

บทที่ 5

สมการถดถอยหลายตัวแปรเพื่อการประมาณการผลผลิตลำไย

5.1 แนวคิดแบบจำลองการประมาณการผลผลิต

การประมาณการผลผลิตลำไยด้วยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการติดผลผลิตลำไยหรือเรียกว่าตัวแปรที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตลำไย ได้อาศัยเทคนิคการประมาณด้วยการวิเคราะห์สมการการถดถอย ซึ่งเป็นการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรตามใดๆ ในที่นี้คือปริมาณของผลผลิตลำไยด้วยตัวแปรอิสระในที่นี้คือปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งมีมากกว่าหนึ่งตัวแปร เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (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 ซึ่งตัวเลขดังกล่าวถือได้ว่ามีความเกี่ยวข้องอย่างตรงไปตรงมากับปริมาณผลผลิตที่ได้จากต้นตัวอย่าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะช่วงห่างของวันตั้งแต่บันทึกภาพจนกระทั่งถึงวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากการบันทึกภาพในแต่ละช่วงเวลาผลที่ได้มีความแตกต่างกันของขนาดของลูกลำไยที่ปรากฏในภาพนั้น หากมีการบันทึกในช่วงเวลาก่อนการเก็บเกี่ยวไม่นานซึ่งเป็น

ช่วงเวลาที่มีผลลำไยมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ก็จะทำให้สัดส่วนของพื้นที่ผลลำไยที่ได้จากภาพต่อขนาดของต้นลำไยมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย ในตรงกันข้ามหากมีการบันทึกภาพในช่วงเวลาของการติดผลขนาดเล็ก ตัวเลขของความหนาแน่นย่อมน้อยตามไปด้วย

ปัจจัยกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยทั้งหมด 10 ปัจจัย ซึ่งกลุ่มนี้เป็นตัวแปรที่เป็นปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องของเกษตรกรผู้ปลูกลำไยในอำเภอฟัววี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างตามตำแหน่งของต้นลำไย 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 ทั้งในด้านปัจจัยเชิงพื้นที่ในส่วน of ลักษณะดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มากน้อยแตกต่างกันในแต่ละแปลง ดินที่มีลักษณะที่อุดมสมบูรณ์มากกว่ามีแนวโน้มที่จะให้ลำไยมีผลผลิตที่ดีกว่าดินที่มีความ อุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนในแง่ของปัจจัยด้านการจัดการ ทั้งในเรื่องรูปแบบการให้น้ำและระดับความเข้มข้นของการจัดการสวนของเกษตรกรเป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยที่ได้โดยตรง ซึ่งอธิบายได้ถึงการดูแลต้นลำไยของเกษตรกรแต่ละคนที่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ขนาดของพื้นที่ปลูก ระยะปลูก อายุ และจำนวนต้นลำไยที่มีก็เป็นตัวกำหนดที่สำคัญในด้านการดูแลรักษาของเกษตรกร เนื่องจากจะส่งผลต่อการจัดการสวนโดยภาพรวม

5.2 การสร้างสมการถดถอยหลายตัวแปร

ในการศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อคาดการณ์ผลผลิตลำไยในเชิงพื้นที่ โดยผลของการประมาณการจะถูกนำไปแทนค่าเป็นข้อมูลในเชิงพื้นที่ได้ ดังนั้นในขั้นต้นจึงต้องมีการปรับข้อมูลเพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์มากที่สุด โดยปัจจัยผันแปร ซึ่งได้แก่ผลผลิตลำไยที่บันทึกได้ต่อดัน จะถูกแปลงให้เป็นผลผลิตลำไยต่อพื้นที่ปลูก 1 ตารางเมตร อาศัยความสัมพันธ์ของข้อมูลดังสมการที่ 5.3

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

ผลผลิตที่ได้เป็นผลผลิตต่อตารางเมตร สามารถคำนวณกลับเป็นผลผลิตต่อพื้นที่ได้หลังจากที่ได้ผลของสมการแล้ว นอกจากผลผลิตแล้ว จำนวนต้นลำไยที่ปลูกและจำนวนต้นลำไยที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ก็เป็นอีกปัจจัยที่ต้องคำนวณให้อยู่ในรูปแบบต้นต่อตารางเมตร เพื่อให้เหมาะสมต่อการสร้าง

สมการ อีกทั้งยังเป็นการลดความซ้ำซ้อนของตัวแปรที่เข้าสู่สมการอีกด้วย โดยขั้นตอนการแปลงค่าข้อมูล จำนวนต้นแสดงดังสมการที่ 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

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

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

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

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	

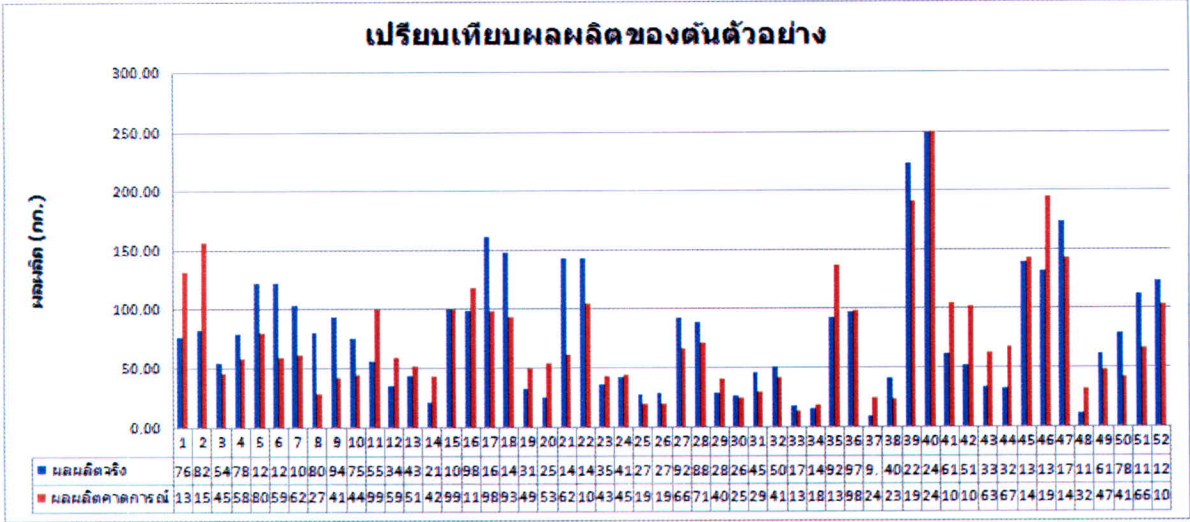
จากตารางที่ 5-1 และ 5-2 ข้างต้น พบว่าจากปัจจัยทั้งหมด 14 ปัจจัยที่นำเข้าสู่การวิเคราะห์มีทั้งหมด 6 ปัจจัยที่มีความสำคัญและยอมรับได้ในทางสถิติ (ค่า sig น้อยกว่า 0.05) ได้แก่ พื้นที่ผลลำไยต่อต้น จำนวนต้นลำไยที่ปลูกต่อตารางเมตร จำนวนต้นลำไยที่ให้ผลผลิตต่อตารางเมตร จำนวนพื้นที่ถือครองระบบการจัดการน้ำ และชนิดของดิน โดยปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตลำไยที่ได้ โดยมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเท่ากับ 0.89 หรือสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ถึงร้อยละ

ละ 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 พื้นที่ผลลำไยต่อต้นจำนวนต้นที่ให้ผลผลิตต่อตารางเมตร ระดับความเหมาะสมของระบบการให้น้ำ และชนิดของดินมีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตในเชิงบวก และมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.649 1.152 0.326 และ 0.463 ตามลำดับ ในขณะที่ จำนวนต้นลำไยทั้งหมดต่อตารางเมตรและจำนวนพื้นที่ถือครอง มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตลำไยในเชิงลบ และมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 1.095 และ 0.859 ตามลำดับ

จากเครื่องหมายบวกและลบกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้สามารถอธิบายได้ว่า พื้นที่ผลของลำไยที่ปรากฏในภาพที่บันทึกไว้ก่อนช่วงเวลากการเก็บเกี่ยวแปรผันโดยตรงกับจำนวนผลผลิตที่ได้ในที่สุด พื้นที่ผลลำไยที่จำแนกได้ยิ่งมากยิ่งทำให้ผลผลิตที่ได้มากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งตรงกับสมมติฐานเริ่มต้นของงานวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้จำนวนของต้นลำไยที่สามารถเก็บผลผลิตได้มีความสำคัญต่อปริมาณผลผลิตค่อนข้างมาก ยิ่งเกษตรกรมีต้นลำไยที่ให้ผลผลิตมากยิ่งทำให้ได้ผลผลิตมากเท่านั้น โดยจะส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตในอัตราที่สูง แต่ในทางตรงกันข้ามจำนวนต้นลำไยทั้งหมดที่มีในสวนกลับส่งผลในด้านลบกับปริมาณผลผลิต กล่าวคือหากมีจำนวนต้นลำไยที่ปลูกมากเกินไป โดยในหลายๆ ต้นไม่สามารถให้ผลผลิตได้นั้นอาจส่งผลถึงระดับการดูแลสวนของเกษตรกร จึงส่งผลให้ผลผลิตที่ควรจะได้ลดลง ในทำนองเดียวกันกับการที่เกษตรกรมีพื้นที่ถือครองมากกว่า 1 แปลงจะทำให้ผลผลิตลำไยที่ควรจะได้ลดลงไปด้วย เนื่องจากต้องจัดสรรเวลาในการจัดการพื้นที่อื่นๆ นอกเหนือจากแปลงที่เก็บข้อมูล จึงอาจทำให้ไม่สามารถให้เวลาในการดูแลสวนในระดับที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีได้ ในขณะที่ความเหมาะสมของระบบการให้น้ำ เช่น พื้นที่ปลูกที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่รับน้ำชลประทานย่อมให้น้ำได้ดีกว่าพื้นที่ปลูกที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ชนิดของดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง เช่น ดินดำ ดินร่วน จะมีความเหมาะสมในการผลิตสูงกว่าพื้นที่ปลูกที่อยู่บนดินแดง ดินลูกรัง เป็นต้น ระดับความเหมาะสมของปัจจัยดังกล่าวยิ่งดีจึงยิ่งส่งผลให้ผลผลิตลำไยที่ได้สูงตามไปด้วย

สมการถดถอยเพื่อการประเมินผลผลิตลำไยที่ได้มาเมื่อนำไปทดสอบการประมาณการย้อนกลับด้วยข้อมูลชุดทดสอบพบว่ามีความแตกต่างมากกับผลผลิตที่เก็บได้จริงในบางตัวอย่าง แต่โดยส่วนใหญ่จะมีความใกล้เคียงกันระหว่างค่าผลผลิตประมาณการกับผลผลิตจริง โดยเปรียบเทียบกันได้ดังรูปที่ 5-1



รูปที่ 5-1 เปรียบเทียบผลผลิตประมาณการกับผลผลิตจริง

5.3 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของสมการ

การทดสอบความคลาดเคลื่อนของสมการทำได้โดยการประมาณการผลผลิตลำไยด้วยข้อมูลตัวอย่างที่เก็บมาได้จากพื้นที่จริงๆ เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการประมาณการกับผลผลิตที่ได้จริงในแต่ละต้น โดยทำการระบุความคลาดเคลื่อน ($Error_{predicte}(\%)$) เป็นเปอร์เซ็นต์การคลาดเคลื่อนระหว่างผลผลิตที่ทำการประมาณได้กับผลผลิตจริง ตามสมการที่ 5.8

$$Error (\%) = \frac{Yield_p - Yield_a}{Yield_a} * 100.....(5.8)$$

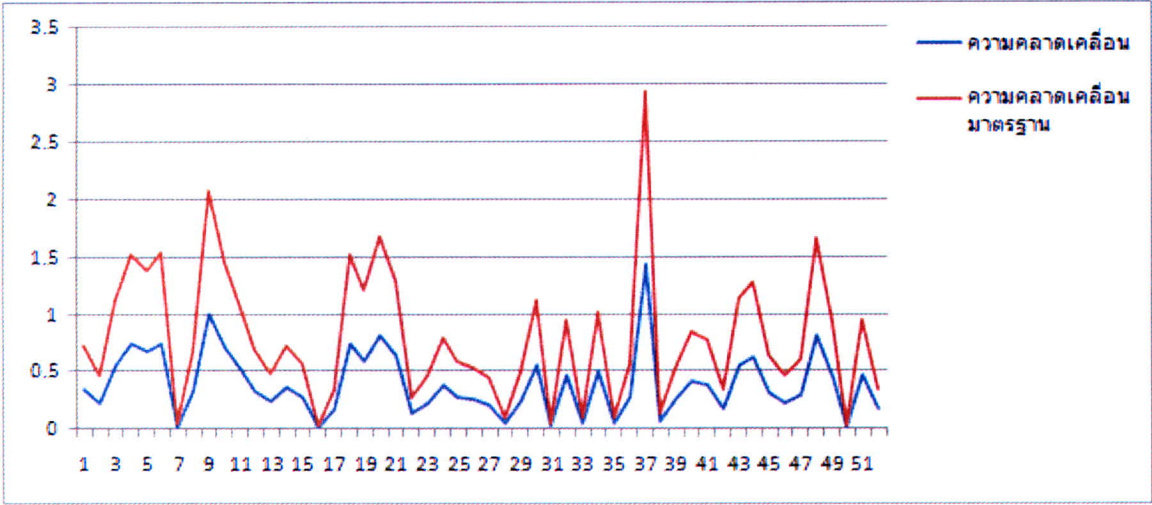
โดย $Yield_p$ คือ ผลผลิตที่ได้จากการประมาณการด้วยสมการถดถอย
 $Yield_a$ คือ ผลผลิตที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริง

ผลของการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 5-3

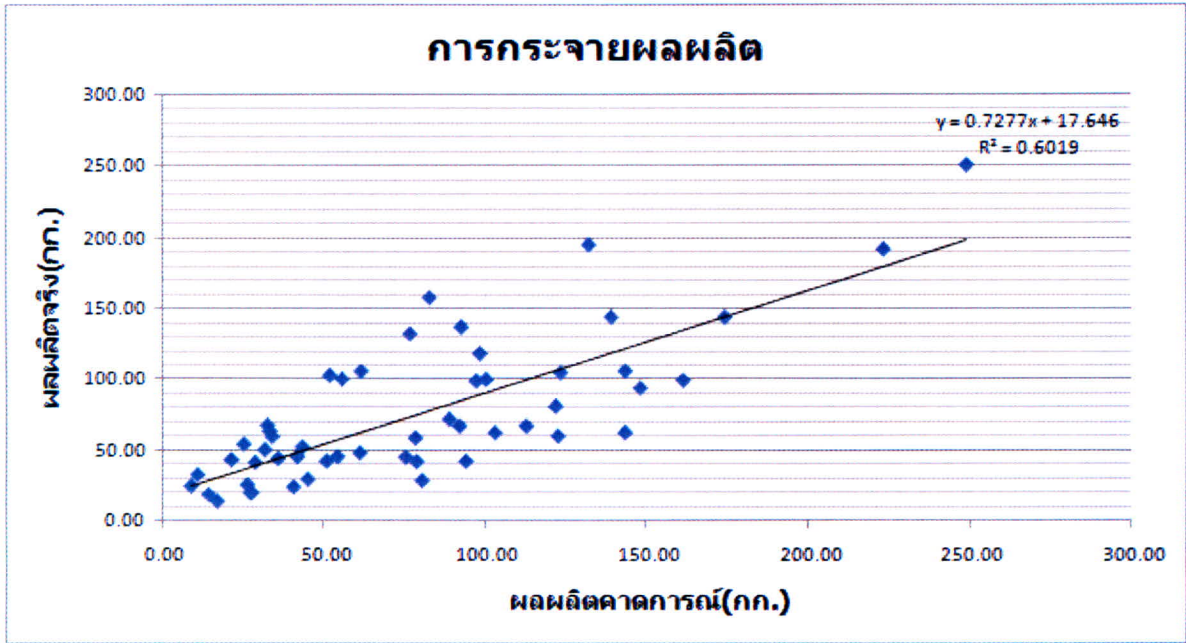
ตารางที่ 5-3 ผลต่างระหว่างผลผลิตคาดการณ์กับผลผลิตจริงในต้นตัวอย่าง

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