสว่างของแสงมาก (ผลลำไยสว่าง) ส่วนที่เป็นผลลำไยที่มีความสว่างของแสงน้อย (ผลลำไยมืด) ส่วนที่เป็นใบลำไยที่มีความสว่างของแสงมาก (ใบสว่าง) ส่วนที่เป็นใบของลำไยที่มีความสว่างของแสงน้อย (ลำไยมืด) ส่วนที่เป็นกิ่ง ก้าน และลำต้น (กิ่ง/ก้าน/ลำต้น) ส่วนของภาพที่เป็นพื้นดินและหญ้ารวมทั้งพื้นหลังที่เป็นต้นไม้ชนิดอื่นๆ (พื้นหญ้า) และส่วนที่เป็นท้องฟ้า (ท้องฟ้า) ในแต่ละประเภทของวัตถุที่ปรากฏในภาพจะถูกกำหนดให้เป็นประเภทของการคัดเลือกพื้นที่ฝึก (Training site) โดยใช้เครื่องมือ AOI (Area of interest) ของโปรแกรมในการเลือกพื้นที่ของแต่ละประเภท ประเภทละ 5 พื้นที่ฝึก ดังนั้นในแต่ละภาพจะมีพื้นที่ฝึกมากที่สุดที่ 35 พื้นที่ฝึก ซึ่งพบในกรณีที่ภาพนั้นบันทึกในต้นลำไยที่มีขนาดเล็กและมีความโปร่งของลำต้นค่อนข้างมาก แต่หากต้นมีความโปร่งน้อยและเป็นต้นลำไยที่มีขนาดใหญ่ จะพบว่ามีพื้นที่ฝึกที่คัดเลือกได้ตั้งแต่ 20-30 พื้นที่ฝึกเท่านั้น ซึ่งพื้นที่ฝึกของแต่ละภาพจะถูกบันทึกเก็บไว้เพื่อใช้ในการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานของแต่ละชั้นข้อมูลภาพเพื่อนำไปใช้เป็นค่าสำหรับหารูปแบบของความสัมพันธ์ต่อไป ตัวอย่างการคัดเลือกพื้นที่ฝึกดังรูปที่ 4-10



รูปที่ 4-10 การคัดเลือกพื้นที่ฝึก (training site) ของภาพตัวอย่าง

พื้นที่ผิวของแต่ละภาพที่ได้จะเป็นกรอบในการคำนวณค่าสถิติของภาพในทุกชั้นข้อมูลของภาพ ได้แก่ค่า Red Green Blue ค่าของชั้น redness ค่าของชั้น IHS ค่าของชั้น OHTA color space ต่างๆ ซึ่งได้กล่าวถึงในข้างต้นแล้ว ตามกลุ่มสภาวะของภาพที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 กลุ่ม โดยค่าสถิติที่คำนวณจากโปรแกรมได้แก่ ค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความแปรปรวน (Standard deviation) ผลของค่าสถิติที่ได้แสดงดังตารางที่ ซึ่งเพื่อพิจารณาค่าสถิติจากตารางพบว่าในชั้นข้อมูล Red Green Blue ที่บันทึกตั้งต้น ส่วนที่เป็นท้องฟ้าจะเป็นส่วนที่มีค่าการสะท้อนสูงซึ่งในภาพจะมองเห็นเป็นสีขาว แตกต่างจากส่วนอื่นๆ ในภาพ รวมทั้งพื้นที่ส่วนที่เป็นใบที่มีจะมีค่าการสะท้อนค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 40-60 ทำให้ทั้งสองส่วนดังกล่าวสามารถจำแนกออกจากส่วนอื่นๆ ในภาพได้ในขั้นต้น เมื่อพิจารณาในส่วนที่เป็นลำไยทั้งส่วนที่มีความสว่างมากกับส่วนที่มีความสว่างน้อย จะมีค่าแตกต่างกัน โดยที่ส่วนของลำไยสว่างมีค่าการสะท้อนเฉลี่ยของทั้ง 3 ชั้นข้อมูลในช่วงค่า 139-169 ซึ่งช่วงค่าดังกล่าวจะไปทับซ้อนหรือใกล้เคียงกับส่วนของบริเวณใบที่มีความสว่างมาก รวมทั้งในส่วนของลำไยที่มีความสว่างน้อยซึ่งมีค่าสะท้อนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 71-93 จะพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับพื้นที่ส่วนที่เป็นพื้นหญ้า ดังนั้นในการจัดกลุ่มด้วยค่า Red Green Blue ตั้งต้นจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่สามารถแยกส่วนได้ทั้งหมด 4 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกัน ได้แก่ ท้องฟ้า ใบมีด ลำไยสว่าง/ใบสว่าง ลำไยมีด/พื้นหญ้า/กิ่งก้าน ดังนั้นจึงได้ทำการพิจารณาค่าของชั้นข้อมูลที่ได้ Transform เป็นรูปแบบอื่นๆ จากตาราง ค่า Hue ของภาพส่วนที่เป็นลำไยสว่างกับส่วนที่เป็นใบสว่างจะมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน โดยส่วนที่เป็นผลลำไยจะมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่า และในส่วนที่เป็นผลลำไยที่มีความสว่างน้อยจะมีค่า Hue ที่ต่ำกว่าส่วนที่เป็นกิ่งก้านและพื้นหญ้า ดังนั้นจึงสามารถนำไปเป็นส่วนร่วมในการจำแนกได้ นอกเหนือจากนี้ยังได้พิจารณาค่าเฉลี่ยของชั้นข้อมูลอื่นๆ ที่ทำการแปลงค่าข้างต้น พบว่าในแต่ละชนิดของพื้นที่ผิวที่ค่าเฉลี่ยทั้งที่มีความแตกต่างกันและใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่า OHTA color space ที่ใช้ช่วงคลื่นสีแดง (Red) เป็นหลัก $((2R-G-B)/4)$ จะมีค่าเฉลี่ยที่สูงในส่วนของผลลำไยทั้งที่มีความสว่างมากและมีความสว่างน้อย ซึ่งมีความแตกต่างกันกับส่วนอื่นๆ ของภาพที่มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ รวมถึงค่าของ $3R-G+B$ และ $3G-R+B$ ที่เป็นค่ามาตรฐานสีแดงและสีเขียวตามลำดับ ก็เป็นชั้นข้อมูลที่มีประโยชน์ในการใช้เป็นองค์ความรู้ร่วมกับชั้นข้อมูลอื่นๆ ในการสร้างค่า Threshold สำหรับการวิเคราะห์ภาพถ่ายผลผลิตลำไยได้เป็นอย่างดี จากค่าสถิติทั้งหมดทำให้สามารถเห็นถึงแนวโน้มของความแตกต่างในแต่ละส่วนที่ปรากฏภายในภาพ เพื่อใช้เป็นแนวทางกำหนดค่าเงื่อนไขสำหรับการจำแนกพื้นที่ผลลำไยต่อไปได้

ตารางที่ 4-3 ค่าสถิติพื้นฐานเปรียบเทียบระหว่างประเภทที่ปรากฏในภาพ

	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

อย่างไรก็ตาม จากค่าสถิติพื้นฐานของแต่ละชั้นข้อมูลจากตารางที่ ยังไม่สามารถบ่งบอกถึงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ที่ฝึกในแต่ประเภทได้อย่างชัดเจน จึงได้อาศัยรูปแบบของความสัมพันธ์ในลักษณะของความแตกต่างกันของค่าสะท้อนระหว่างชั้นข้อมูลเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ เนื่องจากในแต่ละชั้นข้อมูลที่ได้นับที่มานั้นต่างก็ให้สารสนเทศ (Information) ที่แตกต่างกัน เนื่องจากการบันทึกข้อมูลภาพ 3 ชั้นข้อมูลดังกล่าวในรูปแบบ RGB ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่ตามองเห็นนั้นจะมีการบันทึกวัดตามค่าการสะท้อนในระยะของความยาวช่วงคลื่น (wavelength) ที่แตกต่างกัน โดยชั้นสีแดงมีความยาวช่วงคลื่นมากกว่าสีเขียวและสีน้ำเงิน ตามลำดับ โดยค่าการบันทึกที่ได้มาพบว่าชั้นข้อมูลช่วงคลื่นสีน้ำเงิน (Blue) มีค่าสะท้อนในส่วนของผลลำไยที่ต่ำกว่าชั้นข้อมูลสีแดงและสีเขียว ความแตกต่างของค่าการสะท้อนระหว่างชั้นข้อมูลจะถูกนำมาเป็นรายละเอียดของปัจจัยสำหรับการกำหนดค่าในการจำแนก ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้พบว่าการใช้ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละรูปแบบของความสัมพันธ์กันระหว่างชั้นข้อมูล จะมีชัดเจนในการกำหนดค่า Threshold สำหรับการจำแนกได้มากกว่าการใช้ค่าตั้งต้นเพียงอย่างเดียว ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบถึงความสัมพันธ์ในหลายรูปแบบ จนกระทั่งพบว่ารูปแบบของความสัมพันธ์ที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกในงานวิจัยครั้งนี้มีทั้งสิ้น 7 รูปแบบ ได้แก่ (R-G) - (G-R), (R-B) - (G-R), (2R-G-B)/4 - (2G-R-B)/4, (3R-G+B), R - G, R - B และ Hue ดังนั้นจึงได้ใช้รูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าวในการหาค่า Threshold เพื่อหาเงื่อนไขต่างๆ สำหรับการจำแนก

4.4.1 ค่า Threshold สำหรับเงื่อนไขของการจำแนก

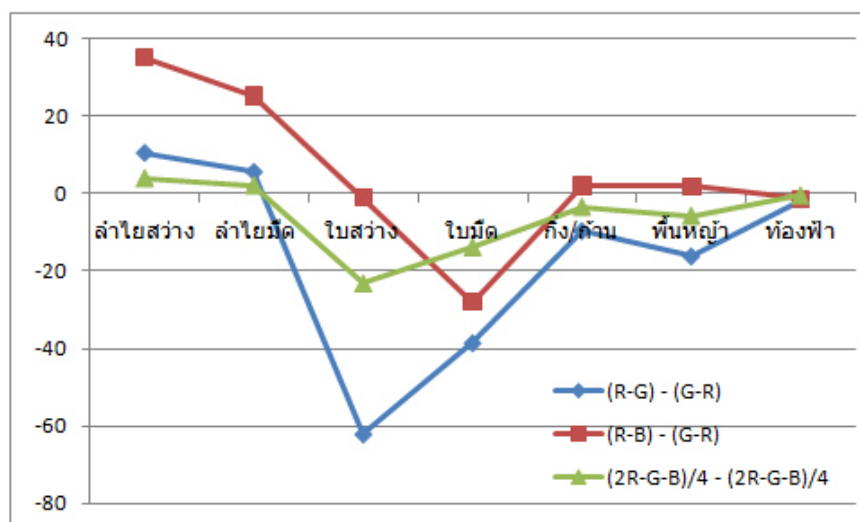
ค่าความแตกต่างของความสัมพันธ์ในแต่ละชั้นข้อมูลของสถานะนี้แสดงดังตารางที่ โดยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างช่วงคลื่นสีแดงกับสีเขียวในรูปแบบ (R-G) - (G-R) มีค่าเฉลี่ยที่ของพื้นที่ส่วนที่เป็นผลลำไยในค่ามากกว่า 0 ในขณะที่ส่วนอื่นๆ มีค่าติดลบ และเมื่อใช้ช่วงคลื่นสีน้ำเงินเข้าร่วมในรูปแบบ (R-B)

- (G-R) จะพบว่าส่วนที่เป็นผลลำไยมีค่าค่อนข้างสูง ในขณะที่ส่วนอื่นๆ มีค่าน้อย ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความสัมพันธ์ในรูปแบบ $(2R-G-B)/4 - (2G-R-B)/4$ ค่าสถิติของความสัมพันธ์ในแต่ละรูปแบบของแต่ละสภาวะแสดงดังตารางที่ 4-4 ถึง 4-9 และรูปที่ 4-11 ถึง 4-16

1.สภาวะของภาพที่มีแดด/สว่างน้อย

ตารางที่ 4-4 ค่าสถิติของพื้นที่ปลูกในกลุ่มสภาวะภาพมีแดด/สว่างน้อย (กลุ่มภาพที่ 1)

	$(R-G) - (G-R)$	$(R-B) - (G-R)$	$(2R-G-B)/4 - (2G-R-B)/4$
ลำไยสว่าง	10.56	35.12	3.95
ลำไยมืด	5.65	25.28	2.17
ใบสว่าง	-62.10	-1.11	-22.97
ใบมืด	-38.56	-27.92	-13.68
กิ่ง/ก้าน	-9.60	2.10	-3.33
พื้นหญ้า	-16.17	1.95	-5.66
ท้องฟ้า	-1.45	-1.35	-0.47

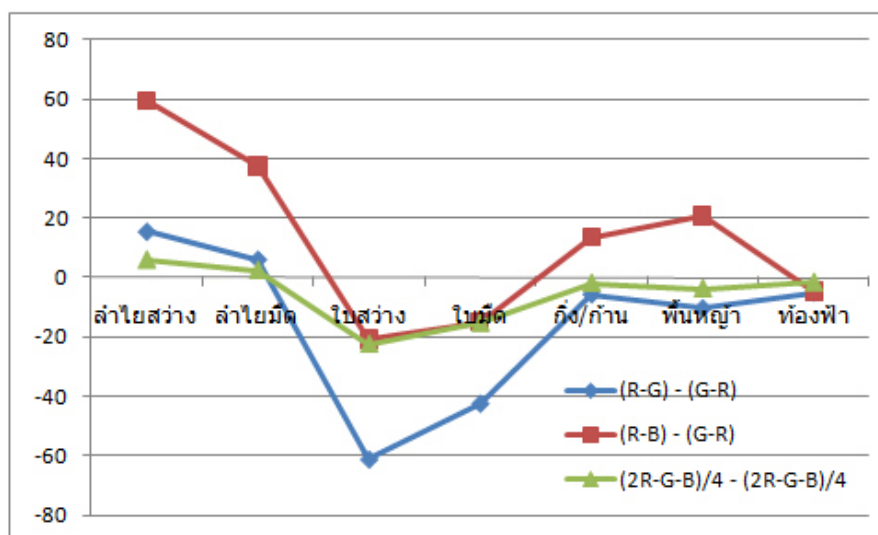


รูปที่ 4-11 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละประเภทพื้นที่ปลูกในสภาวะมีแดด/สว่างน้อย

2.สภาวะของภาพที่มีแดง/สว่างปานกลาง

ตารางที่ 4-5 ค่าสถิติของพื้นที่ที่ฝึกในกลุ่มสภาวะภาพมีแดง/สว่างปานกลาง (กลุ่มภาพที่ 2)

	$(R-G) - (G-R)$	$(R-B) - (G-R)$	$(2R-G-B)/4 - (2R-G-B)/4$
ลำไยสว่าง	15.51	59.46	5.81
ลำไยมืด	6.13	37.46	2.31
ใบสว่าง	-61.30	-20.71	-22.45
ใบมืด	-42.46	-14.90	-15.35
กิ่ง/ก้าน	-5.60	13.61	-1.96
พื้นหญ้า	-10.28	20.66	-3.80
ท้องฟ้า	-5.00	-4.61	-1.73

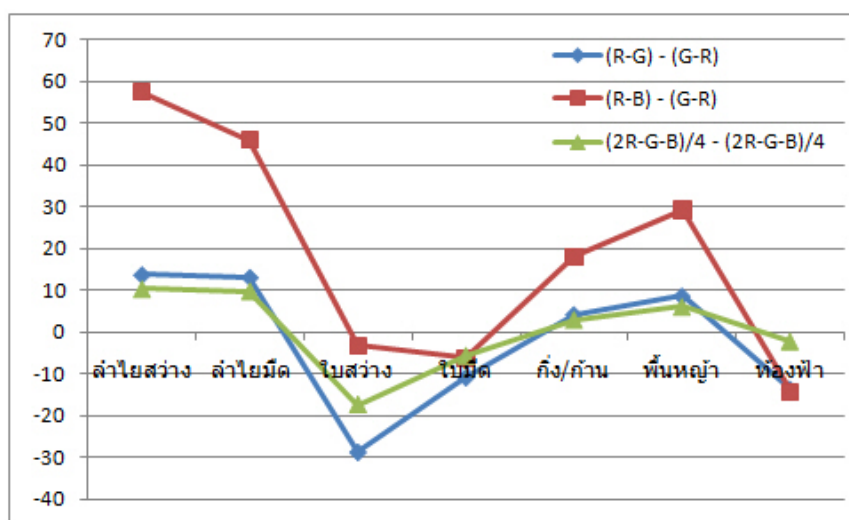


รูปที่ 4-12 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละประเภทพื้นที่ฝึกในสภาวะมีแดง/สว่างปานกลาง

3.สถานะของภาพที่มีแคด/สว่างมาก

ตารางที่ 4-6 ค่าสถิติของพื้นที่ปลูกในกลุ่มสถานะภาพมีแคด/สว่างมาก (กลุ่มภาพที่ 3)

	(R-G) - (G-R)	(R-B) - (G-R)	(2R-G-B)/4 - (2R-G-B)/4
ลำไยสว่าง	13.83	57.49	10.34
ลำไยมืด	13.19	46.06	9.88
ใบสว่าง	-28.80	-3.21	-17.47
ใบมืด	-10.83	-6.27	-5.71
กิ่ง/ก้าน	4.24	18.06	2.95
พื้นหญ้า	8.72	29.27	6.06
ท้องฟ้า	-13.64	-14.28	-2.23

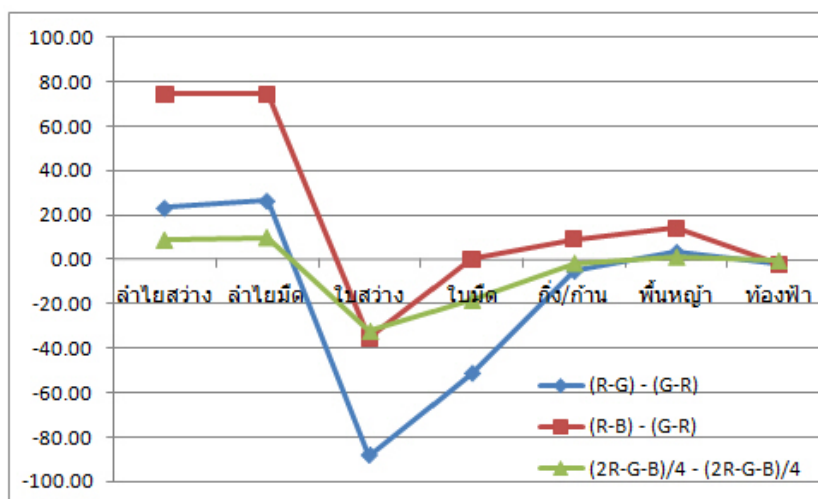


รูปที่ 4-13 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละประเภทพื้นที่ปลูกในสถานะมีแคด/สว่างมาก

4.สถานะของภาพที่ไม่มีแดด/สว่างน้อย

ตารางที่ 4-7 ค่าสถิติของพื้นที่ปลูกในกลุ่มสถานะภาพไม่มีแดด/สว่างน้อย (กลุ่มภาพที่ 4)

	(R-G) - (G-R)	(R-B) - (G-R)	(2R-G-B)/4 - (2R-G-B)/4
ลำไยสว่าง	23.32	74.36	8.75
ลำไยมืด	26.54	74.49	9.97
ใบสว่าง	-88.30	-35.18	-32.40
ใบมืด	-51.30	0.19	-18.31
กิ่ง/ก้าน	-5.10	9.22	-1.67
พื้นหญ้า	3.34	14.17	1.14
ท้องฟ้า	-1.78	-2.27	-0.55

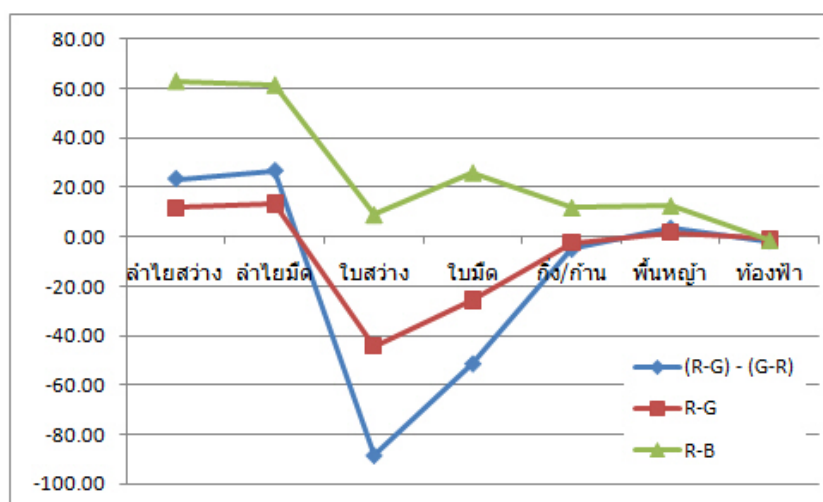


รูปที่ 4-14 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละประเภทพื้นที่ปลูกในสถานะไม่มีแดด/สว่างน้อย

5.สถานะของภาพที่ไม่มีแดง/สว่างปานกลาง

ตารางที่ 4-8 ค่าสถิติของพื้นที่ที่ฝึกในกลุ่มสภาวะภาพไม่มีแดง/สว่างปานกลาง (กลุ่มภาพที่ 5)

	(R-G) - (G-R)	R-G	R-B
ลำไยสว่าง	23.32	11.66	62.70
ลำไยมืด	26.54	13.27	61.21
ใบสว่าง	-88.30	-44.15	8.97
ใบมืด	-51.30	-25.65	25.84
กิ่ง/ก้าน	-5.10	-2.55	11.77
พื้นหญ้า	3.34	1.67	12.50
ท้องฟ้า	-1.78	-0.89	-1.38

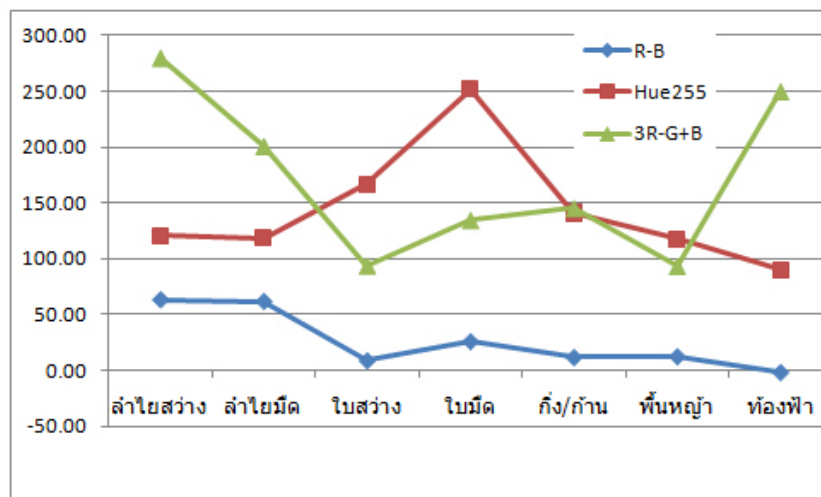


รูปที่ 4-15 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละประเภทพื้นที่ที่ฝึกในสภาวะไม่มีแดง/สว่างปานกลาง

6.สถานะของภาพเฉลี่ยทั่วไป

ตารางที่ 4-9 ค่าสถิติของพื้นที่ปลูกในกลุ่มสถานะภาพทั่วไป (กลุ่มภาพที่ 6)

	R-B	Hue255	3R-G+B
ลำไยสว่าง	62.70	120.56	279.80
ลำไยมืด	61.21	118.74	200.82
ใบสว่าง	8.97	166.43	94.20
ใบมืด	25.84	252.13	134.71
กิ่ง/ก้าน	11.77	140.94	145.38
พื้นหญ้า	12.50	117.49	93.70
ท้องฟ้า	-1.38	90.12	249.95



รูปที่ 4-16 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละประเภทพื้นที่ปลูกในสถานะทั่วไป

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติของความสัมพันธ์ระหว่างชั้นข้อมูลในทั้ง 6 กลุ่มข้างต้นสามารถกำหนดค่า Threshold สรุปได้ดังตารางที่ 4-10 ค่า Threshold ดังกล่าวจะถูกนำไปใช้สำหรับเป็นเงื่อนไขในการสร้างชั้นตอนเพื่อกำหนดค่าของการจำแนกระหว่างพื้นที่ส่วนของผลลัไยกับส่วนอื่นๆ ด้วยภาพถ่ายในชั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4-10 ค่าเงื่อนไขสำหรับการแยกพื้นที่ผลลัไยออกจากพื้นที่อื่นๆ 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

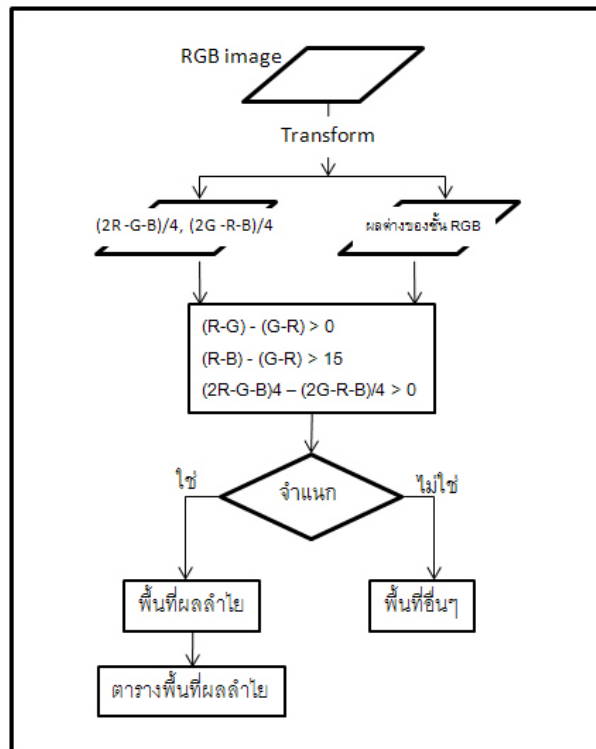
4.5 แบบจำลองกระบวนการจำแนกพื้นที่ผลลัไย

ในโปรแกรม ERDAS Imagine 9.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมทางด้านการวิเคราะห์ข้อมูลภาพที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล ภายในโปรแกรมมีเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานในการกำหนดขั้นตอนของการทำงานต่างๆ เพื่อให้สามารถจัดทำระบบการทำงานต่างๆ รวมถึงกำหนดเทคนิควิธีการทำงานแต่ละขั้นตอน รวมถึงการกำหนดค่าเงื่อนไขในการทำงานต่างๆ สามารถทำงานในกระบวนการเดียวกันได้โดยอัตโนมัติ และบันทึกระบบที่สร้างขึ้นเป็น Model เพื่อนำกลับไปใช้ในการทำงานครั้งต่อไปได้ เครื่องมือนี้เรียกว่า Model maker (Leica Geosystems Geospatial Imaging, LLC, 2008) ในงานวิจัยนี้ได้ใช้สำหรับการสร้าง Model ที่ได้กำหนดค่าเงื่อนไขที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าสถิติของชั้นข้อมูลต่างๆ ตามกลุ่มของสภาวะของภาพข้างต้น

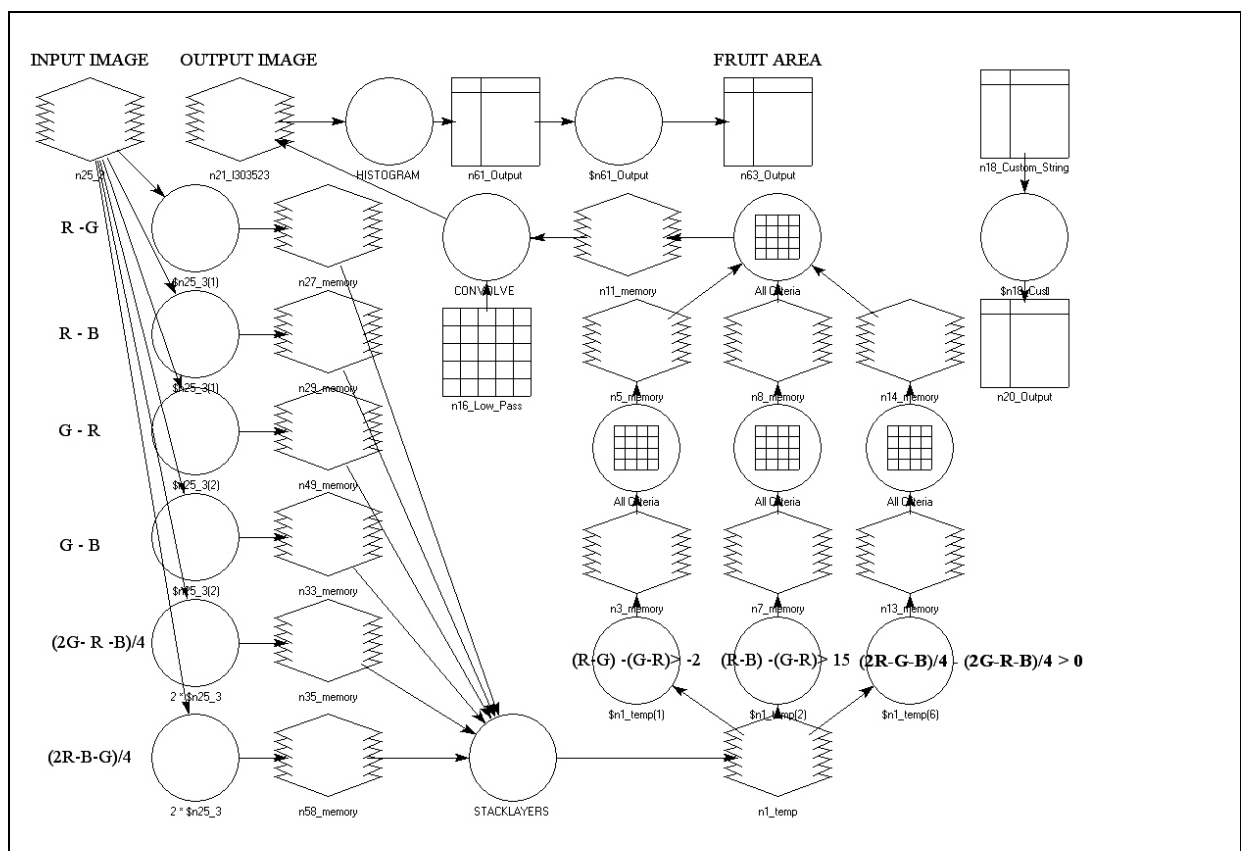
ในขั้นตอนของการจำแนกจะเริ่มจากข้อมูลภาพตั้งต้น (Input image) ซึ่งได้ผ่านกระบวนการเตรียมความพร้อมของข้อมูลแล้ว ข้อมูลภาพตั้งต้นจะเข้าสู่กระบวนการของการแปลง (Transform) และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชั้นข้อมูลบันทึกให้เป็นชั้นข้อมูลใหม่ที่เป็นผลลัพธ์จากความสัมพันธ์ตามที่ได้กำหนดไว้ คุณสมบัติของชั้นข้อมูลใหม่ที่ได้กำหนดให้ชนิดของข้อมูล (Data type) เป็นชั้นข้อมูลแบบ ค่าต่อเนื่อง (float single) เนื่องจากผลลัพธ์จากการหาความสัมพันธ์ต่างๆ สามารถมีค่าที่เป็นทั้งค่าบวกและค่าลบได้ จากนั้นทำการรวมชั้นข้อมูลใหม่ที่ได้มารวมกัน (Stack layers) เพื่อสร้างเป็นข้อมูลภาพที่มีหลายชั้นข้อมูล

ชั้นข้อมูลที่ได้มาจะเข้าสู่ขั้นตอนของการกำหนดเงื่อนไข (ค่า Threshold) สำหรับการจำแนกพื้นที่ผลลำไยในภาพ โดยกำหนดให้จุดภาพ (pixel) ที่มีค่าของชั้นข้อมูลที่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ให้เป็นค่า 1 เพื่อแทนพื้นที่ที่เป็นส่วนของผลลำไย ส่วนจุดภาพที่ไม่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด ให้เป็นค่า 0 เพื่อแทนพื้นที่ส่วนอื่นๆ ที่ไม่ใช่พื้นที่ผลลำไยที่ปรากฏ ผลลัพธ์ที่ได้มาทำการกรอง (Filler) แบบ Low pass filter ขนาด 3*3 pixel เพื่อขจัดจุดภาพที่อยู่เดี่ยวๆ และกระจายรวมถึงเต็มเต็ม(Filling gaps)ในส่วนของกลุ่มที่มีจุดโหว่ของจุดภาพ ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีการเกาะกลุ่มกันมากขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพพื้นที่ผลลำไย (Output image) โดยภาพดังกล่าวจะนำไปคำนวณค่าความถี่ (Histogram) เพื่อให้ได้พื้นที่ของพื้นที่ผลลำไยในแต่ละภาพ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นตารางแสดงพื้นที่ผลลำไยกับพื้นที่อื่นๆ ในหน่วยตารางเซนติเมตร (Fruit area table) ตารางดังกล่าวจะถูกเก็บไว้เพื่อนำไปรวมกับตารางของภาพอื่นๆ ของต้นตัวอย่างเพื่อคำนวณเป็นพื้นที่ผลลำไยต่อพื้นที่ต้นต่อไป โดยขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองและผลของการสร้างแบบจำลองด้วยเครื่องมือในโปรแกรมของแต่ละกลุ่มสภาวะการบันทึกภาพแสดงดังรูปที่ 4-17 ถึง 4-28

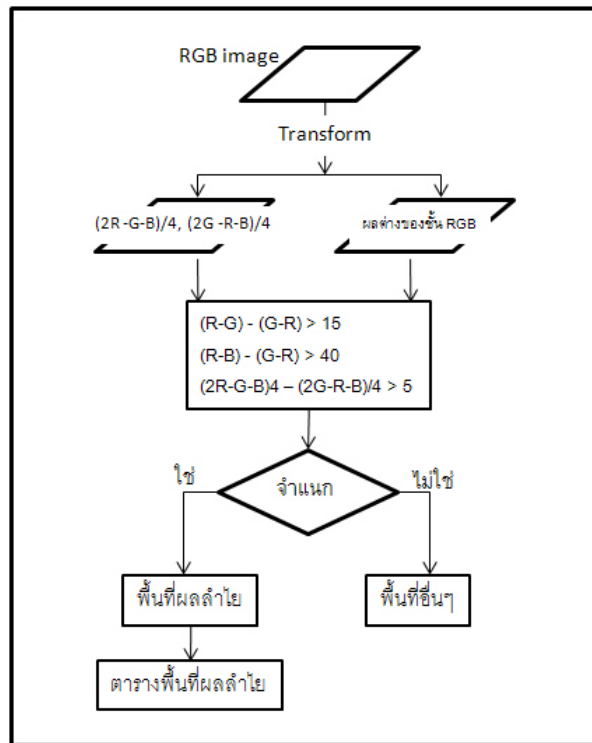




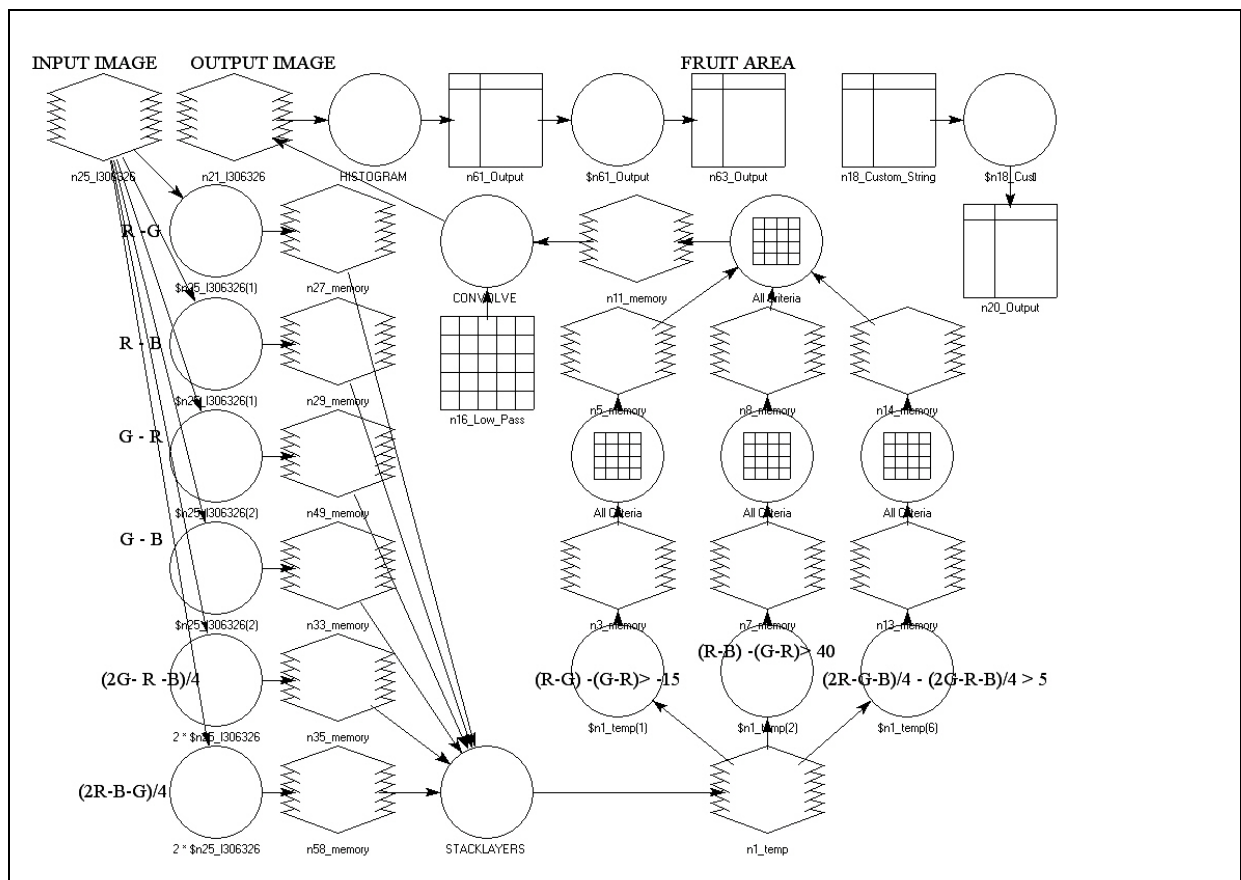
รูปที่ 4-19 ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ผลล้าใบในภาพที่มีสภาวะมีแดด/แสงปานกลาง



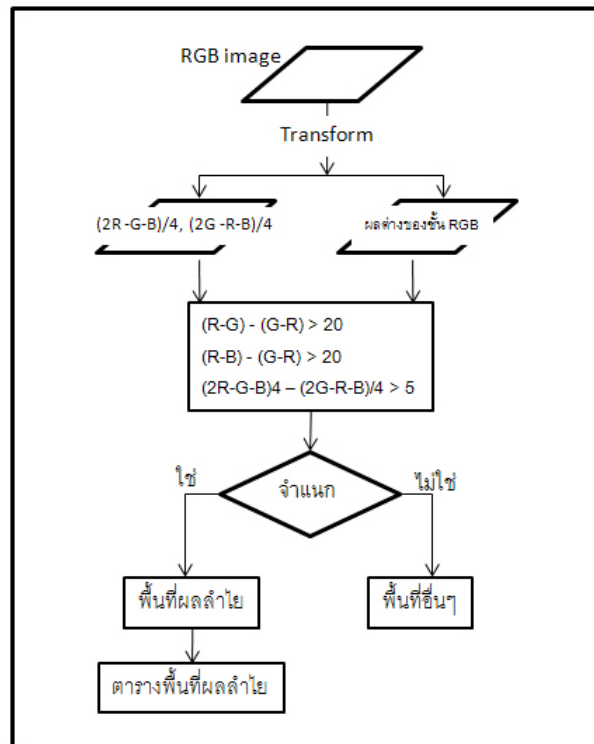
รูปที่ 4-20 แบบจำลองขั้นตอนของกระบวนการการจำแนกภาพในสภาวะมีเคด/แสงปานกลาง



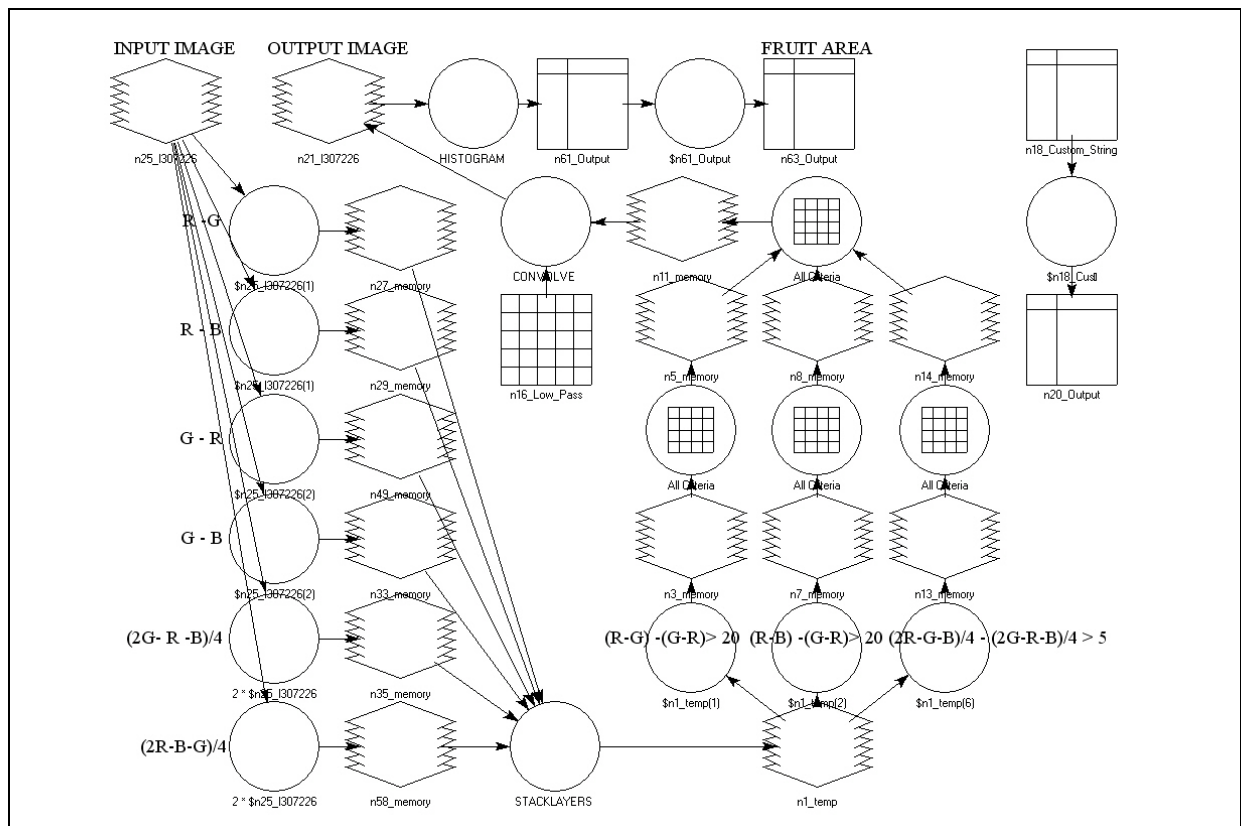
รูปที่ 4-21 ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ผลลำไยในภาพที่มีสถานะมีแดด/แสงมาก



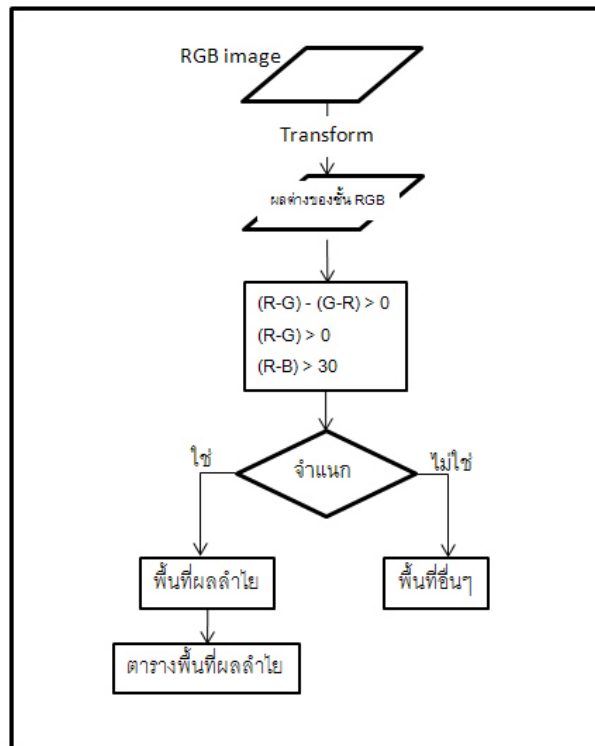
รูปที่ 4-22 แบบจำลองขั้นตอนของกระบวนการการจำแนกภาพในสถานะมีแดด/แสงมาก



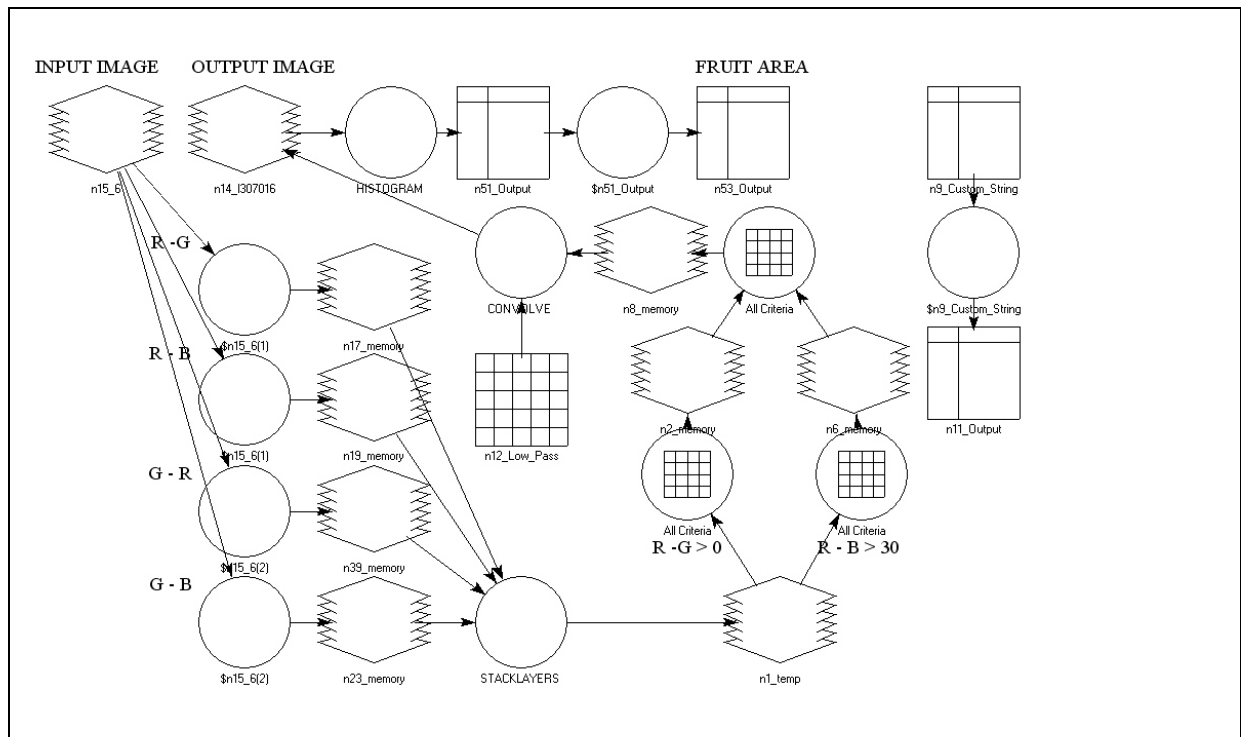
รูปที่ 4-23 ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ผลลำไยในภาพที่มีสถานะไม่มีแดด/แสงน้อย



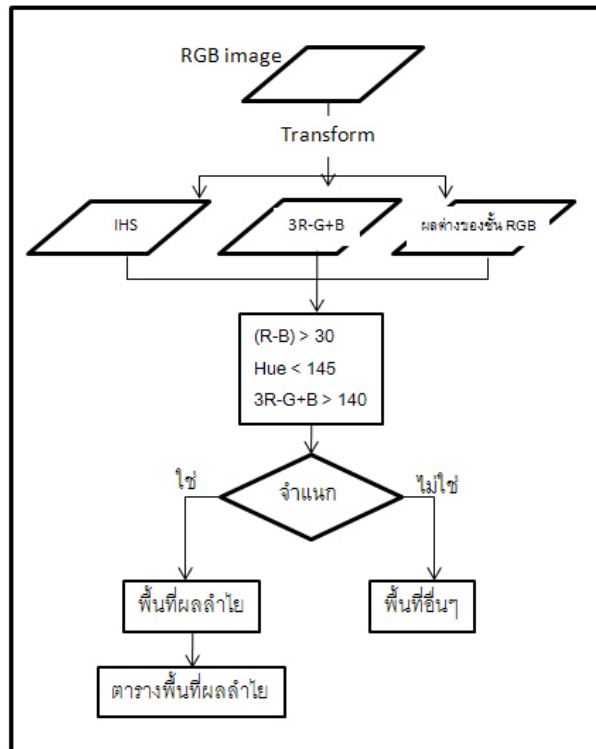
รูปที่ 4-24 แบบจำลองขั้นตอนของกระบวนการการจำแนกภาพในสถานะไม่มีแดด/แสงน้อย



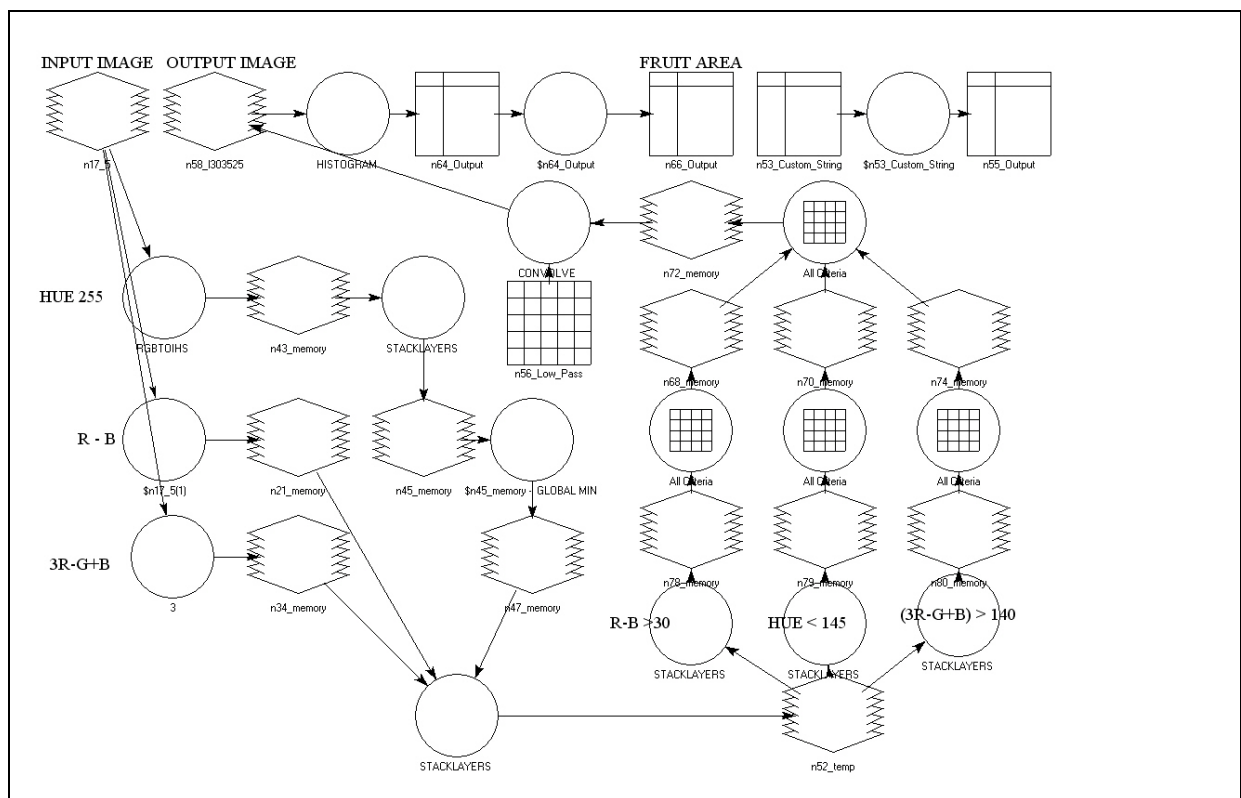
รูปที่ 4-25 ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ผลลำไยในภาพที่มีสถานะไม่มีแดด/แสงปานกลาง



รูปที่ 4-26 แบบจำลองขั้นตอนของกระบวนการการจำแนกภาพในสถานะไม่มีแดด/แสงปานกลาง

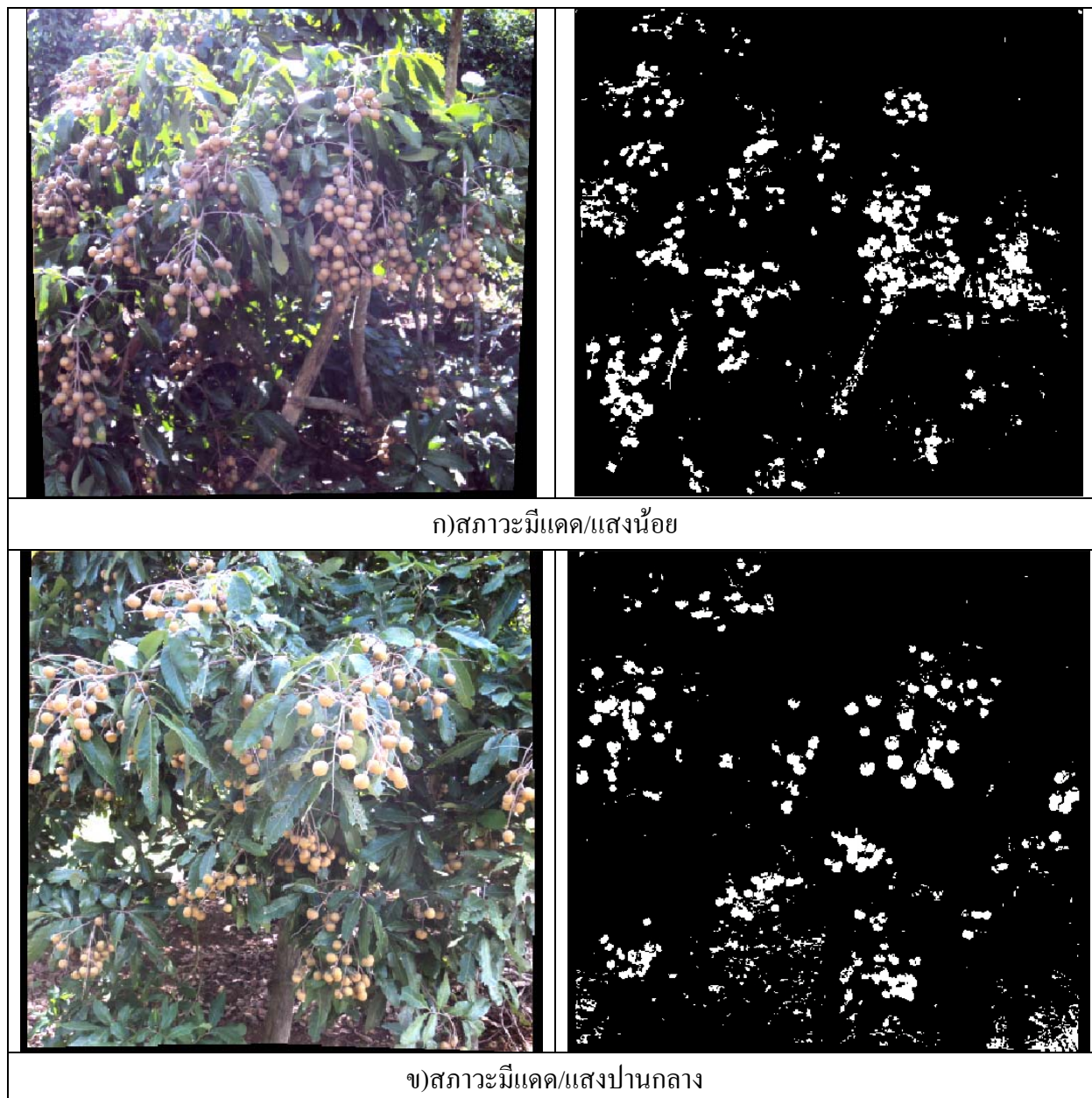


รูปที่ 4-27 ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ผลลำไยในภาพที่มีสภาวะทั่วไป

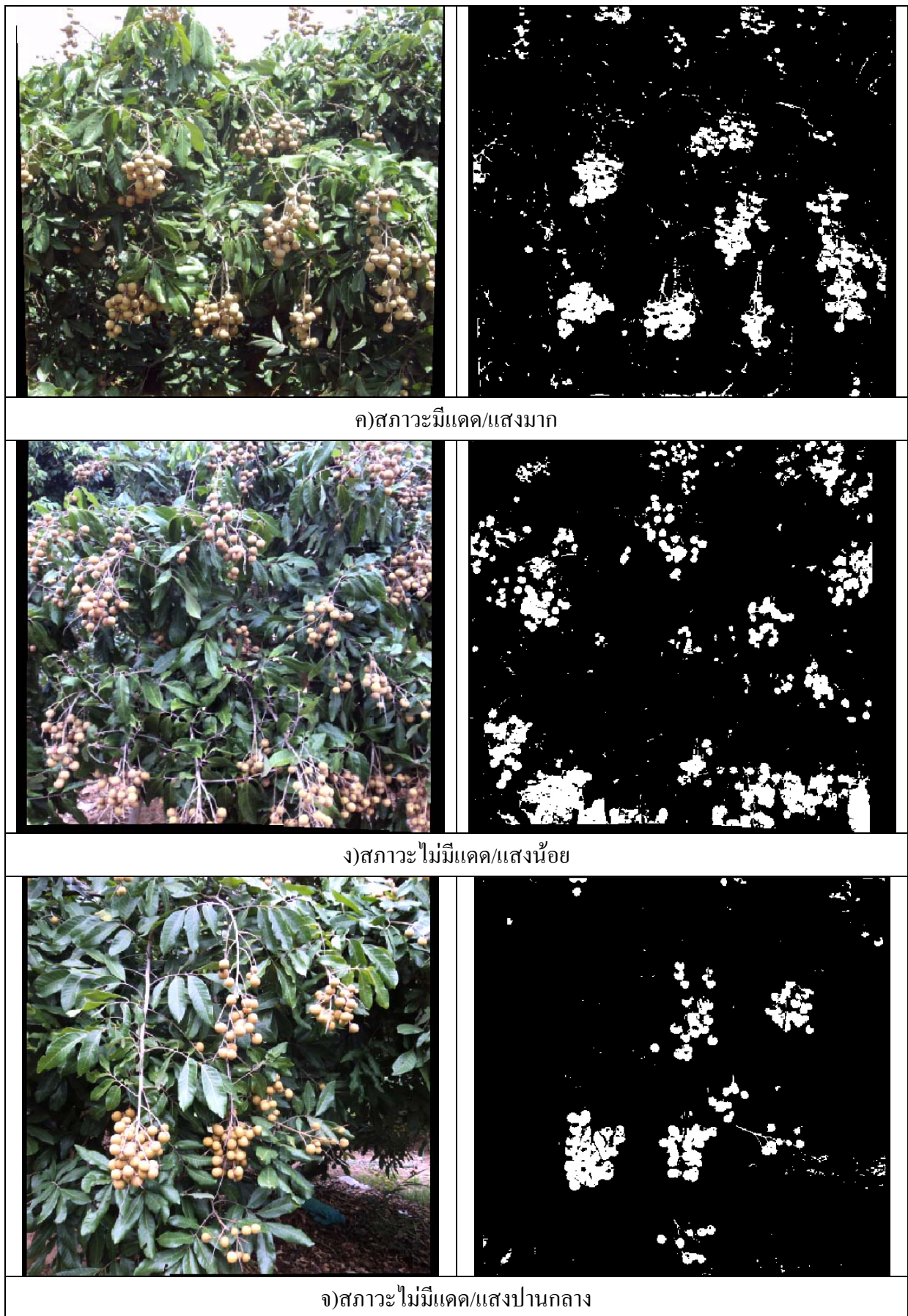


รูปที่ 4-28 แบบจำลองขั้นตอนของกระบวนการการจำแนกภาพในสภาวะทั่วไป

ผลการจำแนกด้วยการใช้ขั้นตอนต่างๆ ในโมเดลที่สร้างขึ้น พบว่ากระบวนการทำงานมีความรวดเร็ว และได้ผลลัพธ์ของการจำแนกที่ดี ตัวอย่างผลของการจำแนกด้วยเครื่องมือดังกล่าวในแต่ละสถานะของการบันทึกภาพแสดงดังรูปที่ 4-29 ก-จ



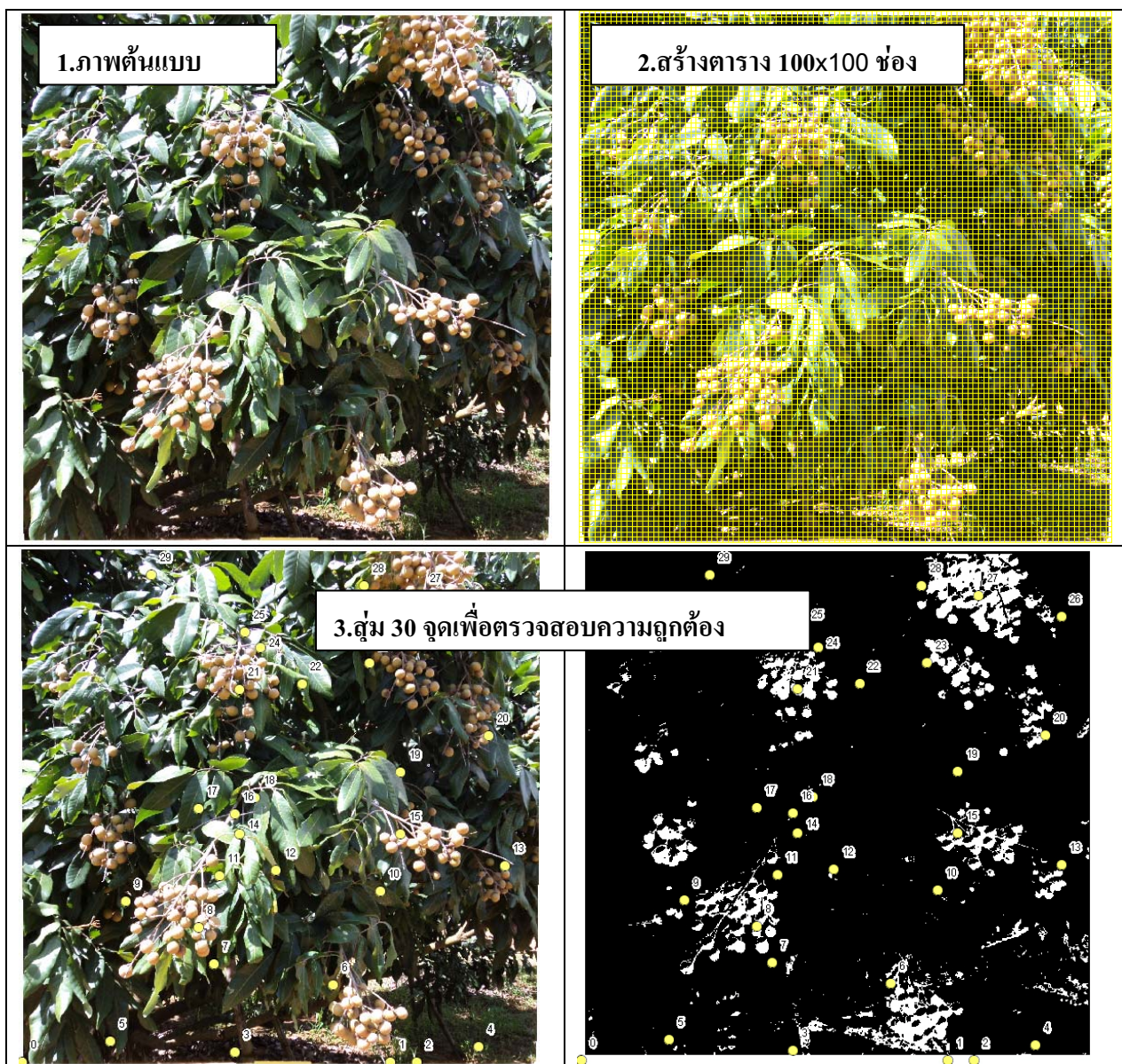
รูปที่ 4-29 ผลของการจำแนกด้วยขั้นตอนของการกำหนดเงื่อนไข



รูปที่ 4-29 (ต่อ) ผลของการจำแนกด้วยขั้นตอนของการกำหนดเงื่อนไข

4.6 การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก

ในการตรวจสอบความถูกต้อง (accuracy assessment) ของการจำแนกนั้นสามารถทดสอบได้หลายวิธี ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้วิธี Error matrix โดยอาศัยตำแหน่งของพื้นที่ฝึก (Training area) และพื้นที่ทดสอบ (Test area) ซึ่งเป็นการทดสอบผลของการจำแนกกับการตรวจสอบด้วยสายตาจากตำแหน่งตัวอย่างของภาพที่บันทึกได้ โดยใช้วิธีการสร้างตารางขนาด 100x100 ช่องครอบคลุมพื้นที่ที่ภาพถ่ายและภาพผลลัพธ์ของการจำแนก จากนั้นทำการสุ่ม (random) ในตาราง 30 ช่องเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยสายตา ดังรูปที่ 4-30



รูปที่ 4-30 ขั้นตอนของการตรวจสอบความถูกต้อง

ในการศึกษานี้ได้ทำการเลือกสุ่มภาพสำหรับในขั้นตอนของการตรวจสอบความถูกต้องทั้งสิ้น 5 ภาพ ได้ผลลัพธ์ของความถูกต้องค่อนข้างสูง โดยมีความถูกต้องรวมสูงสุดเท่ากับร้อยละ 92.3 และค่า Kappa เท่ากับ 0.935 ในขณะที่ภาพอื่นๆ มีผลของการจำแนกอยู่ที่ความถูกต้องที่สูงกว่าร้อยละ 80 และค่า Kappa 0.765 แสดงดังรูปที่ 4-31

ภาพที่ 1	ลำไย	อื่นๆ	รวม
ลำไย	12	3	15
อื่นๆ	1	14	15
รวม	13	17	30
AA= 0.800		Kappa= 0.765	

ภาพที่ 2	ลำไย	อื่นๆ	รวม
ลำไย	12	2	14
อื่นๆ	1	15	16
รวม	13	17	30
AA= 0.857		Kappa= 0.818	

ภาพที่ 3	ลำไย	อื่นๆ	รวม
ลำไย	14	1	15
อื่นๆ	3	12	15
รวม	17	13	30
AA= 0.933		Kappa= 0.765	

ภาพที่ 4	ลำไย	อื่นๆ	รวม
ลำไย	11	2	13
อื่นๆ	0	17	17
รวม	11	19	30
AA= 0.846		Kappa= 0.875	

ภาพที่ 5	ลำไย	อื่นๆ	รวม
ลำไย	12	1	13
อื่นๆ	0	17	17
รวม	12	18	30
AA= 0.923		Kappa= 0.935	

AA: Overall Accuracy

Kappa: Kappa index

รูปที่ 4-31 ผลของการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก

หลังจากเข้าสู่ขั้นตอนของการตรวจสอบความถูกต้องแล้วพบว่ามีความถูกต้องของการจำแนกอยู่ในระดับที่ดี ดังนั้นพื้นที่ของผลลำไยที่จำแนกได้ในแต่ละภาพสามารถนำมาใช้ในการรวมเพื่อหาพื้นที่ผลต่อต้นได้ โดยจากการรวบรวมตารางพื้นที่ผลลำไยในแต่ละภาพที่บันทึกได้ทั้งหมด 6 ภาพต่อต้นนั้นได้ตัวเลขของการจำแนกดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 พื้นที่ผลลำไยในแต่ละรูปของแต่ละต้นตัวอย่างทั้ง 60 ต้น (หน่วยเป็นตารางเซนติเมตร)

รหัสสวน	รหัสต้นลำไย	พื้นที่ผลรูป 1	พื้นที่ผลรูป 2	พื้นที่ผลรูป 3	พื้นที่ผลรูป 4	พื้นที่ผลรูป 5	พื้นที่ผลรูป 6	พื้นที่ผลรวม
L3140	314001	999.40	557.70	1,105.30	441.80	632.30	1,008.50	4,745.00
	314002	1,272.10	541.50	511.90	588.40	951.50	813.00	4,678.40
L3141	314101	674.90	728.00	352.00	387.70	582.20	513.70	3,238.50
	314102	546.21	178.80	199.70	208.80	604.90	256.40	1,994.81

ตารางที่ 4-11 (ต่อ) พื้นที่ผลล้าภายในแต่ละรูปของแต่ละคันตัวอย่างทั้ง 60 คัน (ตารางเซนติเมตร)

รหัส สวน	รหัสคัน ล้าใบ	พื้นที่ผลรูป 1	พื้นที่ผลรูป 2	พื้นที่ผลรูป 3	พื้นที่ผลรูป 4	พื้นที่ผลรูป 5	พื้นที่ผลรูป 6	พื้นที่ ผลรวม
L3130	L31301	752.10	657.40	769.30	555.40	432.60	379.61	3,546.41
	L31302	651.40	627.10	832.40	669.90	611.20	709.28	4,101.28
L3126	L31261	409.70	441.80	428.70	449.60	1,115.10	638.90	3,483.80
	L31262	531.50	581.10	1,053.30	641.90	516.70	447.80	3,772.30
L3006	L30061	695.63	731.25	429.31	454.65	469.65	450.69	3,231.18
	L30062	762.99	625.14	485.63	380.76	762.36	594.31	3,611.18
L3146	L31461	453.90	680.00	635.70	735.10	771.50	869.50	4,145.70
	L31462	398.00	354.80	763.60	362.20	317.70	363.90	2,560.20
L022	L0221	419.72	620.49	373.26	530.56	275.49	465.90	2,685.42
	L0222	561.20	452.30	765.50	810.80	242.60	154.50	2,986.90
L3035	L30351	804.38	866.18	1,388.40	984.86	500.28	137.29	4,681.39
	L30352	242.00	765.00	631.00	430.00	755.00	222.00	3,045.00
L3092	309201	953.60	560.00	809.70	392.50	1,018.80	544.80	4,279.40
	309202	889.50	1,194.10	466.00	363.50	406.20	887.00	4,206.30
L025	L0251	840.80	707.30	533.80	358.90	459.10	459.10	3,359.00
	L0252	917.00	759.90	561.50	471.90	400.90	1,322.00	4,433.20
L3133	L31331	832.70	184.00	352.40	777.00	1,064.30	2,084.20	5,294.60
	L31332	982.90	832.20	743.80	500.60	594.90	407.40	4,061.80
L3120	L31201	1,478.60	781.70	820.90	1,066.60	1,340.40	1,183.00	6,671.20
	L31202	858.90	1,089.60	893.90	1,065.30	1,166.30	1,041.90	6,115.90
L3012	301201	1,165.56	975.49	827.57	709.65	541.25	537.01	4,756.53
	301202	872.92	620.42	582.15	1,224.86	590.49	673.61	4,564.44
L3030	L30301	471.50	601.60	491.90	635.10	451.40	314.80	2,966.30
	L30301	798.80	1,243.60	1,048.00	1,075.80	465.40	603.90	5,235.50
L3032	L30321	463.54	356.60	467.22	394.24	442.78	410.00	2,534.38
	L30322	618.82	219.38	180.56	311.94	237.57	477.29	2,045.56

ตารางที่ 4-11 (ต่อ) พื้นที่ผลลำไยในแต่ละรูปของแต่ละต้นตัวอย่างทั้ง 60 ต้น (ตารางเซนติเมตร)

รหัส สวน	รหัสต้น ลำไย	พื้นที่ผลรูป 1	พื้นที่ผลรูป 2	พื้นที่ผลรูป 3	พื้นที่ผลรูป 4	พื้นที่ผลรูป 5	พื้นที่ผลรูป 6	พื้นที่ ผลรวม
L3061	L30611	400.50	401.20	445.70	429.90	496.80	268.70	2,442.80
	L30612	386.60	240.60	451.20	543.60	556.60	262.60	2,441.20
L3071	L30711	630.30	1,036.60	752.50	603.00	518.40	802.00	4,342.80
	L30712	786.60	851.30	892.10	622.70	818.20	871.40	4,842.30
L3072	307201	604.50	639.20	378.70	473.20	286.80	429.50	2,811.90
	307202	638.60	494.70	547.20	713.10	1,225.20	1,315.50	4,934.30
L3003	L30031	462.01	769.17	575.49	425.69	322.71	533.61	3,088.68
	L30032	965.76	809.17	791.74	934.17	1,097.22	812.29	5,410.35
L3052	L30521	331.50	90.10	208.70	199.80	232.70	425.30	1,488.10
	L30522	504.40	493.40	403.70	336.10	421.80	473.80	2,633.20
L3113	L31131	311.10	368.70	230.80	371.60	409.10	997.80	2,689.10
	L31132	283.90	91.00	238.40	407.40	382.40	218.60	1,621.70
L3168	316801	307.70	463.10	487.90	498.30	581.40	326.60	2,665.00
	316802	1,442.00	213.50	354.00	372.70	647.80	646.10	3,676.10
L3169	L31691	1,589.30	554.90	1,024.10	762.80	1,045.10	784.90	5,761.10
	L31692	730.50	841.60	973.40	833.70	1,504.40	1,454.30	6,337.90
L3098	L30981	494.30	894.50	413.90	784.10	494.00	580.00	3,660.80
	L30982	494.30	1,087.80	404.90	382.50	664.40	1,283.30	4,317.20
L014	1401	82.48	368.18	543.49	242.80	212.50	202.67	1,652.13
	1402	200.60	377.80	370.70	644.50	62.75	160.50	1,816.85
L3131	L31311	593.44	732.30	739.10	939.40	813.81	549.70	4,367.75
	L31312	859.00	1,259.90	790.70	746.50	901.00	1,064.93	5,622.03
L3011	301101	899.17	734.24	879.17	636.04	1,318.33	1,077.01	5,543.96
	301102	399.10	265.14	433.61	453.19	376.18	519.17	2,446.39
L3063	L30631	375.00	850.40	767.10	246.50	407.90	379.40	3,026.30
	L30632	374.20	364.00	542.70	267.70	368.00	329.00	2,245.60
L3070	307001	757.00	926.00	391.00	819.00	503.00	385.00	3,781.00
	307002	892.10	870.90	1,004.20	890.40	1,062.30	759.60	5,479.50

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเพื่อจำแนกผลลำไยออกจากทรงพุ่มจะเป็นตัวเลขพื้นที่ของผลลำไย โดยผลที่ได้จะนำไปเป็นตัวแปร (Variable) หนึ่งของสมการสหสัมพันธ์ (Regression model) ร่วมกับตัวแปรด้านอื่นๆ ที่ได้จากการสอบถามเกษตรกรเจ้าของต้นลำไยตัวอย่างที่มีส่วนกระทบต่อผลผลิตลำไยในแต่ละปี สมการสหสัมพันธ์ที่ได้จะถูกใช้เป็นแบบจำลองสำหรับใช้ประมาณการผลผลิตลำไยล่วงหน้าของพื้นที่ปลูกลำไยในอำเภอฟัว จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งจะได้กล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการในบทต่อไป

บทที่ 5

สมการถดถอยหลายตัวแปรเพื่อประมาณการผลผลิตลำไย

5.1 แนวคิดแบบจำลองการประมาณการผลผลิต

การประมาณการผลผลิตลำไยด้วยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการติดผลผลิตลำไยหรือเรียกว่าตัวแปรที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตลำไย ได้อาศัยเทคนิคการประมาณด้วยการวิเคราะห์สมการการถดถอย ซึ่งเป็นการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรตามใดๆ ในที่นี้คือปริมาณของผลผลิตลำไยด้วยตัวแปรอิสระในที่นี้คือปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งมีมากกว่าหนึ่งตัวแปร เรียกว่าการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของตัวแปรตาม Y (ผลผลิต) ด้วยตัวแปร $x_1, x_2, \dots, x_k$ (ปัจจัย k) ซึ่งมีรูปแบบของสมการโดยทั่วไปดังสมการที่ 5.1

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \dots\dots\dots(5.1)$$

โดยที่ Y คือตัวแปรตาม และ X_k คือตัวแปรอิสระหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ในการประมาณการผลผลิตลำไยจากปัจจัยต่างๆ โดยสมมติให้สมการผลผลิตลำไยดังสมการที่ 5.2

$$\begin{aligned} \text{Yield} = & \beta_0 + \beta_1 (\text{Canopy}) + \beta_2 (\text{Fruit_area}) + \beta_3 (\text{Fruit_tree}) + \beta_4 (\text{DayLength}) \\ & + \beta_5 (\text{PlantArea}) + \beta_6 (\text{Space}) + \beta_7 (\text{Age}) + \beta_8 (\text{No_tree}) - \beta_9 (\text{Cultivar_tree}) \\ & + \beta_{10} (\text{WaterSystem}) + \beta_{11} (\text{SoilType}) - \beta_{12} (\text{Manage}) + \beta_{13} (\text{No_Land}) \\ & + \beta_{14} (\text{Cost}) \dots\dots\dots (5.2) \end{aligned}$$

โดย

Yield	= ผลผลิตลำไย (กิโลกรัม)
Canopy	= พื้นที่ทรงพุ่ม (ตารางเซนติเมตร)
Fruit_area	= พื้นที่ผลลำไยจากการวิเคราะห์ภาพถ่าย(ตารางเซนติเมตร)
Fruit_Tree	= พื้นที่ผลลำไยจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายต่อพื้นที่ทรงพุ่ม(ตารางเซนติเมตร)

DayRength	= ระยะห่างระหว่างวันบันทึกภาพกับวันที่เก็บผลผลิต(วัน)
PlantArea	= พื้นที่ปลูก (ไร่)
Space	= ระยะปลูก (เมตร)
Age	= อายุต้น(ปี)
No_tree	= จำนวนต้นลำไยในพื้นที่
Cultivar_tree	= จำนวนต้นที่ให้ผลผลิต
WaterSystem	= ระดับระบบการให้น้ำ
SoilType	= ระดับประเภทดิน
Manage	= ระดับการจัดการสวน
No_Land	= จำนวนพื้นที่ถือครอง(แปลง)
Cost	= ต้นทุนในการผลิตลำไย(บาท)

สมการสมมติข้างต้นเป็นสมการที่แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตลำไยที่จะได้จากการประมาณการในแต่ละครั้งซึ่งเป็นไปตาม หน่วยเป็นกิโลกรัม โดยสัมพันธ์กับปัจจัยที่ได้กำหนดขึ้นทั้งสิ้น 12 ปัจจัย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือกลุ่มของตัวแปรที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากต้นลำไยตัวอย่างในสวนตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนของการจำแนกพื้นที่ผลลำไยด้วยภาพถ่ายในส่วนที่ 2 ของการศึกษานี้ ในกลุ่มนี้มีทั้งสิ้น 4 ปัจจัย ได้แก่ 1.พื้นที่ทรงพุ่มของต้น (หน่วยตารางเซนติเมตร) 2.พื้นที่ผลลำไยรวมจากภาพถ่าย (หน่วยตารางเซนติเมตร) 3.สัดส่วนของพื้นที่ผลลำไยจากภาพถ่ายต่อพื้นที่ทรงพุ่ม และ 4.ระยะห่างวันระหว่างวันที่บันทึกภาพกับวันที่เก็บผลผลิตของต้นตัวอย่าง โดยพื้นที่ทรงพุ่มของต้นลำไยเป็นตัวแทนของขนาดของต้นที่เกี่ยวข้องกับปริมาณผลผลิตโดยตรง โดยตั้งสมมติฐานเบื้องต้นว่าต้นลำไยที่มีขนาดทรงพุ่มใหญ่จะสามารถให้ผลผลิตที่มากกว่าต้นลำไยที่มีขนาดทรงพุ่มที่เล็ก ในขณะที่พื้นที่ผลลำไยจากการจำแนกภาพถ่ายทั้ง 6 ภาพของต้นตัวอย่างนั้น เป็นตัวเลขแทนความหนาแน่นของผลลำไยที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่บันทึกภาพ ซึ่งความหนาแน่นของผลลำไยนี้จะเป็นผลโดยตรงกับปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ ทั้งนี้จะอธิบายได้ในกรณีที่ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่บันทึกภาพจนกระทั่งเก็บเกี่ยวไม่มีเหตุภัยธรรมชาติเท่านั้น เช่น ลูกเห็บ ลมพายุ เกิดขึ้นซึ่งอาจทำให้ผลลำไยได้รับความเสียหายและร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยวได้ ตัวเลขความหนาแน่นของผลลำไยที่ได้จากการจำแนกสามารถทำให้เป็นสัดส่วนของความหนาแน่นของผลลำไยต่อขนาดของต้นลำไย เพื่ออธิบายถึงภาพรวมของต้นลำไยทั้งต้นถึงแนวโน้มของปริมาณผลผลิตต่อต้นเมื่อถึงช่วงเวลาเก็บเกี่ยว ซึ่งตัวเลขดังกล่าวถือได้ว่ามีความเกี่ยวข้องอย่างตรงไปตรงมา กับปริมาณผลผลิตที่ได้จากต้นตัวอย่าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะช่วงห่างของวันตั้งแต่บันทึกภาพจนกระทั่งถึง

วันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากการบันทึกภาพในแต่ละช่วงเวลาผลที่ได้มีความแตกต่างกันของขนาดของลูก ลำไยที่ปรากฏในภาพนั้น หากมีการบันทึกในช่วงเวลาก่อนการเก็บเกี่ยวไม่นานซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ผลลำไยมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ก็จะทำให้สัดส่วนของพื้นที่ผลลำไยที่ได้จากภาพต่อขนาดของต้นลำไยมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย ในตรงกันข้ามหากมีการบันทึกภาพในช่วงเวลาของการติดผลขนาดเล็กตัวเลขของความหนาแน่นย่อมน้อยตามไปด้วย

ปัจจัยกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยทั้งหมด 10 ปัจจัย ซึ่งกลุ่มนี้เป็นตัวแปรที่เป็นปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องของเกษตรกรผู้ปลูกลำไยในอำเภอพร้าวกะทิที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างตามตำแหน่งของต้นลำไย ตัวอย่างข้างต้น ได้แก่ 1.ขนาดของพื้นที่ปลูก 2.จำนวนต้นลำไยที่ปลูก 3.จำนวนต้นลำไยที่ให้ผลผลิต 4.ระยะปลูก 5.อายุต้น 6.ประเภทของดิน 7.รูปแบบการให้น้ำ และ 8.ความเข้มข้นของการจัดการสวน 9.จำนวนพื้นที่ถือครอง และ 10.ต้นทุนการผลิต ปัจจัยทั้งหมดถือได้ว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานที่อยู่ในสมมติฐานของงานวิจัยครั้งนี้ว่ามีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ในแต่ละครั้ง ทั้งในด้านปัจจัยเชิงพื้นที่ในส่วนองลักษณะดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มากน้อยแตกต่างกันในแต่ละแปลง ดินที่มีลักษณะที่อุดมสมบูรณ์มากกว่ามีแนวโน้มที่จะให้ลำไยมีผลผลิตที่ดีกว่าดินที่มีความ อุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนในแง่ของปัจจัยด้านการจัดการทั้งในเรื่องรูปแบบการให้น้ำและระดับความเข้มข้นของการจัดการสวนของเกษตรกรเป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยที่ได้โดยตรง ซึ่งอธิบายได้ถึงการดูแลต้นลำไยของเกษตรกรแต่ละคนที่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ขนาดของพื้นที่ปลูก ระยะปลูก อายุ และจำนวนต้นลำไยที่มีก็เป็นตัวกำหนดที่สำคัญในการดูแลรักษาของเกษตรกร เนื่องจากจะส่งผลต่อการจัดการสวนโดยภาพรวม

5.2 การสร้างสมการถดถอยหลายตัวแปร

ในการศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อคาดการณ์ผลผลิตลำไยในเชิงพื้นที่ โดยผลของการประมาณการจะถูกนำไปแทนค่าเป็นข้อมูลในเชิงพื้นที่ได้ ดังนั้นในขั้นต้นจึงต้องมีการปรับข้อมูลเพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์มากที่สุด โดยปัจจัยผันแปร ซึ่งได้แก่ผลผลิตลำไยที่บันทึกได้ต่อต้น จะถูกแปลงให้เป็นผลผลิตลำไยต่อพื้นที่ปลูก 1 ตารางเมตร อาศัยความสัมพันธ์ของข้อมูลดังสมการที่ 5.3

$$\text{ผลผลิตลำไย} = \frac{\text{ผลผลิต (กิโลกรัม)}}{\text{ระยะปลูก X (เมตร) * ระยะปลูก Y (เมตร)}} \dots\dots\dots(5.3)$$

ผลผลิตที่ได้เป็นผลผลิตต่อตารางเมตร สามารถคำนวณกลับเป็นผลผลิตต่อพื้นที่ได้หลังจากที่ได้ผลของสมการแล้ว นอกจากผลผลิตแล้ว จำนวนต้นลำไยที่ปลูกและจำนวนต้นลำไยที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิต

ได้ก็เป็นอีกปัจจัยที่ต้องคำนวณให้อยู่ในรูปแบบต้นต่อตารางเมตร เพื่อให้เหมาะสมต่อการสร้างสมการ อีกทั้งยังเป็นการลดความซ้ำซ้อนของตัวแปรที่เข้าสู่สมการอีกด้วย โดยขั้นตอนการแปลงค่าข้อมูลจำนวนต้นแสดงดังสมการที่ 5.4 และ 5.5

$$\text{จำนวนต้นลำไยที่ปลูกต่อตารางเมตร} = \frac{\text{จำนวนต้นลำไยที่ปลูก (ต้น)}}{\text{พื้นที่ปลูก (ตารางเมตร)}} \dots\dots\dots(5.4)$$

และ

$$\text{จำนวนต้นลำไยที่ให้ผลต่อตารางเมตร} = \frac{\text{จำนวนต้นลำไยที่ให้ผลผลิต (ต้น)}}{\text{พื้นที่ปลูก (ตารางเมตร)}} \dots\dots\dots(5.5)$$

นอกจากนี้ยังได้คำนวณค่าของปัจจัยพื้นที่ผลลำไยจากการจำแนกใหม่โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผลลำไยจากการจำแนกและพื้นที่ทรงพุ่มของต้นลำไย เนื่องจากในการศึกษานี้ต้องการสัดส่วนของพื้นที่ผลลำไยจากการจำแนกต่อต้นตัวอย่าง โดยวิธีการแปลงค่าใช้ค่าของพื้นที่ผลลำไยที่ได้ใน 6 ตารางเมตรที่บันทึกจากต้นลำไยตัวอย่างหนึ่งต้น ดังนั้นจึงใช้สมการที่ 5.6

$$\text{พื้นที่ผลลำไยต่อต้น} = \frac{\text{พื้นที่ผลลำไยจากการจำแนก(ตารางเมตร)} \times \text{พื้นที่ทรงพุ่ม(ตารางเมตร)}}{6} \dots\dots\dots(5.6)$$

หลังจากทำการเตรียมข้อมูลปัจจัยนำเข้าแล้วเสร็จ เข้าสู่ขั้นตอนการสร้างสมการถดถอย วิธีการสร้างสมการในการศึกษาครั้งนี้อาศัยโปรแกรม SPSS Statistic 17.0 (IBM Corporation 2010) ด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์การถดถอย (Regression) เพื่อนำปัจจัยแต่ละตัวเข้าสู่สมการ ความเหมาะสมของปัจจัยแต่ละตัวจะพิจารณาด้วยค่า Partial Correlation (ค่า Sig) ที่มีค่าต่ำกว่า 0.05 เพื่อหาปัจจัยหรือตัวแปรที่มีความเหมาะสมที่จะสามารถอยู่ในสมการได้โดยการทดสอบนำปัจจัยเข้า-ออกจากสมการในขั้นตอนการวิเคราะห์จนกว่าจะได้ผลลัพธ์เป็นสมการที่มีความเหมาะสมมากที่สุดและไม่มีปัจจัยใดที่ส่งผลต่อสมการที่ได้อีก ขั้นตอนนี้จะพิจารณาจากค่า R² (r square) และค่า t-Statistic ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99.95 จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอยพหุคูณ พบว่ารูปแบบของสมการที่ได้แสดงดังสมการที่ 5.7

$$\begin{aligned} \text{Ln_Yield} = & 0.649(\text{Ln_FruitArea}) - 1.095(\text{Ln_No_TreePerM2}) + 1.152(\text{Ln_No_CultivarTreePerM2}) \\ & - 0.859(\text{Ln_No_Land}) + 0.326(\text{Ln_WaterSystem}) + 0.463(\text{Ln_SoilType}) \dots\dots\dots (5.7) \end{aligned}$$

โดย สมการทั้งหมดอยู่ในรูปแบบ Nomal logarithm และ

YieldPerM2	คือ ผลผลิตลำไย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)
FruitArea	คือ พื้นที่ผลลำไยต่อหนึ่งต้น (ตารางเมตร)
No_TreePerM2	คือ จำนวนต้นลำไยในพื้นที่ (ต้นต่อตารางเมตร)
No_CultivarTreePerM2	คือ จำนวนต้นลำไยที่ให้ผลผลิตในพื้นที่ปลูก (ต้นต่อตารางเมตร)
No_Land	คือ จำนวนพื้นที่ถือครอง (แปลงที่ดิน)
WaterSystem	คือ ระบบการให้น้ำ
SoilType	คือ ชนิดของดิน

ตารางที่ 5-1 ค่าสถิติโดยรวมของการสมการ

Model	R	R ²	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.890 ^a	.793	.765	.53520

สมการถดถอยเชิงเส้นเริ่มต้นที่จุดกำเนิด

ตารางที่ 5-2 ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในสมการและค่าการทดสอบทางสถิติ

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
	B	Std. Error	Beta			
ln_FruitArea	.649	.088	.977	7.367	.000	
ln_no_TreePerM2	-1.095	.292	-4.117	-3.753	.000	
ln_no_CultivarPerM2	1.152	.259	4.667	4.440	.000	
ln_no_Land	-.859	.202	-.594	-4.251	.000	
ln_watersystem	.326	.122	.324	2.673	.010	
ln_soiltype	.463	.147	.438	3.154	.003	

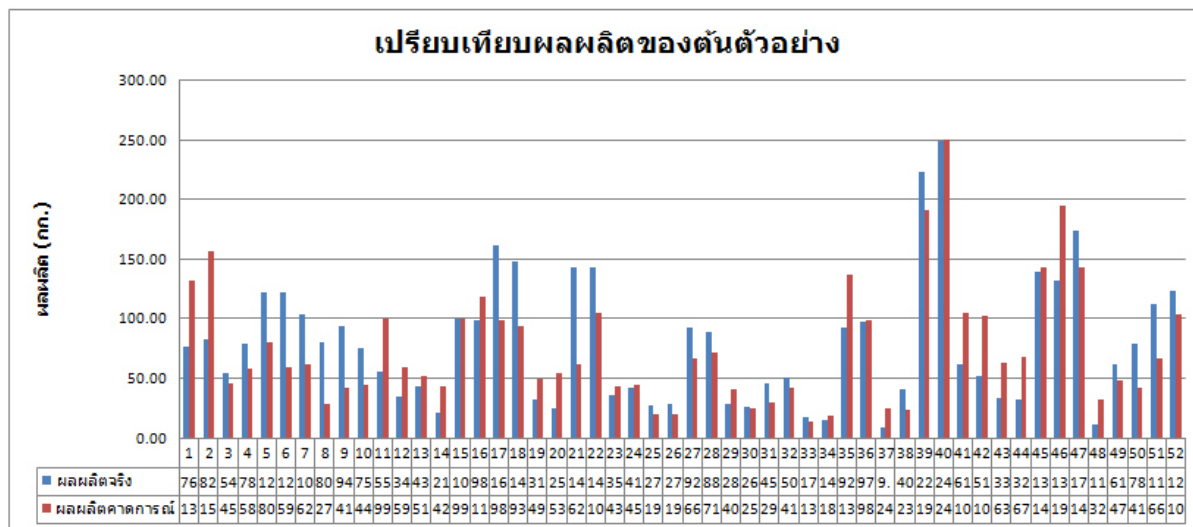
จากตารางที่ 5-1 และ 5-2 ข้างต้น พบว่าจากปัจจัยทั้งหมด 14 ปัจจัยที่นำเข้าสู่การวิเคราะห์มีทั้งหมด 6 ปัจจัยที่มีความสำคัญและยอมรับได้ในทางสถิติ (ค่า sig น้อยกว่า 0.05) ได้แก่ พื้นที่ผลลำไยต่อต้น จำนวนต้นลำไยที่ปลูกต่อตารางเมตร จำนวนต้นลำไยที่ให้ผลผลิตต่อตารางเมตร จำนวนพื้นที่ถือครอง ระบบการจัดการน้ำ และชนิดของดิน โดยปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตลำไยที่ได้ โดยมีค่าความสัมพันธ์

ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเท่ากับ 0.89 หรือสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ถึงร้อยละ 89 โดยปัจจัยทั้งหมดสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตลำไยได้ร้อยละ 79 ในขณะที่อีกประมาณร้อยละ 21 ของการเปลี่ยนแปลงผลผลิตลำไยจะมาจากสาเหตุอื่นๆ หรือปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือจากที่ได้ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ รวมถึงหลังจากการปรับค่าแล้วอิทธิพลของตัวแปรปัจจัยต่างๆ ต่อปริมาณผลผลิตลำไยยังคงที่ค่าประมาณร้อยละ 76 และการนำสมการจากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มาใช้ในการประมาณการผลผลิตลำไยจะมีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.54 (Std. error 0.5352) ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 และค่า Durbin Watson's statistics เท่ากับ 1.37 ซึ่งถือว่าสมการผ่านการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปทางสถิติและอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ผลจากการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ทั้งหมด พบว่า พื้นที่ผลลำไยต่อต้น จำนวนต้นที่ให้ผลผลิตต่อตารางเมตร ระดับความเหมาะสมของระบบการให้น้ำ และชนิดของดินมีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตในเชิงบวก และมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.649 1.152 0.326 และ 0.463 ตามลำดับ ในขณะที่ จำนวนต้นลำไยทั้งหมดต่อตารางเมตรและจำนวนพื้นที่ถือครอง มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตลำไยในเชิงลบ และมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 1.095 และ 0.859 ตามลำดับ

จากเครื่องหมายบวกและลบกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้สามารถอธิบายได้ว่า พื้นที่ผลของลำไยที่ปรากฏในภาพที่บันทึกไว้ก่อนช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวแปรผันโดยตรงกับจำนวนผลผลิตที่ได้ในที่สุด พื้นที่ผลลำไยที่จำแนกได้อีกมากยิ่งทำให้ผลผลิตที่ได้มากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งตรงกับสมมติฐานเริ่มต้นของงานวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้จำนวนของต้นลำไยที่สามารถเก็บผลผลิตได้มีความสำคัญต่อปริมาณผลผลิตค่อนข้างมาก ยิ่งเกษตรกรมีต้นลำไยที่ให้ผลผลิตมากยิ่งทำให้ได้ผลผลิตมากเท่านั้น โดยจะส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตในอัตราที่สูง แต่ในทางตรงกันข้ามจำนวนต้นลำไยทั้งหมดที่มีในสวนกลับส่งผลในด้านลบกับปริมาณผลผลิต กล่าวคือหากมีจำนวนต้นลำไยที่ปลูกมากเกินไป โดยในหลายๆ ต้นไม่สามารถให้ผลผลิตได้นั้นอาจส่งผลถึงระดับการดูแลสวนของเกษตรกร จึงส่งผลให้ผลผลิตที่ควรจะได้ลดลง ในทำนองเดียวกับกับการที่เกษตรกรมีพื้นที่ถือครองมากกว่า 1 แปลงจะทำให้ผลผลิตลำไยที่ควรจะได้ลดลงไปด้วย เนื่องจากต้องจัดสรรเวลาในการจัดการพื้นที่อื่นๆ นอกเหนือจากแปลงที่เก็บข้อมูล จึงอาจทำให้ไม่สามารถให้เวลาในการดูแลสวนในระดับที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีได้ ในขณะที่ความเหมาะสมของระบบการให้น้ำ เช่น พื้นที่ปลูกที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่รับน้ำชลประทานยอมให้น้ำได้ดีกว่าพื้นที่ปลูกที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ชนิดของดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง เช่น ดินดำ ดินร่วน จะมีความเหมาะสมในการผลิตสูงกว่าพื้นที่ปลูกที่อยู่บนดินแดง ดินลูกรัง เป็นต้น ระดับความเหมาะสมของปัจจัยดังกล่าวข้างต้นจึงส่งผลให้ผลผลิตลำไยที่ได้สูงตามไปด้วย

สมการถดถอยเพื่อการประเมินผลผลิตลำไยที่ได้มาเมื่อนำไปทดสอบการประมาณการย้อนกลับด้วยข้อมูลชุดทดสอบพบว่ามีความแตกต่างมากกับผลผลิตที่เก็บได้จริงในบางตัวอย่าง แต่โดยส่วนใหญ่จะมีความใกล้เคียงกันระหว่างค่าผลผลิตประมาณการกับผลผลิตจริง โดยเปรียบเทียบกันได้ดังรูปที่ 5-1



รูปที่ 5-1 เปรียบเทียบผลผลิตประมาณการกับผลผลิตจริง

5.3 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของสมการ

การทดสอบความคลาดเคลื่อนของสมการทำได้โดยการประมาณการผลผลิตลำไยด้วยข้อมูลตัวอย่างที่เก็บมาได้จากพื้นที่จริงๆ เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการประมาณการกับผลผลิตที่ได้จริงในแต่ละต้น โดยทำการระบุความคลาดเคลื่อน ($\text{Error}_{\text{predicte}}(\%)$) เป็นเปอร์เซ็นต์การคลาดเคลื่อนระหว่างผลผลิตที่ทำการประมาณได้กับผลผลิตจริง ตามสมการที่ 5.8

$$\text{Error}(\%) = \frac{\text{Yield}_p - \text{Yield}_a}{\text{Yield}_a} * 100 \dots \dots \dots (5.8)$$

โดย Yield_p คือ ผลผลิตที่ได้จากการประมาณการด้วยสมการถดถอย

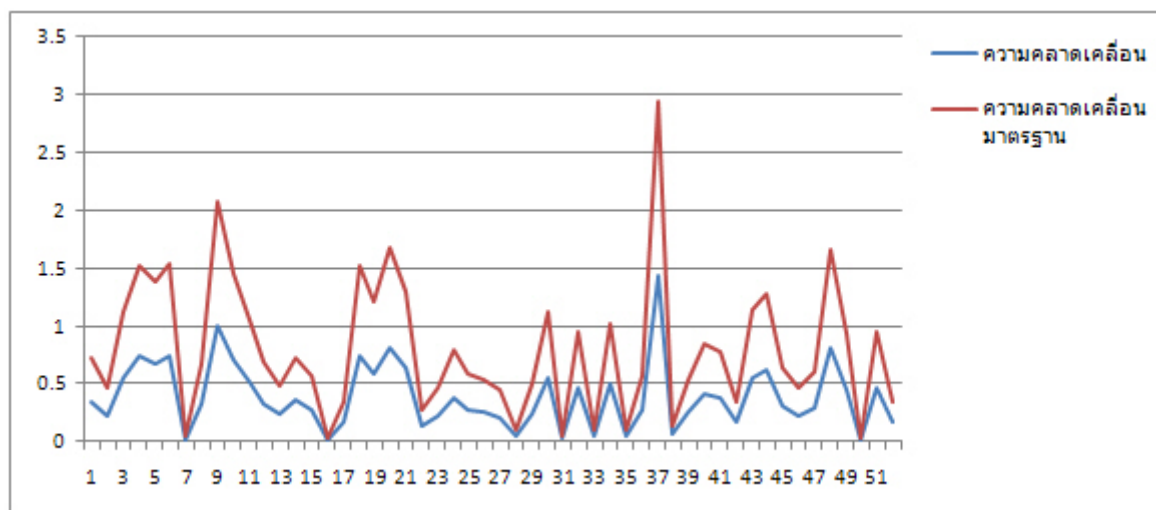
Yield_a คือ ผลผลิตที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริง

ผลของการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 5-3

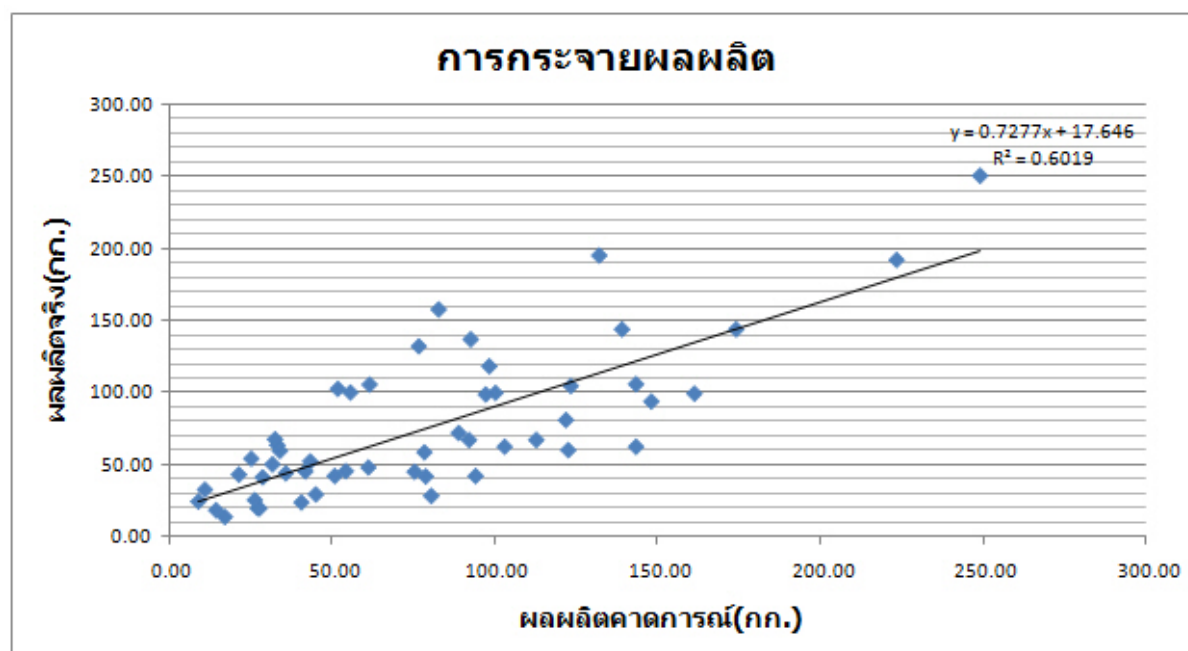
ตารางที่ 5-3 ผลต่างระหว่างผลผลิตคาดการณ์กับผลผลิตจริงในต้นตัวอย่าง

รหัสต้น	ผลผลิต		ผลต่าง	% error	รหัสต้น	ผลผลิต		ผลต่าง	% error
	จริง	คาดการณ์				จริง	คาดการณ์		
L31301	76.70	131.64	-54.94	-71.62	L30711	92.10	66.73	25.37	27.55
L31302	82.80	157.17	-74.37	-89.82	L30712	88.90	71.61	17.29	19.45
L31261	54.30	45.15	9.15	16.84	307201	28.80	40.89	-12.09	-41.97
L31262	78.40	58.17	20.23	25.80	307202	26.40	25.09	1.31	4.95
L30061	121.80	80.57	41.23	33.85	L30031	45.10	29.06	16.04	35.57
L30062	122.50	59.72	62.78	51.25	L30032	50.90	41.81	9.09	17.86
L31461	103.00	62.09	40.91	39.72	L30521	17.20	13.39	3.81	22.16
L31462	80.50	27.98	52.52	65.24	L30522	14.50	18.10	-3.60	-24.83
L0221	94.10	41.76	52.34	55.62	L31131	92.60	136.50	-43.90	-47.41
L0222	75.40	44.75	30.65	40.65	L31132	97.20	98.31	-1.11	-1.14
L30351	55.70	99.64	-43.94	-78.88	316801	9.10	24.11	-15.01	-164.98
L30352	34.10	59.16	-25.06	-73.48	316802	40.70	23.45	17.25	42.38
309201	43.40	51.87	-8.47	-19.51	L31691	223.20	191.49	31.71	14.21
309202	21.50	42.71	-21.21	-98.67	L31692	248.80	249.79	-0.99	-0.40
L0251	100.20	99.37	0.83	0.82	L30981	61.60	105.16	-43.56	-70.72
L0252	98.30	117.83	-19.53	-19.87	L30982	51.85	102.14	-50.29	-96.99
L31201	161.20	98.89	62.31	38.66	1401	33.30	63.23	-29.93	-89.88
L31202	148.00	93.46	54.54	36.85	1402	32.60	67.25	-34.65	-106.30
301201	31.80	49.86	-18.06	-56.80	L31311	139.00	143.42	-4.42	-3.18
301202	25.30	53.80	-28.50	-112.64	L31312	132.00	194.56	-62.56	-47.40
L30301	143.30	62.06	81.24	56.70	301101	174.00	143.37	30.63	17.60
L30301	143.30	105.41	37.89	26.44	301102	11.10	32.30	-21.20	-190.95
L30321	35.90	43.67	-7.77	-21.64	L30631	61.20	47.72	13.48	22.03
L30322	41.90	45.02	-3.12	-7.45	L30632	78.80	41.49	37.31	47.35
L30611	27.30	19.42	7.88	28.85	307001	112.70	66.77	45.93	40.76
L30612	27.80	19.41	8.39	30.16	307002	123.30	104.17	19.13	15.51

จากตารางพบว่าผลผลิตรวมที่ได้จากการประมาณการณได้มาทั้งสิ้น 3,912.5 กิโลกรัม ในขณะที่ผลผลิตที่บันทึกได้จริงจากต้นตัวอย่างอยู่ที่ 4125.55 กิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันเท่ากับ 202.95 กิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 4.93 ของผลผลิตที่เก็บได้จริง โดยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของสมการดังกล่าวเท่ากับร้อยละ 12.73 ซึ่งเมื่อเทียบระดับความคลาดเคลื่อนของแต่ละต้นตัวอย่างกับความคลื่อนมาตรฐานแสดงดังรูปที่ 5-2 และรูปแบบการสัมพันธ์ของผลผลิตจริงกับผลผลิตประมาณการณแสดงดังรูปที่ 5-3 โดยมีความสัมพันธ์ลักษณะเป็นเส้นตรงที่มี R^2 เท่ากับ 0.60



รูปที่ 5-2 ความคลาดเคลื่อนของผลผลิตประมาณการณกับผลผลิตจริง



รูปที่ 5-3 เปรียบเทียบผลผลิตประมาณการณกับผลผลิตจริง

บทที่ 6

การประมาณการผลผลิตลำไยเชิงพื้นที่

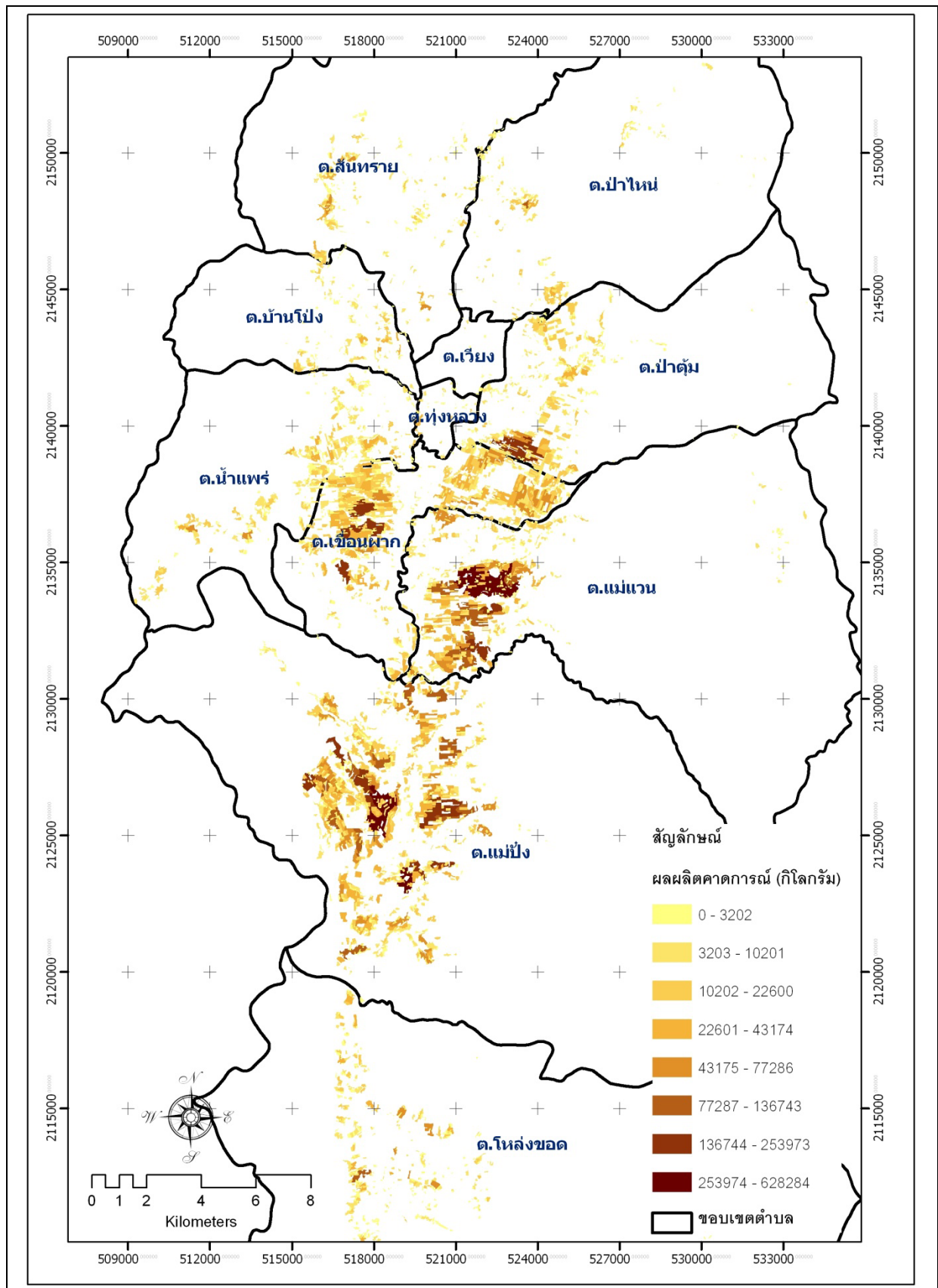
จากสมการถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ในตอนก่อนหน้านี้ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการประมาณการผลผลิตลำไยระดับอำเภอด้วยหน่วยแผนที่การปลูกลำไยสำหรับอำเภอพร้าวซึ่งได้สร้างไว้ในส่วนงานก่อนหน้านี้ มีหน่วยแผนที่ดินที่มีความสำคัญของพื้นที่ทั้งสิ้น 18 ประเภทหน่วยแผนที่ดิน ที่ได้ทำการสำรวจในขั้นตอนของการบันทึกภาพผลลำไยและข้อมูลทั่วไปของสวนตัวอย่างดังตารางที่ 8 จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเมื่อนำมาใช้แทนค่าในแต่ละปีปัจจัยของสมการถดถอยเพื่อคาดการณ์ผลผลิต ผลของสมการได้ตัวเลขผลผลิตต่อต้น (กิโลกรัมต่อต้น) นำไปคูณกับจำนวนต้นที่ให้ผลผลิตได้แล้วหารด้วยพื้นที่ปลูกของสวนตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นผลผลิตลำไยเฉลี่ยต่อไร่ของสวนตัวอย่าง จากนั้นนำไปหาค่าเฉลี่ยในสวนที่อยู่ในประเภทของหน่วยแผนที่เดียวกัน ได้ผลลัพธ์เป็นผลผลิตลำไยเฉลี่ยกิโลกรัมต่อไร่ที่เป็นตัวแทนของหน่วยแผนที่ดินในพื้นที่

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และเก็บรวบรวมข้อมูลผลผลิตรวมทั้งจากรายงานพบว่าลำไยหนึ่งต้นสามารถให้ผลได้ตั้งแต่ 10 กิโลกรัมถึงสูงกว่า 200 กิโลกรัมต่อต้น ขึ้นอยู่กับอายุและการดูแลรักษา แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตต่อไร่ที่เคยรายงานได้ในพื้นที่อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่จะอยู่ที่ประมาณ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553) รวมถึงกรณีที่เป็น off year หรือปีที่ไม่ให้ผลผลิตของต้นลำไยจะมีผลผลิตลดลงจากปีที่ให้ผลผลิตดีประมาณร้อยละ 35 (อุทัย เชียงเงิน, 2547) ซึ่งจากข้อมูลสถิติผลผลิตในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาพบว่าในปี 2553 เป็นปีที่ให้ผลผลิตที่ดี (สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่, 2553) จากข้อมูลทั้งหมดดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในแต่ละปีสวนแต่ละสวนลำไยไม่สามารถให้ผลได้ทุกต้นหรือให้ผลได้ไม่เท่ากันในแต่ละต้นของสวน เนื่องจากสาเหตุหลักมาจากการที่ลำไยเป็นพืชที่ให้ผลดีปีเว้นปีแต่ละต้นก็จะมีรอบปีที่ให้ผลได้ดีแตกต่างกัน อีกทั้งปัญหาจากภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นระหว่างช่วงระยะเวลาตั้งแต่ติดผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นเหตุให้ต้นลำไยบางต้นไม่สามารถให้ผลได้ดีเท่าที่ควร ปัจจัยต่างๆเหล่านี้จึงไม่สามารถใช้ตัวเลขผลผลิตที่ได้จากสมการการประมาณการได้โดยตรง ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ที่สูงมาก ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้กำหนดความคลาดเคลื่อนของตัวเลขตามร้อยละของการติดผลในแต่ละสวน เพื่อทดสอบตัวเลขที่ได้ให้มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับความเป็นจริง โดยตั้งสมมติฐานว่าในแต่ละสวนมีส่วนของผลผลิตลำไยที่สูญหายไปในแต่ละปีตั้งแต่ร้อยละ 10 20 30 40 และร้อยละ 50 หรืออีกทางหนึ่งคือร้อยละของการให้ผลผลิตในแต่ละสวนมีตั้งแต่เต็มที่ถึงร้อยละ 50 ซึ่งตัวเลขผลผลิตที่ได้ออกมาพบว่าค่าเฉลี่ยของการติดผลในระดับร้อยละ 80 ถึง 60 มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่สำรวจพบในพื้นที่ โดยค่าเฉลี่ยผลผลิตต่อไร่อยู่ที่ 1049.58 ถึง 899.64 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ตัวเลขในแต่ละหน่วยแผนที่ดินในการติดผลแสดงดังตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 ผลผลิตคาดการณ์จากแบบจำลองสมการถดถอยในแต่ละประเภทของหน่วยแผนที่

หน่วยแผนที่ดิน	ติดผล 100%	ติดผล 90%	ติดผล 80%	ติดผล 70%	ติดผล 60%	ติดผล 50%
0 - 5 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 0 - 5%	760.20	684.18	608.16	532.14	456.12	380.10
0 - 5 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 5 - 20%	457.60	411.84	366.08	320.32	274.56	228.80
0 - 5 ปี, อาศัยน้ำฝน, 0 - 5%	664.70	598.23	531.76	465.29	398.82	332.35
0 - 5 ปี, อาศัยน้ำฝน, 5 - 20%	398.50	358.65	318.80	278.95	239.10	199.25
รูปแบบอื่นๆ ในช่วงอายุ 0 - 5 ปี	570.25	513.23	456.20	399.18	342.15	285.13
6 - 12 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 0 - 5%	605.22	544.70	484.17	423.65	363.13	302.61
6 - 12 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 5 - 20%	1140.78	1026.70	912.62	798.54	684.47	570.39
6 - 12 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, มากกว่า 20%	1574.86	1417.37	1259.89	1102.40	944.91	787.43
6 - 12 ปี, ระบบชลประทาน, 0 - 5%	2072.36	1865.12	1657.89	1450.65	1243.41	1036.18
6 - 12 ปี, ระบบชลประทาน, 5 - 20%	6759.68	6083.71	5407.74	4731.77	4055.81	3379.84
6 - 12 ปี, แหล่งน้ำใต้ดิน, 0 - 5%	675.49	607.94	540.39	472.84	405.29	337.74
6 - 12 ปี, แหล่งน้ำใต้ดิน, 5 - 20%	3051.54	2746.39	2441.23	2136.08	1830.93	1525.77
6 - 12 ปี, อาศัยน้ำฝน, 0 - 5%	1455.04	1309.54	1164.03	1018.53	873.02	727.52
6 - 12 ปี, อาศัยน้ำฝน, 5 - 20%	1825.69	1643.12	1460.55	1277.98	1095.41	912.85
6 - 12 ปี, อาศัยน้ำฝน, มากกว่า 20%	459.45	413.51	367.56	321.62	275.67	229.73
รูปแบบอื่นๆ ในช่วงอายุ 6 - 12 ปี	1962.01	1765.81	1569.61	1373.41	1177.21	981.01
13 - 20 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 0 - 5%	892.06	802.85	713.65	624.44	535.23	446.03
13 - 20 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 5 - 20%	1584.01	1425.61	1267.21	1108.81	950.41	792.01
13 - 20 ปี, ระบบชลประทาน, 0 - 5%	1746.49	1571.84	1397.19	1222.54	1047.89	873.25
13 - 20 ปี, ระบบชลประทาน, 5 - 20%	1554.77	1399.29	1243.82	1088.34	932.86	777.39
13 - 20 ปี, แหล่งน้ำใต้ดิน, 5 - 20%	1161.25	1045.12	929.00	812.87	696.75	580.62
13 - 20 ปี, แหล่งน้ำใต้ดิน, มากกว่า 20%	841.65	757.49	673.32	589.16	504.99	420.83
13 - 20 ปี, อาศัยน้ำฝน, 0 - 5%	1336.37	1202.73	1069.10	935.46	801.82	668.19
13 - 20 ปี, อาศัยน้ำฝน, 5 - 20%	2222.19	1999.97	1777.75	1555.53	1333.31	1111.10
13 - 20 ปี, อาศัยน้ำฝน, มากกว่า 20%	1756.68	1581.02	1405.35	1229.68	1054.01	878.34
รูปแบบอื่นๆ ในช่วงอายุ 13 - 20 ปี	1455.05	1309.55	1164.04	1018.54	873.03	727.53
รูปแบบอื่นๆ ในช่วงอายุมากกว่า 20 ปี	1500.00	1350.00	1200.00	1050.00	900.00	750.00
ค่าเฉลี่ย	1499.40	1349.46	1199.52	1049.58	899.64	749.70

ค่าตัวเลขผลผลิตในแต่ละประเภทของหน่วยแผนที่ดิน ถูกนำไปสร้างเป็นแผนที่ผลผลิตค่าไย
คาดการณ์เพื่อใช้อธิบายถึงการกระจายระดับของผลผลิตในแต่ละพื้นที่ ดังรูปที่ 6-1



รูปที่ 6-1 การกระจายของผลผลิตคาดการณ์เชิงพื้นที่จากการประมาณการติดผลที่ 65%

จากภาพการกระจายของปริมาณผลผลิตเชิงพื้นที่ที่ประมาณการณืได้มาพบว่ามีพื้นที่ที่ให้ผลผลิตในระดับสูง (มากกว่า 100,000 กิโลกรัมต่อแปลง) จะกระจุกตัวอยู่ในบริเวณตอนกลางของ ตำบลแม่แวนและตำบลแม่ปิง นอกเหนือจากนั้นเป็นพื้นที่ปลูกที่มีปริมาณการผลิตลดหลั่นกันลงไป ในส่วนของพื้นที่ปลูกลำไยในตำบลเขื่อนผาก และตำบลป่าดู้ม มีบริเวณที่มีผลผลิตมากอยู่บ้าง แต่พื้นที่ส่วนใหญ่จะให้ผลผลิตในระดับปานกลาง (20,000 – 100,000 กิโลกรัมต่อแปลง) ซึ่งจากแผนที่ที่ระดับการคิดผลร้อยละ 65 พบว่าอำเภอพร้าวมีผลผลิตที่คาดการณ์ทั้งพื้นที่รวมทั้งสิ้น 31,244,515.63 กิโลกรัมหรือประมาณ 31,244 ตัน ปริมาณผลผลิตคาดการณ์ในแต่ละประเภทของหน่วยแผนที่แสดงดังตารางที่ 6-2

ตารางที่ 6-2 ผลผลิตรวมในแต่ละประเภทของหน่วยแผนที่ดินจากการประมาณการคิดผลที่ 65%

หน่วยแผนที่ดิน	จำนวนแปลง	พื้นที่รวม(ไร่)	ผลผลิตรวม(กก.)
0 - 5 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,0 - 5%	278	1,683.04	831,639.08
0 - 5 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,5 - 20%	237	1,588.93	472,611.90
0 - 5 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,มากกว่า 20%	110	252.58	93,622.27
0 - 5 ปี,ระบบชลประทาน,0 - 5%	6	39.12	14,501.72
0 - 5 ปี,ระบบชลประทาน,5 - 20%	14	26.84	9,949.86
0 - 5 ปี,ระบบชลประทาน,มากกว่า 20%	2	0.73	270.64
0 - 5 ปี,อาศัยน้ำฝน,0 - 5%	259	659.27	284,843.11
0 - 5 ปี,อาศัยน้ำฝน,5 - 20%	390	833.98	216,021.07
0 - 5 ปี,อาศัยน้ำฝน,มากกว่า 20%	320	916.68	339,777.46
0 - 5 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,0 - 5%	18	82.02	30,403.26
0 - 5 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,5 - 20%	17	38.55	14,287.86
0 - 5 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,มากกว่า 20%	10	31.08	11,520.66
6 - 12 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,0 - 5%	641	5,014.44	1,972,637.34
6 - 12 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,5 - 20%	532	3,654.64	2,709,929.95
6 - 12 ปี,ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน,มากกว่า 20%	166	724.35	741,480.70
6 - 12 ปี,ระบบชลประทาน,0 - 5%	109	337.96	455,238.27
6 - 12 ปี,ระบบชลประทาน,5 - 20%	33	84.77	372,447.05
6 - 12 ปี,ระบบชลประทาน,มากกว่า 20%	3	8.25	10,519.29
6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,0 - 5%	1218	5,194.12	4,912,473.62
6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,5 - 20%	1158	5,361.29	6,362,239.57
6 - 12 ปี,อาศัยน้ำฝน,มากกว่า 20%	728	1,697.33	506,896.01
6 - 12 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,0 - 5%	120	676.12	296,863.49
6 - 12 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,5 - 20%	110	682.83	1,354,401.52
6 - 12 ปี,แหล่งน้ำใต้ดิน,มากกว่า 20%	36	167.96	214,206.13

ตารางที่ 6-2(ต่อ) ผลผลิตรวมในแต่ละประเภทของหน่วยแผนที่ดินจากการประมาณการติดผลที่ 65%

หน่วยแผนที่ดิน	จำนวนแปลง	พื้นที่รวม(ไร่)	ผลผลิตรวม(กก.)
13 - 20 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 0 - 5%	345	2,102.72	1,219,233.75
13 - 20 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 5 - 20%	275	1,153.87	1,188,028.21
13 - 20 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, มากกว่า 20%	70	101.27	95,775.85
13 - 20 ปี, ระบบชลประทาน, 0 - 5%	34	88.52	100,491.55
13 - 20 ปี, ระบบชลประทาน, 5 - 20%	17	34.97	35,343.16
13 - 20 ปี, ระบบชลประทาน, มากกว่า 20%	2	0.88	827.79
13 - 20 ปี, อาศัยน้ำฝน, 0 - 5%	523	2,660.69	2,311,186.11
13 - 20 ปี, อาศัยน้ำฝน, 5 - 20%	428	2,747.58	2,598,604.33
13 - 20 ปี, อาศัยน้ำฝน, มากกว่า 20%	162	524.18	598,530.74
13 - 20 ปี, แหล่งน้ำใต้ดิน, 0 - 5%	48	164.69	155,762.12
13 - 20 ปี, แหล่งน้ำใต้ดิน, 5 - 20%	39	245.64	185,409.51
13 - 20 ปี, แหล่งน้ำใต้ดิน, มากกว่า 20%	16	52.98	28,983.02
21 - 30 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 0 - 5%	22	138.06	89,737.67
21 - 30 ปี, ประปาภูเขาและแหล่งน้ำผิวดิน, 5 - 20%	19	74.97	48,733.27
21 - 30 ปี, ระบบชลประทาน, 0 - 5%	1	0.64	416.59
21 - 30 ปี, อาศัยน้ำฝน, 0 - 5%	56	263.91	171,540.01
21 - 30 ปี, อาศัยน้ำฝน, 5 - 20%	53	161.96	105,271.49
21 - 30 ปี, อาศัยน้ำฝน, มากกว่า 20%	16	22.05	14,329.88
21 - 30 ปี, แหล่งน้ำใต้ดิน, 0 - 5%	11	76.19	49,523.83
21 - 30 ปี, แหล่งน้ำใต้ดิน, 5 - 20%	5	27.70	18,004.92
รวม	8,825	40,400	31,244,515.63

จากตารางพบว่าหน่วยแผนที่ดินที่ให้ผลผลิตลำไยสูงมากจะเป็นกลุ่มของลำไยที่มีอายุตั้งแต่ 6 ปี ถึง 20 ปี ปลูกในพื้นที่ที่มีความลาดชันตั้งแต่ 0 – 20 หรือเป็นที่ราบตลอดจนถึงที่ดอน และเป็นลำไยที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลักในการผลิต เนื่องจากสาเหตุที่ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ไม่มีความแตกต่างกันมากนักกับระบบการผลิตแบบอื่นๆ ทำให้ลำไยที่ปลูกอยู่ในกลุ่มนี้ซึ่งมีพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ของพื้นที่ปลูกในอำเภอพร้าวสามารถให้ผลผลิตโดยรวมที่ค่อนข้างมาก ในขณะที่หน่วยแผนที่ประเภทอื่นๆ ก็ให้ผลผลิตที่กระจายกันไปตามการกระจายและขนาดของพื้นที่ปลูก

การประมาณการผลผลิตลำไยในเชิงพื้นที่ เมื่อเทียบเป็นรายตำบล พบว่าในอ.พร้าว มีทั้งหมด 11 ตำบล พื้นที่ปลูกรวม 40,400 ไร่ ตำบลที่มีพื้นที่ปลูกมากได้แก่ ต.แม่ปิง ที่มีพื้นที่ปลูก 12,161 ไร่ ส่วน ต.เวียงเป็นตำบลที่มีพื้นที่ปลูกน้อยที่สุดเพียง 43 ไร่ ตัวเลขพื้นที่ปลูกที่ได้จากแผนที่พื้นที่ลำไยมีความใกล้เคียงกับ

พื้นที่ปลูกลำไยที่ได้ลงทะเบียนไว้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบในอำเภอคือสำนักงานเกษตรอำเภอพรวัว จาก รายงานมีพื้นที่ปลูกลำไยที่ลงทะเบียนรวมทั้งอำเภอเท่ากับ 34,945 ไร่ น้อยกว่าพื้นที่จากแผนที่ประมาณ 5,000 ไร่ โดยพื้นที่ปลูกในหลายๆ ตำบล มีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกัน เช่น ต.แม่ปิ้ง ต.เขื่อนผาก ต.โหล่งขอด ต.ป่าไหล่ เป็นต้น โดยความแตกต่างกันนี้เกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ อาทิเช่น ความผิดพลาดจากการจำแนก พื้นที่ลำไยที่เกิดขึ้นจากการปะปนกันของพื้นที่อื่นๆ ที่ไม่ใช่พื้นที่ปลูกลำไยถูกจัดกลุ่มให้อยู่ในพื้นที่ลำไย และอีกสาเหตุมาจากการมีพื้นที่ปลูกลำไยในพื้นที่ที่เกษตรกรผู้ปลูกไม่ได้ลงทะเบียนพื้นที่กับสำนักงาน เกษตรอำเภอพรวัว ซึ่งทำให้ข้อมูลพื้นที่ปลูกในส่วนนี้หายไป จากพื้นที่ปลูกรายตำบลที่ได้ เมื่อทำการ เปรียบเทียบผลผลิตที่ได้ทำการคาดการณ์ด้วยสมการถดถอยซึ่งเป็นผลลัพธ์จากขั้นตอนของการศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่าได้ผลผลิตรวมทั้งอำเภอเท่ากับ 31,244,516 กิโลกรัม โดย ต.แม่ปิ้ง มีผลผลิตรวมมากที่สุดที่ 10.9 ล้านกิโลกรัม รองลงมาเป็นต.แม่แวน และต.เขื่อนผาก ส่วนผลผลิตที่น้อยที่สุดมาจาก ต.เวียง ที่มีเพียง 34,855 กิโลกรัม และต.ทุ่งหลวง ที่ได้ผลผลิต 131,217 กิโลกรัม ซึ่งเป็นไปตามขนาดของพื้นที่ปลูก และเมื่อ เปรียบเทียบระหว่างผลผลิตที่ได้จากสมการกับผลผลิตคาดการณ์ที่ได้จากเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบในการ ประมาณการผลผลิตในพื้นที่โดยเจ้าหน้าที่จะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเกษตรกรในแต่ละตำบลจำนวนหนึ่ง เพื่อ ทำการสอบถามถึงผลผลิตที่คาดว่าจะได้ในช่วงระยะก่อนการเก็บเกี่ยว เจ้าหน้าที่พบว่าผลผลิตจะขึ้นอยู่กับ พฤติกรรมของลำไยที่มักจะให้ผลผลิตปีเว้นปี ปีที่ให้ผลผลิตที่ดีเรียกว่า on year ปีที่ให้ผลผลิตไม่ดีเรียกว่า off year ซึ่งจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่และเกษตรกรในปีผลิต 2553 เป็นปีที่ให้ผลผลิตไม่ดีเนื่องจากมีความ แห้งแล้งมาก ผลผลิตที่คาดการณ์ได้เท่ากับ 27,956,000 กิโลกรัม (เฉลี่ย 800 กิโลกรัม/ไร่) ซึ่งเมื่อ เปรียบเทียบกับผลผลิตในปีที่ให้ผลดี จะมีปริมาณผลผลิตคาดการณ์ที่ 34,945,000 กิโลกรัม (เฉลี่ย 1,000 กิโลกรัม/ไร่) ทั้งนี้ผลผลิตที่ได้คาดการณ์จากเจ้าหน้าที่จะมีความแตกต่างกับผลผลิตคาดการณ์ที่ได้จาก สมการถดถอยจากการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ได้อาศัยหน่วยแผนที่ดินที่มีการผลิตลำไยที่มี รูปแบบที่แตกต่างกัน จึงทำให้ผลผลิตเฉลี่ยที่ได้ไม่เท่ากันตามคุณลักษณะของหน่วยแผนที่ที่สวนลำไยตั้งอยู่ อีกทั้งยังอาศัยความเชื่อมโยงของหลายๆ ปัจจัยที่ใช้ในการผลิตเข้ามาร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการประมาณ การณ์ด้วย ทำให้ผลผลิตในแต่ละพื้นที่มีความหลากหลาย และเมื่อกำหนดเป็นผลผลิตในแต่ละตำบลจึงมี ความแตกต่างกันอีกทั้งยังสามารถอธิบายได้เป็นรายแปลง ข้อมูลพื้นที่ปลูกและผลผลิตคาดการณ์ เปรียบเทียบรายตำบลแสดงดังตารางที่ 6-3

ตารางที่ 6-3 พื้นที่ปลูกทรายดำบลและผลการคาดการณ์เปรียบเทียบจากสมการและเจ้าหน้าที่

ตำบล	พื้นที่จากแผนที่ ¹	ผลผลิตจาก สมการ ²	พื้นที่ปลูก ลงทะเบียน ³	ผลผลิตคาดการณ์ปี 52/53 ⁴	ผลผลิตคาดการณ์ ในปีที่ดี 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
ป่าดุ่ม	3,573	1,905,752	2,034	1,627,200	2,034,000
ป่าไหนด	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
แม่ปิง	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 ¹จากฐานข้อมูลเชิงพื้นที่, ²คำนวณจากสมการถดถอยหลายตัวแปรที่ระดับการคิดผลร้อยละ 65,

^{3,4,5} จากสำนักงานเกษตรอำเภอพร้าว

³ พื้นที่ปลูกที่เกษตรกรทำการลงทะเบียนกับสำนักงานเกษตรอำเภอพร้าว

⁴ ผลผลิตคาดการณ์จากเจ้าหน้าที่ในปีผลิต 2552-2553

⁵ ผลผลิตคาดการณ์จากเจ้าหน้าที่ในปีที่ดี (on year)

บทที่ 7

สรุปและข้อเสนอแนะ

ในรายงานนี้ได้กล่าวถึงผลของงานในหลายส่วน ได้แก่การจัดทำแผนที่พื้นฐานเชิงพื้นที่ที่ได้ทำการปรับปรุงให้มีความถูกต้องและทันสมัยมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ทำการปรับปรุงให้เป็นแผนที่ที่มีรายละเอียดระดับแปลงเพื่อให้สามารถใช้งานในพื้นที่ระดับอำเภอได้อย่างถูกต้องมากที่สุด โดยนำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2549 ที่ได้รับจากกรมพัฒนาที่ดิน มาทำการปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดต่างๆ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1: 4000 ที่บันทึกช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2545 มาดิจิไตส์รายละเอียดของข้อมูลใหม่ ภายใต้คำอธิบายของประเภทการใช้ที่ดินตามกรมพัฒนาที่ดิน ผลจากการดิจิไตส์ทำให้ได้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีรายละเอียดที่ดี โดยเฉพาะพื้นที่ลำไยที่จำแนกได้เป็นรายแปลง และสามารถระบุอายุของต้นลำไยได้ ซึ่งเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการศึกษาในโครงการนี้ รวมถึงพื้นที่แหล่งน้ำขนาดเล็กเพื่อการเกษตร หรือบ่อน้ำในไร่นาที่เพิ่มเติมได้ ทำให้สามารถทราบแหล่งน้ำสำหรับใช้ในการผลิตของเกษตรกรได้เป็นอย่างดี

ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้มาถูกนำมาวิเคราะห์เชิงซ้อนทับ (Overlay) เพื่อสร้างเป็นหน่วยแผนที่ดิน (Land mapping unit) สำหรับการผลิตลำไย ในการศึกษาที่ใช้สามชั้นข้อมูลที่สำคัญได้แก่ ชั้นข้อมูลแผนที่อายุต้นลำไย ชั้นข้อมูลระบบการใช้น้ำ และชั้นข้อมูลระดับความลาดชันเชิงพื้นที่ หลังจากนำมาซ้อนทับกันทั้งสามชั้นข้อมูลสามารถสร้างหน่วยแผนที่ดินที่มีความสำคัญในเชิงพื้นที่ของพื้นที่ศึกษาทั้งสิ้น 27 หน่วยแผนที่ ในการนี้จะใช้เป็นพื้นที่ตั้งต้นสำหรับการเลือกจำนวนจุดตัวอย่างเพื่อทำการสัมภาษณ์รายละเอียดของการผลิตลำไยของเกษตรกร และนอกจากนี้ยังได้คัดเลือกสวนตัวอย่างสำหรับการบันทึกภาพถ่ายทรงพุ่มลำไยเพื่อใช้ในการจำแนก โดยได้ผลของการสร้าง LMU สำหรับการผลิตลำไย เพื่อทำการจัดกลุ่มของรูปแบบพื้นที่ที่มีการผลิตลำไยใน อ.พริ้ว โดยได้มาทั้งหมด 27 รูปแบบ แต่มีรูปแบบที่มีความสำคัญเพียง 18 รูปแบบ ซึ่งได้อาศัยขนาดของพื้นที่โดยรวมเป็นเกณฑ์ในการกำหนด โดยคัดเลือกจากหน่วยแผนที่ดินที่มีพื้นที่มากกว่า 100 ไร่ พบว่ามีทั้งสิ้น 18 หน่วยแผนที่ดิน ในที่นี้ได้ทำการคัดเลือกสวนทั้งสิ้น 30 สวนกระจายในสัดส่วนตามขนาดของพื้นที่ที่ปรากฏ เพื่อทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

งานในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายที่บันทึกผลลำไยจากทรงพุ่มเพื่อจำแนกเป็นพื้นที่ผลของลูกลำไยในแต่ละต้นตัวอย่างทั้งหมด 60 ต้น ได้รูปที่ทำการบันทึกทั้งสิ้น 360 ภาพ บันทึกด้วยกล้องดิจิตอลในรูปแบบ JPG ในขนาดความละเอียดของภาพไม่ต่ำกว่า 1600x1200 พิกเซล โดยการทาบทกรอบที่

ทำด้วยท่อน้ำประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1 x 1 เมตร เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนของการจำแนกด้วยโปรแกรม ERDAS Imagine 9.0 โดยใช้การจำแนกแบบอาศัยองค์ความรู้ (Knowledge Classification) ด้วยเครื่องมือการสร้างแบบจำลองขั้นตอนการทำงาน (Model Maker) เพื่อให้การจำแนกสามารถทำได้โดยใช้เวลาน้อยและสามารถทำซ้ำกับรูปอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติของภาพคล้ายคลึงกัน โดยสามารถจัดกลุ่มของภาพที่คล้ายคลึงกันได้ 5 กลุ่มตามสภาวะของการบันทึกภาพ ได้แก่มีแดด/สว่างน้อย มีแดด/สว่างปานกลาง มีแดด/สว่างมาก ไม่มีแดด/สว่างน้อย และ ไม่มีแดด/สว่างปานกลาง ซึ่งองค์ความรู้ที่ใช้ในการจำแนกอาศัยค่าสถิติพื้นฐานของชั้นข้อมูลภาพเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดค่า Threshold เพื่อแยกระหว่างส่วนของภาพที่เป็นพื้นที่ผลลําไยกับส่วนอื่นๆ ชั้นข้อมูลดังกล่าวเป็นชั้นข้อมูลที่บันทึกได้โดยตรงจากการบันทึกด้วยระบบ RGB และชั้นข้อมูลที่ได้จากการแปลงค่าจากค่าดั้งเดิม RGB เป็นค่าอื่นๆ ที่มีประโยชน์ต่อการจำแนก รวมถึงชั้นข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์รูปแบบต่างๆ ของค่า RGB ดั้งเดิมด้วย ค่า Threshold จะใช้กำหนดเป็นเงื่อนไขของการจำแนกในแต่ละกระบวนการ ค่าสถิติที่ได้ของแต่ละชั้นข้อมูลที่จะเป็นในแต่ละกลุ่มสภาวะภาพจะถูกกำหนดเป็นเงื่อนไขในแบบจำลองขั้นตอนการทำงาน ซึ่งได้มาทั้งสิ้น 6 รูปแบบที่ครอบคลุมกับกลุ่มตัวอย่างภาพที่บันทึกได้มาในการศึกษาครั้งนี้

แบบจำลองที่ได้สามารถนำเข้าภาพที่ได้รับการเตรียมความพร้อมในขั้นตอนแรก ได้แก่การปรับแก้ความเบี่ยงของภาพและการตัดส่วนที่อยู่นอกเหนือจากกรอบที่สนใจขนาด 1 x 1 เมตรออกไป เหลือเพียงพื้นที่ของภาพภายในกรอบเท่านั้น เพื่อให้ได้พื้นที่ภาพขนาด 1 ตารางเมตรในการวิเคราะห์ ผลลัพธ์จากการใช้แบบจำลองขั้นตอนในการจำแนกสามารถให้ผลในระดับที่ดี โดยใช้เวลาในการวิเคราะห์ในแต่ละภาพสั้น และผลของการจำแนกใช้วิธีการตรวจสอบด้วยสายตาจากการสร้างตารางขนาด 100x100 ช่องเทียบกับภาพที่ต้องการตรวจสอบ จากนั้นทำการสุ่มช่องทั้งหมด 30 ช่องเพื่อใช้ในการตรวจสอบในตำแหน่งเดียวกันระหว่างภาพต้นแบบกับภาพที่ได้จากการจำแนก จากนั้นหาค่าความถูกต้องรวมและค่าดัชนี Kappa เพื่ออธิบายระดับความถูกต้องของแต่ละภาพ ในที่นี้พบว่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกอยู่ในระดับที่ดี โดยภาพตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ความถูกต้องมีค่าความถูกต้องรวมตั้งแต่ร้อยละ 70 เป็นต้นไป

อย่างไรก็ตามความถูกต้องของการจำแนกจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของภาพที่บันทึกมา จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าภาพที่ให้ผลลัพธ์ในการจำแนกที่ดีนั้นเป็นภาพที่บันทึกต้นลำไยในสภาวะที่ไม่มีแดดและมีแสงสว่างปานกลาง รวมถึงองค์ประกอบที่ปรากฏอยู่ภายในภาพไม่หลากหลาย ซึ่งหากมีเพียงส่วนที่เป็นผลลําไยกับใบลำไยจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถจำแนกภาพได้ผลในระดับความถูกต้องที่สูงมาก แต่หากภาพที่มีองค์ประกอบ

เป็นส่วนอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องอยู่มาก โดยเฉพาะส่วนที่เป็นพื้นหญ้ากับกิ่งก้านและลำต้น รวมถึงไม้ไผ่ที่ใช้ค้ำยันลำต้นในช่วงเวลาของการติดผล องค์ประกอบเหล่านี้จะส่งผลให้ความถูกต้องของการจำแนกลดลงอย่างมาก เนื่องจากว่าส่วนที่เป็นพื้นหญ้า กิ่งก้าน และลำต้น มีค่าสถิติของแต่ละชั้นข้อมูลอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับส่วนที่เป็นผลลำไย จึงทำให้การจำแนกในหลายๆ ภาพมีส่วนที่เป็นพื้นหญ้าติดมากับภาพผลลัพธ์ด้วย ดังนั้นการจัดองค์ประกอบของภาพก่อนการบันทึก เช่น การทำให้พื้นที่อื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องไม่ปรากฏในภาพขณะทำการบันทึกสามารถช่วยในการลดหรือหลีกเลี่ยงความผิดพลาดในขั้นตอนการจำแนกได้เป็นอย่างดีจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการบันทึกภาพลำไยในช่วงเวลาใดๆ ที่ไม่มีแดดแต่มีความสว่างมากพอ เช่น ช่วงเวลาตอนเย็น เป็นเวลาที่เหมาะสม ช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสมสำหรับการบันทึกภาพคือช่วงเวลาที่แดดจ้า และมีความสว่างมาก เช่น ช่วงเที่ยงวันถึงบ่าย ซึ่งจะทำให้ภาพมีเงาของส่วนต่างๆ ที่ปรากฏในภาพค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในส่วนของผลลำไยที่เป็นทรงกลมทำให้มีความสว่างและความมืดปรากฏอยู่ในแต่ละผล เป็นต้น อีกทั้งยังมีผลต่อความชัดเจนของภาพที่บันทึกได้ ซึ่งจะส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของค่าสถิติได้ ตัวอย่างต้นลำไยที่มีรูปแบบของการบันทึกข้อมูลภาพที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมพร้อมทั้งผลของการจำแนกแสดงดังรูปที่ 7-1



รูปที่ 7-1 รูปแบบของการบันทึกภาพ

จากภาพจะเห็นได้ว่าการจำแนกด้วยข้อมูลภาพ ก) จะสามารถจำแนกผลลำไยออกจากพื้นที่ส่วนอื่นๆ ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากในภาพมีเพียงผลลำไยและใบของลำไยปรากฏเป็นองค์ประกอบเท่านั้น ส่วนภาพ ข) ซึ่งในภาพที่บันทึกได้เป็นภาพที่ต้นลำไยมีความโปร่งค่อนข้างมาก และทำการบันทึกในช่วงเวลาบ่ายของวัน จึงทำให้มีแสงแดดและความสว่างค่อนข้างมาก อีกทั้งยังมีหลายองค์ประกอบที่ปรากฏอยู่ โดยเฉพาะพื้นหญ้า ทำให้ผลที่ได้จากการจำแนกมีส่วนที่เป็นองค์ประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่ผลลำไยติดมาด้วย ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นผู้ทำการบันทึกภาพต้องมีความระมัดระวังในการบันทึกภาพ และควรมีการเตรียมความพร้อมขององค์ประกอบก่อนที่จะทำการบันทึกด้วย

ในส่วนของการสร้างสมการถดถอยหลายตัวแปร เพื่อใช้ในการประมาณการณ์ผลผลิตลำไยในแต่ละประเภทของหน่วยแผนที่ดิน โดยอาศัยข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรเจ้าของสวนเพื่อให้ได้ปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นของการผลิตลำไยในแต่ละสวนที่เป็นสวนตัวอย่าง โดยใช้ตำแหน่งของสวนเดียวกันกับขั้นตอนการบันทึกข้อมูลภาพทรงพุ่มลำไย ซึ่งมีทั้งหมด 30 สวน ในแต่ละสวนมี 2 ต้นตัวอย่าง ดังนั้นชุดข้อมูลปัจจัยในการผลิตลำไยที่ใช้สำหรับสร้างสมการหลายตัวแปรจะมีทั้งสิ้น 60 ชุดข้อมูล ประกอบไปด้วย 2 กลุ่มปัจจัย กลุ่มแรกคือปัจจัยที่ได้จากขั้นตอนการจำแนกภาพผลลำไย ซึ่งได้เป็นพื้นที่ผลลำไยต่อต้น และระยะหว่างวันบันทึกภาพถึงวันเก็บผลผลิต กลุ่มที่ 2 เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ประกอบไปด้วย ผลผลิตต่อต้น พื้นที่ปลูก อายุ ระยะปลูก จำนวนต้นที่ปลูก จำนวนต้นที่ให้ผล จำนวนพื้นที่ถือครอง ระบบน้ำที่ใช้ชนิดดิน ระดับการดูแลสวน ซึ่งเมื่อนำปัจจัยทั้งหมดเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS version 17.0 ด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์ regression สามารถได้สมการผลผลิตลำไยต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตรได้ โดยสมการดังกล่าวสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ถึงร้อยละ 89 และค่า R^2 ที่ได้เท่ากับร้อยละ 79 อธิบายได้ว่าผลผลิตนี้สามารถอธิบายด้วยปัจจัยข้างต้นได้ถึงร้อยละ 79 ส่วนอีกร้อยละ 21 อธิบายด้วยปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาเข้ามาในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งเมื่อนำไปใช้ทดสอบการคาดการณ์ด้วยชุดข้อมูลเดิมก็พบว่ามี ความคลาดเคลื่อนในระดับที่ยอมรับได้ โดยมีระดับความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ร้อยละ 20

จากสมการถดถอยหลายตัวแปรที่ได้ในขั้นตอนที่ผ่านมา เมื่อนำไปคำนวณเป็นผลผลิตลำไยคาดการณ์ของพื้นที่ปลูกลำไยในแต่ละประเภทหน่วยที่ดิน เพื่อสร้างเป็นแผนที่การกระจายตัวของผลผลิตลำไยในแต่ละพื้นที่ของอำเภอ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงปริมาณผลผลิตคาดการณ์ที่จะออกในแต่ละปีได้ โดยในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบถึงระดับการติดผลของลำไยในแต่ละปี เนื่องจากลำไยแต่ละต้นให้ผลผลิตได้ไม่เหมือนกันในแต่ละปี และลำไยเป็นพืชที่ให้ผลผลิตปีเว้นปี ดังนั้นการคาดการณ์ติดผลของลำไยในแต่ละสวนจึงจำเป็นต้องมีเปอร์เซ็นต์การติดร่วมในการวิเคราะห์ ในที่นี้เริ่มตั้งแต่การติดผลที่ระดับร้อยละ 100 ถึงระดับร้อยละ 50 พบว่าการติดผลระหว่างร้อยละ 70 และ 60 มีแนวโน้มของผลผลิตที่ดีที่สุด โดยในการศึกษานี้ได้ใช้สร้างแผนที่ระดับผลผลิตลำไยด้วยค่าตัวเลขผลผลิตที่ติดผลร้อยละ 65 แผนที่ระดับของผลผลิตลำไยคาดการณ์ที่ได้สามารถอธิบายแหล่งผลผลิตลำไยที่สำคัญได้ในระดับแปลง ซึ่งแสดงด้วยสีต่างๆ ตามระดับผลผลิตที่คาดว่าจะได้ อีกทั้งยังสามารถใช้อธิบายภาพรวมของผลผลิตในแต่ละปีได้ในระดับพื้นที่ที่น่าสนใจหรือในระดับตำบล ตลอดจนอธิบายได้ในระดับอำเภอ สามารถใช้ในการวางแผนการณ่วงหน้าสำหรับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการเตรียมพร้อมสำหรับการวางยุทธศาสตร์ในการจัดการผลผลิตที่จะได้มาก่อนที่จะถึงช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวผลได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถใช้เครื่องมือนี้ในการ

ประเมินผลผลิตลำไยในสวนของเกษตรกรเป็นรายแปลง เพื่อให้เกษตรกรสามารถคาดการณ์ผลผลิตของตนเองในแต่ละแปลง ก่อนที่จะถึงการเก็บเกี่ยว เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเตรียมแผนการจำหน่ายผลผลิต ตลอดจนการวางยุทธศาสตร์ในการระบายผลผลิตที่จะได้อีกด้วย ซึ่งถือว่าเครื่องมือที่ได้จากการศึกษานี้สามารถตอบสนองต่อระบบการผลิตลำไยทั้งในระดับเกษตรกรรายแปลงจนกระทั่งการวางนโยบายในระดับอำเภอ

อย่างไรก็ตามในหลายๆ ขั้นตอนของการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมในหลายๆ ด้าน ทั้งในส่วนองวิธีการจำแนกภาพถ่ายที่สามารถทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบวิธีการที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้กับวิธีการอื่นๆ หรือการสร้างสมการถดถอยหลายตัวแปรที่สามารถเพิ่มเติมปัจจัยอื่นๆ ที่สำคัญเข้าไปเพิ่มเติมในสมการเพื่อให้สามารถอธิบายผลของการประมาณการณ์ผลผลิตลำไยมีรายละเอียดมากยิ่งขึ้น ต่างๆ เหล่านี้จะได้ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547. ข้อมูลพืชที่สำคัญ. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <http://www.doae.go.th/plant/longan.htm> (5 ธันวาคม 2553).
- 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).
- เมธี เอกะสิงห์ ชาอุชัย แสงชโยสวัสดิ์ เฉลิมพล สำราญพงษ์ ปิ่นเพชร สกุลส่องบุญศิริ ประภัสสร พันธุ์สมพงษ์ ชาฤทธิ์ สุ่มเหม นันทวัน รักสกุลกานต์ และวัฒนา พัฒนถาวร. 2548. *ฐานข้อมูลลุ่มน้ำในโครงการวิจัย ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ระบบกลาง)*. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อุทัย เชียงเงิน. 2547. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจผลผลิตทางการเกษตรผ่านอินเทอร์เน็ต. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- 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.
- Okamoto H. and Lee W.S. 2009. Green citrus detection using hyperspectral imaging. *Computers and Electronics in Agriculture* 66: 201-208.
- Pan G., Li F.-m. and Sun G.-j. 2007. Digital camera based measurement of crop cover for wheat yield prediction. *IEEE*.
- Stajanko 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.

Guo Feng Cao Qixin and Nagata Masateru.2008. Fruit Detachment and Classification Method for Strawberry Harvesting. Robot International Journal of Advanced Robotic Systems, Vol. 5, No. 1 (2008) ISSN 1729-8806, pp. 41-48