รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การศึกษาการพยากรณ์ผลผลิตลำไยโดยแบบจำลองผลผลิต
ในจังหวัดเชียงใหม่

Study to Prediction on Crop Modeling of Longan
(*Dimocarpus longan* Lour.) Yield in Chiang Mai Province

ได้รับการจัดสรรงบประมาณการวิจัย ประจำปี 2553
จำนวน 270,000 บาท

หัวหน้าโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์
ผู้ร่วมโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์จินตนา จูมวงษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉัตรลดา วงค์สถาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิน มะโนชัย

รายงานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
29/สิงหาคม/2554

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องการศึกษาพยากรณ์ผลผลิตลำไยโดยแบบจำลองผลผลิตในจังหวัดเชียงใหม่ (Study to Prediction on Crop Modeling of Longan (*Dimocarpus longan* Lour.) Yield in Chiang Mai Province) ได้สำเร็จลุล่วงโดยการได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2553 ผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ทั้งภายในและภายนอกพื้นที่ และขอขอบคุณคณาจารย์ ข้าราชการ เจ้าหน้าที่ และผู้ช่วยวิจัยทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือทำให้การวิจัยครั้งนี้จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

ผู้วิจัย

สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์การทดลอง	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	17
ผลการวิจัย	18
การอภิปรายผลการทดลอง	31
สรุปผลการทดลอง	32
เอกสารอ้างอิง	33

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่	18
ตารางที่ 2	แสดงค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson จากอุณหภูมิสูงสุด	19
ตารางที่ 3	แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับอิสระ	19
ตารางที่ 4	แสดงค่าสถิติทดสอบDurbin-Watsonจากอุณหภูมิต่ำสุด	20
ตารางที่ 5	แสดงการทดสอบความสัมพันธะหว่างตัวแปรตามกับอิสระ	20
ตารางที่ 6	แสดงค่าสถิติทดสอบDurbin-Watsonจากอุณหภูมิเฉลี่ย	21
ตารางที่ 7	แสดงการทดสอบความสัมพันธ์รำหว่างตัวแปรตามกับอิสระ	21
ตารางที่ 8	แสดงค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson จากความชื้นสัมพัทธ์	21
ตารางที่ 9	แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับอิสระ	22
ตารางที่ 10	แสดงค่าสถิติทดสอบDurbin-Watsonจากปริมาณน้ำฝน	22
ตารางที่ 11	แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับอิสระ	23
ตารางที่ 12	แสดงค่าสถิติทดสอบDurbin-Watsonจากพื้นที่	23
ตารางที่ 13	แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับอิสระ	24
ตารางที่ 14	แสดงค่าสถิติทดสอบDurbin-Watsonจากทุกตัวแปร	24
ตารางที่ 15	แสดงค่า Y ในรูปของ Y_1	25
ตารางที่ 16	แสดงค่าสถิติทดสอบDurbin-Watsonจากทุกตัวแปร	25
ตารางที่ 17	แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระทีละตัว	26
ตารางที่ 18	แสดงค่าสถิติทดสอบDurbin-Watson เมื่อปรับความสัมพันธ์ใหม่ ของ $Y_1' = \log(Y')$	27
ตารางที่ 19	แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ T_{max}, T_{aver} และ Rain	27
ตารางที่ 20	เปรียบเทียบค่าผลผลิตจริงกับค่าพยากรณ์ ปี 2541 – 2550	28
ตารางที่ 21	เปรียบเทียบค่าผลผลิตจริงกับค่าพยากรณ์ ปี 2551 – 2552	30

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1	การเจริญเติบโตและการออกดอกของลำไยในรอบปี	7
ภาพที่ 2	ดอกลำไย	13
ภาพที่ 3	เปรียบเทียบค่าผลผลิตจริงกับค่าพยากณ์ของลำไย ในจังหวัดเชียงใหม่	28
ภาพที่ 4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตกับค่าพยากณ์ ของลำไยในจังหวัดเชียงใหม่	29

การศึกษาการพยากรณ์ผลผลิตลำไยโดยแบบจำลองผลผลิตในจังหวัดเชียงใหม่

Study to Prediction on Crop Modeling of Longan (*Dimocarpus longan* Lour.) Yield in Chiang Mai Province

อดิศักดิ์ จูมวงษ์[1] จินตนา จูมวงษ์[2] ฉัตรลดา วงค์สถาน[3] พาวิน มะโนชัย[4]

Adisak Joomwong[1], Jintana Joomwong[2], Chatlada Wongsathan[3], Pawin Manochai[4]

[1]สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

[2]สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

[3]สาขาสภิดิ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

[4]สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่ ในช่วง 10 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2541 ถึง 2550 โดยเลือกใช้ตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple linear regression) พบว่า ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไย คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (T_{max}) และ อุณหภูมิเฉลี่ย (T_{aver}) มีสัมประสิทธิ์การถดถอยความเชื่อถือได้สูงสุดของปัจจัยศึกษา และมีสมการตัวแบบ คือ $\log(Y) = 38.975 - 0.226(T_{max}) + 0.015T_{min} - 0.864T_{aver} + 0.008Rain - 0.064RH$, มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจร้อยละ 87.2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.934 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.146 ในการนำสมการตัวแบบมาใช้ในการพยากรณ์ผลผลิตลำไยในปี พ.ศ. 2551 พบว่าค่าพยากรณ์ของผลผลิตลำไยมีค่าสูงกว่าผลผลิตจริง ตรงกันข้ามกับ ปี พ.ศ. 2552 พบว่าค่าพยากรณ์ของผลผลิตลำไยมีค่าต่ำกว่าผลผลิตจริง

คำสำคัญ: ลำไย ผลผลิต สภาพแวดล้อม

Abstract

The study on environmental factors of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) yield prediction in Chiang Mai province decade of year 1998 to 2007. The results found that the crop model of longan yield from multiple linear regression equation. The affected of environmental factor to yield production was maximum temperature. The equation was log (Y') = 38.975 - 0.226 (T_{max}) + 0.015T_{min} - 0.864T_{aver} + 0.008Rain - 0.064RH. The coefficient of determination (R^2) of maximum temperature was 87.2%, coefficient correlation (R) was 0.934, and standard error was 0.146. The crop model of year 2008 showed that the prediction value was higher than observation value. On the other hand the crop model of year 2009 the prediction value was lower than observation value.

Key words: longan, production, environmental factors

คำนำ

ลำไยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกร และมีความต้องการของตลาดสูง สถานการณ์การผลิตลำไยปีเพาะปลูก 2549/2550 คาดว่าจะมีผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกษตรกรมีการขยายพื้นที่ปลูกใหม่อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา (พาวิน, 2552) ทั้งในแหล่งผลิตทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง เพราะผลผลิตลำไยยังเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศทั้งในรูปผลผลิตลำไยสด และผลผลิตลำไยอบแห้ง ประกอบกับรัฐบาลมีมาตรการแทรกแซงราคาเพื่อพยุงไม่ให้ราคาลำไยตกต่ำ และมีการนำสารโปตัสเซียมคลอเรทมาเร่งหรือกระตุ้นให้ลำไยออกดอกทำให้เกษตรกรมั่นใจที่จะขยายพื้นที่เพาะปลูก พบว่าเนื้อที่ปลูกใหม่เมื่อ 4 -5 ปีที่ผ่านมา เริ่มทยอยให้ผลผลิตได้แล้ว โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือตอนบนคือ เชียงใหม่ และเชียงราย ซึ่งมีอากาศหนาวเย็นเหมาะสมต่อการออกช่อดอก ดังนั้นภาพรวมของผลผลิตและผลผลิตต่อไร่คาดว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น การลงสำรวจพื้นที่เพาะปลูกเพื่อประมาณการผลผลิตแบบเดิม หรือการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมนั้น เป็นวิธีที่ต้องสิ้นเปลืองเวลา วัสดุจำนวนมาก และใช้ต้นทุนสูง รวมทั้งมีความคลาดเคลื่อนในการคาดคะเนปริมาณผลผลิตลำไยอีกด้วย ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีความพยายามนำวิธีการทางคณิตศาสตร์ มาศึกษารูปแบบจำลองการเจริญเติบโต (Crop Model) เพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณของผลผลิตลำไย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการผลผลิตและการตลาดลำไยให้ถูกต้องเหมาะสมตามสถานการณ์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณความเข้มแสง และปริมาณน้ำฝน กับปริมาณผลผลิตลำไยของจังหวัดเชียงใหม่ และหาแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไยของจังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พศ. 2541 – 2550
2. เพื่อใช้แบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไยในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไยปี พศ. 2551 และ 2552

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมต่อปริมาณผลผลิตลำไยของจังหวัดเชียงใหม่

2. ได้แบบจำลองการเจริญเติบโตของลำไย สำหรับพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไยล่วงหน้าก่อนที่จะออกสู่ตลาด เพื่อใช้ในการจัดการผลผลิตลำไยได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการวางแผนการตลาดล่วงหน้า การกระจายผลผลิต การแปรรูป และการการส่งออกของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมส่งออก กระทรวงพาณิชย์

3. ได้ข้อมูลเพื่อให้เกษตรกรสามารถเตรียมการ ในด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิต การวางแผนการเก็บเกี่ยว และการหาตลาดล่วงหน้าเพื่อการกระจายผลผลิตในตลาดท้องถิ่น และตลาดส่วนกลาง เป็นต้น

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอนโดยมีการดำเนินงานดังนี้ คือ

ตอนที่ 1 การศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่ ย้อนหลังตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2541 – 2550 และสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไย

ตอนที่ 2 การศึกษาปริมาณผลผลิตลำไยจริงกับแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไย โดยมีรายละเอียดของการดำเนินการ คือ

ศึกษารูปแบบความสัมพันธ์และโครงสร้างจำลอง (Model) ระหว่างสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณความเข้มแสง และปริมาณน้ำฝน) กับปริมาณผลผลิตของลำไยพันธุ์อีดอที่ผลิตในฤดูเก็บเกี่ยว ปี 2551 และ 2552

การตรวจเอกสาร

การผลิตลำไยของประเทศไทย

ผลผลิตของลำไยในแต่ละปีการผลิตนั้น มีความแตกต่างกันเนื่องจากปริมาณการเพาะปลูก การจัดการดูแล และปัจจัยของสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณของเข้มแสง ปริมาณแสงแดด และปริมาณน้ำฝนที่ได้รับระหว่างการเจริญ ซึ่งแต่ละปัจจัยมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน และส่งผลให้ผลิตที่ได้มีปริมาณมากน้อย รวมถึงคุณภาพของผลผลิตที่แตกต่างกันด้วย การคาดการณ์ปริมาณผลผลิตลำไยนอกฤดูที่จะเริ่มให้ผลผลิตช่วงเดือนธันวาคม 2549 นี้ มีแนวโน้มมากกว่าปกติ หลังจากมีการนำผลงานวิจัย "ลำไยนอกฤดู" ของทีมวิจัยของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พาวิน มะโนชัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ไปปรับใช้กับสวนของเกษตร การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มผลิตลำไยนั้น สามารถสรุป เป็นประเด็นได้ดังนี้คือ การจัดการรูปแบบของทรงต้น การตัดแต่งกิ่ง ระยะของแถวการใช้โปแทสเซียมคลอเรต การบังคับการออกดอก ระยะการออกดอก การปลิดช่อดอกและผลการและการผลิตลำไยนอกฤดู การศึกษาทรงพุ่มของลำไยทรงพุ่มสูงกับทรงพุ่มเตี้ย พบว่า ต้นลำไยที่มีทรงพุ่มสูงใหญ่จะให้ผลผลิตต่อต้นสูง แต่จะใช้ต้นทุนในการผลิตสูง ไม่สะดวกในการดูแลรักษา ต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญในการเก็บเกี่ยว และการปรับปรุงผลผลิตให้ได้คุณภาพทำได้ยากกว่าทรงพุ่มเตี้ย (พาวิน และคณะ, 2549) การศึกษาผลของรูปแบบทรงต้นและโปแทสเซียมคลอเรตต่อผลผลิตลำไย โดยใช้รูปทรงต้น 4 แบบ คือ แบบทั่วไป แบบทรงแจกัน แบบระยะชิดเป็นแถว และ แบบตัดกิ่งสั้นรอบทรงพุ่ม เมื่อต้นลำไยอายุ 5 ปี และบังคับการออกดอกด้วยโปแทสเซียมคลอเรต ในอัตรา ต้นละ 100 กิโลกรัม/ต้น ราดทางดิน พบว่า ทรงต้นแบบตัดกิ่งสั้นรอบทรงพุ่มให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ต่อพื้นที่สูงสุด 20.15 กิโลกรัม/ต้น การตัดแต่งกิ่งเพื่อให้ลำไยมีกิ่งกระโดงภายในทรงพุ่มและบังคับให้กิ่งกระโดงออกดอก จะได้ลำไยที่ติดผลดกและผลใหญ่แล้วยังทำให้ลำไยมีสีผิวเปลือกที่สวยงามอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณการติดต่อช่อมีมากเกินไปจะทำให้ได้ผลลำไยมีขนาดเล็กเมื่อทำการห่อช่อผลแล้วจะได้ผลไม่คุ้มทุน ดังนั้นถ้าเกษตรกรต้องการให้ได้คุณภาพผลลำไยที่ดี ควรอย่างยิ่งที่จะตัดแต่งช่อผลหรือปลิดผลเพื่อให้ลำไยมีผลขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งเมื่อลงทุนเรื่องการห่อช่อผลเพื่อให้ได้ลำไยสีเหลืองทองแล้วจะสามารถขายได้ราคาดีและคุ้มกับทุนที่ลงไป (พาวิน และคณะ, 2549)

การศึกษาแบบจำลองผลผลิตในท้อพันธุ์ซาแคทีแคน (Esparza *et. al.*, 2002) ที่เน้นหาสมการของแบบจำลองปัจจัยและศักยภาพการเจริญของผลพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อแบบจำลองการ

ให้ผลผลิต คือ ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิต่ำสุด และสูงสุดในรอบวัน ความเข้มแสงที่ได้รับต่อวัน ปริมาณแสงที่ต้นได้รับ ดัชนีของพื้นที่ใบ และอัตราการสังเคราะห์แสง

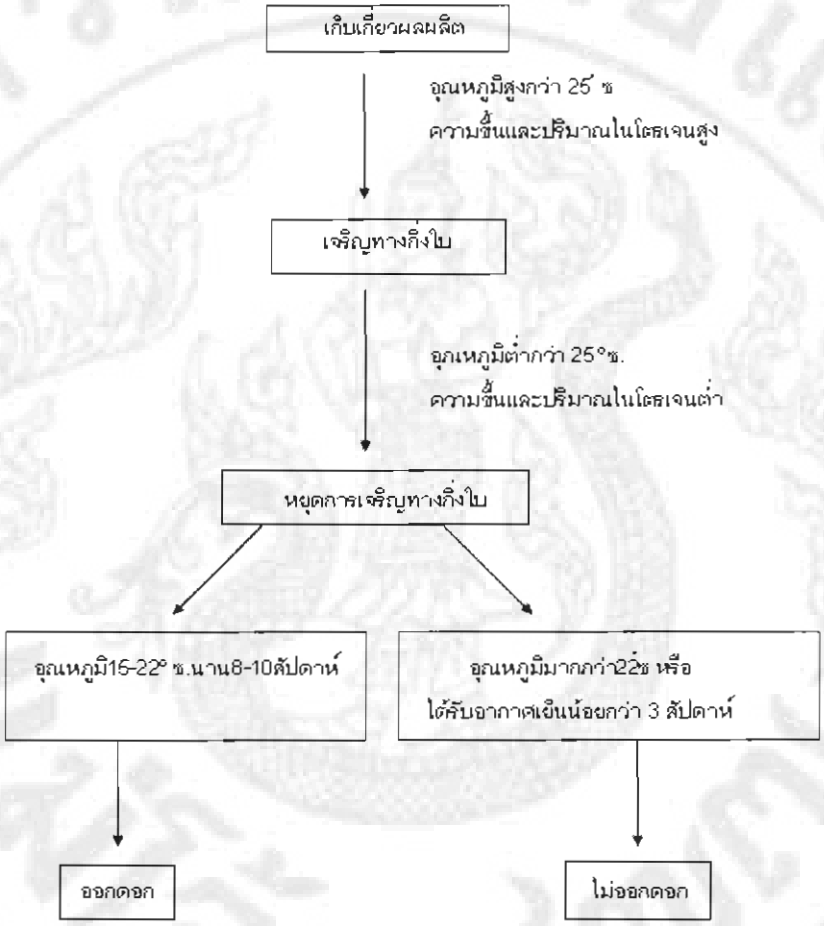
สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่ (2553) รายงานว่า ลำไยสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด แม้กระทั่งดินลูกรัง แต่ดินที่เหมาะสมที่สุด คือ ดินร่วนปนทรายและดินตะกอน มีหน้าดินลึก การระบายน้ำดี ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ควรอยู่ที่ 6 ธวัชชัย และคณะ (2546) ได้กล่าวไว้ว่า มีการแบ่งพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนเป็น 3 ระบบนิเวศเกษตร (agro ecosystem) ได้แก่ ที่สูง (highland) ที่ดอนอาศัยน้ำฝน (Rain fed upland) และที่ราบลุ่ม (lowland) มีสัดส่วนตามขนาดพื้นที่เท่ากับ 7:2:1 โดยประมาณ ส่วนพื้นที่สำคัญเพื่อการเกษตรนั้นเป็นพื้นที่สองระบบหลังเท่านั้น โดยสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 (ม.ป.ป.) ซึ่งมีพื้นที่รับผิดชอบ 4 จังหวัดภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง และแม่ฮ่องสอน ได้แบ่งชนิดของพื้นที่เพื่อการปลูกลำไยไว้ดังนี้

1. พื้นที่ลุ่ม ส่วนมากเปลี่ยนจากพื้นที่นาเป็นสวนลำไย หรือเป็นสวนที่อยู่ในแถบลุ่มแม่น้ำ ลักษณะพื้นที่มักมีน้ำท่วมขังในช่วงฤดูน้ำหลากหรือช่วงฤดูฝน สภาพดินเป็นดินเหนียว มีระดับน้ำใต้ดินสูง ดังนั้นการปลูกพืชสวนในพื้นที่ลุ่มหรือการเปลี่ยนจากพื้นที่นาเป็นสวนลำไยจึงต้องมีระบบการป้องกันน้ำท่วม และระบบการระบายน้ำที่ดี ควรขุดยกร่องแปลงให้สูงพ้นน้ำท่วมขัง (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6, ม.ป.ป.; พฤษภะ, 2542; ชุมญาณัช, 2551)

2. พื้นที่ดอน เป็นพื้นที่น้ำท่วมไม่ถึง เช่น พื้นที่ป่าเปิดใหม่หรือพื้นที่ที่ใช้ปลูกพืชไร่ การทำสวนลำไยจึงต้องพิจารณาเรื่องปัจจัยการให้น้ำแก่ต้นลำไย ควรมีการจัดเตรียมแหล่งน้ำไว้ให้พร้อมสำหรับอนาคต พร้อมทั้งปลูกพืชบังลม เนื่องจากพื้นที่ดอนโดยเฉพาะที่เชิงเขา ลมมักพัดแรง นอกจากนี้ในช่วงหน้าแล้งควรทำแนวกันไฟไว้รอบๆ สวนด้วย (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6, ม.ป.ป.; ชุมญาณัช, 2551) นอกจากนี้ ธวัชชัย และคณะ (2546) ยังกล่าวว่า พื้นที่ดอนอาศัยน้ำฝนถือว่าเป็นระบบนิเวศเกษตรที่เปราะบางที่สุด เป็นพื้นที่แนวต่อระหว่างที่ราบลุ่มและที่สูง มีความสูง 300 - 500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนใหญ่มีความลาดชันไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ มีสภาพแห้งแล้ง หน้าดินตื้น ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีอินทรียวัตถุต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ การอิ่มตัวด้วยด่างต่ำ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกน้อยกว่า 3 มิลลิกรัมสมบูรณ์ต่อ 100 กรัม ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5 - 6.5

อุณหภูมิที่ลำไยสามารถเจริญเติบโตได้อยู่ระหว่าง 4 - 30 °C และต้องการอุณหภูมิต่ำ ระหว่าง 10 - 20 °C (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่, 2553) หรือ 5 - 22 °C นาน 8-10 สัปดาห์ (Nakasone and Paull, 1998 อ้างโดย พาวิน, 2545) ช่วงเดือน

พฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม เพื่อชักนำการสร้างตาดอก พบว่าปีใดที่มีช่วงอากาศหนาวเย็นนานๆ โดยไม่มีอากาศอบอุ่นเข้ามาแทรกลำไยจะมีร้อยละการออกดอกสูงและติดผลดี (ภาพ 1)



ภาพ 1 การเจริญเติบโตและการออกดอกของลำไยในรอบปี

ที่มา: Nakasone and Paull (1998 อ้างโดย พาวิน, 2545)

ปัจจุบันการผลิตลำไยในประเทศไทยประสบกับปัญหาการแข่งขันที่รุนแรงมากขึ้นจากประเทศคู่แข่ง เช่น จีนและเวียดนาม ซึ่งมีการขยายพื้นที่ปลูกและปรับปรุงคุณภาพการผลิตอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเพื่อความอยู่รอดของเกษตรกรผู้ปลูกลำไยไทย และหลีกเลี่ยงภาวะลำไยล้นตลาดและราคาตกต่ำ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงมีนโยบายปรับโครงสร้างการผลิตลำไย โดยให้เกษตรกรผู้ปลูกลำไยทำทะเบียนรายชื่อและปรับปรุงข้อมูลทะเบียนผู้ปลูกลำไย ตั้งแต่เดือน

กุมภาพันธ์ 2549 และเริ่มวางแผนกระจายการผลิตลำไยนอกฤดูให้ได้ประมาณร้อยละ 40 แต่ในสภาพความเป็นจริงพบว่าการผลิตลำไยนอกฤดูมีสัดส่วนอยู่ไม่เกินร้อยละ 20 เนื่องจากขีดจำกัดในด้านความเหมาะสมของพื้นที่ เช่น แหล่งน้ำ ด้านเงินทุนซึ่งสูงกว่าการผลิตในฤดู และด้านการตลาดซึ่งมีจุดรับซื้อน้อยกว่าในฤดู

การออกดอกของพืช

การออกดอกของพืชต้องอาศัยกระบวนการทางสรีรวิทยาที่ซับซ้อน เกี่ยวข้องกับปัจจัยทั้งสภาพแวดล้อมภายนอกและภายในต้นพืชเอง (สมบุญ, 2548) ซึ่งนิตย์ (2542) กล่าวว่า การออกดอกของพืชอาจเป็นสัญญาณว่าพืชได้เข้าสู่ระยะชรา (senescence) เพราะพืชบางชนิดโดยเฉพาะพืชล้มลุกและพืชที่ออกดอกครั้งเดียวจะตายหลังออกดอกแล้ว แต่พืชบางชนิดหลังออกดอกแล้วยังมีการเจริญเติบโตได้อีก เพราะการชราเกิดเฉพาะบางโครงสร้างเท่านั้น สำหรับไม้ผลสามารถแบ่งตามพฤติกรรมการออกดอก ได้ 3 ประเภท คือ ไม้ผลที่ออกดอกและให้ผลผลิตได้ตลอดปีไม่เน้นฤดูกาล เช่น กล้วย มะละกอ มะพร้าว ไม้ผลที่ออกดอกและให้ผลผลิตบางช่วงของปี เช่น องุ่น ส้ม แต่สามารถบังคับให้ออกดอกได้ และไม้ผลที่ออกดอกและให้ผลผลิตได้ปีละครั้งในฤดูกาลที่แน่นอน เช่น ทุเรียน มังคุด ลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, ม.ป.ป.) สำหรับขั้นตอนการเกิดดอกและการพัฒนาของดอกสามารถแบ่งเป็นระยะต่างๆ ได้ดังนี้

1. ระยะการเจริญเต็มวัย (Maturation stage)

เมื่อพืชมีการเจริญเต็มวัย (Mature) พืชจะตอบสนองต่อปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดดอกได้ ซึ่งระยะโตเต็มวัยจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิด พันธุ์ ฤดูกาลและสภาพแวดล้อม ในพืชล้มลุก ไม้ดอก หรือพืชผักจะมีช่วงอายุก่อนออกดอกค่อนข้างคงที่ในระยะเวลาสั้น เช่น ถั่วเขียวจะออกดอกเมื่ออายุ 5 สัปดาห์ สับปะรดจะออกดอกเมื่อมีอายุไม่น้อยกว่า 8 เดือน หลังปลูกด้วยหน่อส่วนไม้ยืนต้นซึ่งมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบสลับกับการออกดอก จะมีช่วงอายุก่อนออกดอกนาน เช่น มะม่วงจะออกดอกหลังปลูกด้วยเมล็ด 3 - 5 ปี (สมบุญ, 2548)

2. ระยะชักนำหรือระยะกระตุ้นให้เกิดดอก (Induction stage)

เป็นการเปลี่ยนแปลงขั้นแรกของการเกิดดอก พืชเริ่มมีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นหรือต่อการชักนำจากปัจจัยต่างๆ เช่น แสง อุณหภูมิ อายุของต้น และความสมบูรณ์ของต้น เป็นต้น ในระยะนี้พืชจะมีการสร้างเมทาบอไลท์หรือสารประกอบต่างๆ ภายในเซลล์ เกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อสังเคราะห์สารประกอบประเภทฮอร์โมนเพื่อกระตุ้นให้เจริญเป็นตาดอก ส่วนใหญ่เป็นการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และพืชยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะ (นิตย์, 2542)

3. ระยะการเกิดตาดอก (Initiation of floral primordial)

เป็นระยะที่เนื้อเยื่อเจริญเริ่มมีการขยายตัว ทำให้มีการขยายตัวของส่วนที่จะเจริญเป็นตาดอก จนเริ่มเห็นเป็นตาดอก ทั้งการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาค ชีวเคมีและสรีรวิทยา เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์หรือชนิดของเนื้อเยื่อที่เป็นส่วนประกอบ สัดส่วนของฮอร์โมน การหายใจ การดูดน้ำและคายน้ำ เป็นต้น (นิตย์, 2542)

4. ระยะการพัฒนาของดอก (Floral development หรือ organogenesis)

เป็นระยะที่มีการเกิดส่วนอื่นๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นดอก โดยตาดอกมีการพัฒนาเปลี่ยนรูปร่าง จากรูปกรวยเป็นรูปแบนและสร้างกลีบเลี้ยง (Sepal) กลีบดอก (Petal) เกสรเพศผู้ (Stamen) เกสรเพศเมีย (Carpel หรือ pistil) และฐานรองดอก (Receptacle) จนถึงระยะดอกบาน (Anthesis) ซึ่งถือเป็นขั้นสุดท้ายของการพัฒนาของดอกในพืช (สมบุญ, 2548)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของลำไย

1. ปัจจัยภายใน

1.1 ความสมบูรณ์ของต้น ลำไยเป็นพืชที่ใช้เวลาตั้งแต่ออกดอกถึงผลแก่ 6 - 7 เดือน มีระยะเวลาในการพักฟื้นและสะสมอาหารสั้น ในปีที่ติดผลดกอาหารจะถูกใช้ไปอย่างมาก หากดูแลรักษาไม่ดีพอจะทำให้ต้นไม่สมบูรณ์ ซึ่งถ้าสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยในปีถัดไปก็จะออกดอกน้อย Batten (1986) แนะนำว่า ในปีที่ลำไยออกดอกมากควรปลิดช่อดอกออกประมาณร้อยละ 40 และหลังติดผลให้ปลิดผลออกอีกประมาณร้อยละ 10 กิติโชติ และรวี (2537) พบว่า การใช้ปุ๋ยโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตและปุ๋ยสูตร 7 - 13 - 34 ในช่วงก่อนออกดอก ทำให้ลำไยพันธุ์ดอมีร้อยละการออกดอกเพิ่มขึ้น

1.2 ฮอร์โมนภายในต้น จากรายงานการศึกษาของ Huang (1996) พบว่า ระดับฮอร์โมนภายในต้นลำไยที่ส่งผลต่อการชักนำให้เกิดตาดอก คือ ระดับของไซโตไคนิน โดยเฉพาะไอโซเพนเทนนิล อะดีโนซีน (isopentenyl adenosine) จะสูง แต่จิบเบอเรลลิน (GA_3) และแอบซิสสิค แอซิด (ABA) ต่ำ นอกจากนี้ Chen et al. (1997) ได้วิเคราะห์ปริมาณไซโตไคนินในยอดลำไยในระยะต่างๆ พบว่า ปริมาณไซโตไคนินต่ำในระยะที่ลำไยผลิใบอ่อน แต่จะสูงในระยะสร้างตาดอกโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ซีเอติน (zeatin), ซีเอติน ไรโบไซด์ (zeatin riboside), ไอโซเพนเทนนิลอะดิโนซีน (isopentenyl adenosine) และไอโซเพนเทนนิลอะดินิน (isopentenyl adenine) ส่วนนพพร (2539) ได้ศึกษาถึงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยก่อนการออกดอก พบว่า ในช่วงก่อนออกดอกปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินลดลงและลดต่ำสุดจนไม่สามารถตรวจพบในสัปดาห์ที่มีการออกดอก แต่อย่างไรก็ตาม ประหยัด (2529) ทดลองใช้สารพาโคล

บิวทราโซลซึ่งเป็นสารยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลิน กลับไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ แสดงให้เห็นว่าการลดระดับของจิบเบอเรลลินเพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า การออกดอกของลำไยอาจถูกควบคุมด้วยฮอร์โมนมากกว่า 1 ชนิด

2. ปัจจัยภายนอก

2.1 อุณหภูมิ เป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเกิดตาดอกของลำไย โดยในปีที่มีอากาศหนาวเย็นมากและยาวนานจะสามารถชักนำให้ลำไยทั้งต้นที่สมบูรณ์และต้นโทรมออกดอกได้ ดรงกันข้ามถ้าสภาพอุณหภูมิต่ำสลับกับอุณหภูมิสูงหรืออุณหภูมิต่ำไม่เพียงพอลำไยจะออกดอกน้อย กรมส่งเสริมการเกษตร (2542) และ จำเนียร (2546) กล่าวว่า ลำไยต้องการอุณหภูมิ 10 - 15 °C ติดต่อกัน 10 - 15 วัน เพื่อสร้างตาดอก เช่นเดียวกับลิ้นจี่ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ (family) เดียวกับลำไย โดยอนันต์ (2547) รายงานว่า ลิ้นจี่ที่ปลูกทางภาคเหนือต้องการอุณหภูมิต่ำกว่า 15 °C ไม่น้อยกว่า 250 ชั่วโมง หรืออุณหภูมิต่ำกว่า 10 °C ไม่น้อยกว่า 50 ชั่วโมง เพื่อสร้างตาดอก โดยอุณหภูมิต่ำทำให้พืชมีการหายใจน้อย จึงมีอาหารสะสมมากขึ้น ทำให้ออกดอกได้ดี (กนกมณฑล, 2527) จากการศึกษาของ Jarassamrit (2000) พบว่า อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน ที่ 15/15 °C หรือ 20/10 °C นาน 4 สัปดาห์ ทำให้ลำไยพันธุ์แห้วสร้างตาดอกได้ นอกจากนี้ อุณหภูมิต่ำยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนในพืช (พีรเดช, 2539) อีกด้วย

2.2 แสง เป็นปัจจัยสำคัญในการสังเคราะห์แสงและสร้างคาร์โบไฮเดรต พืชส่วนใหญ่ต้องการความเข้มแสงในปริมาณสูงในการออกดอก โดยมีผลต่อการสะสมอาหารและสารกระตุ้นการสร้างตาดอก (สมบุญ, 2536) กรมส่งเสริมการเกษตร (2542) กล่าวว่า ลำไยออกดอกที่ปลายยอดที่ได้รับแสง ส่วนที่ไม่ได้รับแสงจะไม่ออกดอกหรือออกน้อย ก่อนการออกดอกของลำไยปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (Total nonstructural carbohydrate หรือ TNC) ในยอดลำไยจะสูง จากนั้นจะลดลงเมื่อเริ่มแทงช่อดอกและมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ จนเก็บเกี่ยว (อนันต์, 2547) ต้นลำไยและลิ้นจี่ที่มีทรงพุ่มทึบจะออกดอกได้น้อยกว่าต้นที่มีทรงพุ่มโปร่ง ได้รับแสงแดดทั่วถึง (รวี, 2540; พิจิตร, 2547; อนันต์, 2547) นอกจากนี้ จากการศึกษาของสุภาวดีและคณะ (2544) ยังพบว่า ต้นลำไยที่ไม่พรางแสงและพรางแสงร้อยละ 50 ออกดอกมากกว่า ต้นที่พรางแสงร้อยละ 90 ถึง 4.5-5.5 เท่า

2.3 ปริมาณน้ำฝน น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการเจริญเติบโตของต้นลำไย ในแหล่งปลูกลำไย ควรมีปริมาณน้ำฝนอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยประมาณ 1,250 มิลลิเมตรต่อปี และควรมีการกระจายตัวของน้ำฝน 100-150 วันต่อปี อย่างไรก็ตามในบางช่วงลำไยต้องการน้ำน้อย คือในช่วงก่อนออกดอก เพื่อลดการดูดธาตุไนโตรเจน ป้องกันการผลิใบอ่อนหรือดอกแซมใบ (จำเนียร, 2546) แต่ในช่วงออกดอกติดผลลำไยต้องการน้ำมาก

2.4 ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงก่อนการออกดอกเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลง จะทำให้ความชื้นในดินลดลง ทำให้รากพืชดูดน้ำไปใช้ได้ลดลงและมีการใช้คาร์โบไฮเดรตลดลง ส่งผลให้มีการอาหารเพิ่มขึ้น (พิจิตร, 2547; อนันต์, 2547) ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมที่สุดของลำไยและลิ้นจี่ ในระยะก่อนออกดอกควรต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (คีรี, 2540)

2.5 ความชื้นในดิน สภาพดินที่แห้งแล้งก่อให้เกิดภาวะเครียดของน้ำในดิน เมื่อความชื้นในดินต่ำหรือการขาดน้ำ การดูดธาตุไนโตรเจนที่ละลายไปกับน้ำก็ลดลง นอกจากนี้ สภาพความชื้นในดินต่ำยังมีผลต่อการสร้างฮอร์โมน Abscisic acid ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต ทำให้ต้นลำไยมีการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านลดลงและมีการสะสมอาหารเพิ่มขึ้น จึงทำให้ออกดอกได้ดีขึ้น (พิจิตร, 2547; อนันต์, 2547) อย่างไรก็ตาม Chaikiattiyos et al. (1994) รายงานว่า สภาพการขาดน้ำเพียงอย่างเดียวไม่สามารถชักนำให้ลิ้นจี่ซึ่งเป็นพืชตระกูลเดียวกับลำไยออกดอกได้ กรมส่งเสริมการเกษตร (2542) กล่าวว่า ก่อนการออกดอกถ้าในดินมีความชื้นน้อยและมีอากาศเย็นมากระทบจะกระตุ้นให้ลำไยออกดอกดีขึ้น อย่างไรก็ตาม รวี (2540) ได้ให้ความเห็นถึงความสัมพันธ์ของความหนาวเย็น ความสมบูรณ์ของต้นและสภาพการขาดน้ำต่อการออกดอกว่า ถ้าหากปีใดมีอุณหภูมิไม่ต่ำพอ ความสมบูรณ์ของต้นและสภาพความเครียดน้ำจะมีบทบาทที่สำคัญร่วมกัน แต่หากปีใดที่สภาพอุณหภูมิต่ำและยาวนาน อิทธิพลของความหนาวเย็นจะสามารถข่มปัจจัยอื่นได้ทั้งหมด

2.6 ความเร็วลม จะมาพร้อมกับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้อุณหภูมิลดลง อัตราการระเหยของน้ำเพิ่มสูงขึ้น และความชื้นในดินลดลง (อนันต์, 2547)

2.7 การระเหยของน้ำ อัตราการระเหยของน้ำขึ้นอยู่กับกระแสความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ปริมาณแสงแดด และอุณหภูมิ หากอุณหภูมิสูง การระเหยของน้ำย่อมสูงด้วย ส่งผลให้ดินแห้ง พืชดูดน้ำได้น้อยลง (อนันต์, 2547)

3. ปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

3.1 พันธุ์ ลำไยแต่ละพันธุ์มีนิสัยการออกดอกไม่เหมือนกัน เช่น พันธุ์อีดอจะออกดอกง่ายและสม่ำเสมอทุกปี รองลงมาคือพันธุ์สีชมพู ส่วนพันธุ์เบี้ยวเขียวและแห้วมักจะออกดอกยากและออกดอกปีเว้นปี และพันธุ์เพชรสาครออกดอกง่ายและออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งในรอบปี (พาวิน, ม.ป.ป.; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542; จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547)

3.2 โรคและแมลง ทำลายใบอ่อนและใบลำไย มีผลต่อการสะสมอาหารของลำไย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542)

3.3 การเก็บเกี่ยว หากมีวิธีการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม เช่น ใช้มือหักช่อผล จะทำให้ลำไยมีการแตกใบอ่อนช้า จะมีผลต่อการสร้างและการสะสมอาหารได้น้อย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542)

3.4 การผลิใบอ่อน จังหวะของการผลิใบอ่อนครั้งสุดท้าย ใบและยอดของลำไยจะต้องแก่ทันก่อนที่อากาศหนาวเย็นจะมากระทบ ซึ่งจากการศึกษาของ อเนก (2539) พบว่าต้นลำไยที่ผลิใบอ่อนในช่วงฤดูหนาว จะออกดอกได้น้อยและช้ากว่าต้นที่ไม่ผลิใบ ถึงแม้ว่าได้รับอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมต่อการชักนำการออกดอกก็ตาม พาวิน (ม.ป.ป.) ยังกล่าวว่า มีความเชื่อกันว่าสภาพการขาดน้ำช่วยส่งเสริมการออกดอกของลำไย โดยช่วยลดการผลิใบที่อาจจะเกิดขึ้นในช่วงก่อนระยะเวลาการออกดอกในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม เนื่องจากพืชดูดน้ำได้น้อยลงทำให้ได้รับธาตุไนโตรเจนซึ่งละลายขึ้นไปกับน้ำลดลงตามไปด้วย เพราะธาตุไนโตรเจนมีช่วยส่งเสริมให้เกิดการเจริญทางกิ่งใบ ดังนั้นเมื่อระดับไนโตรเจนลดต่ำลงการผลิใบจึงถูกชะลอหรือยับยั้ง จากนั้นเมื่อพืชได้รับอุณหภูมิต่ำเพียงพอก็จะสามารถออกดอกได้

การบานของดอกและการผสมเกสรของลำไย

ระยะเวลาตั้งแต่ช่อดอกเริ่มปรากฏให้เห็นจนถึงดอกเริ่มบานใช้เวลา 3-4 สัปดาห์ ลักษณะการบานของดอกและช่อแขนงย่อยจะบานจากโคนไปหาปลายช่อ ลำไยมีระยะการบาน 1-1.5 เดือน นพดล และคณะ (2543) จำเนียร (2546) และ อนันต์ (2547) รายงานว่า ลำดับการบานของดอก มี 2 รูปแบบ คือ

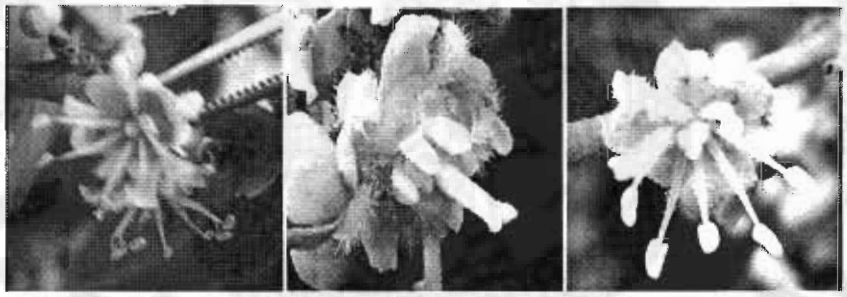
รูปแบบที่ 1 ดอกเพศผู้บานก่อน โดยดอกเพศผู้จะบานต่อเนื่องตั้งแต่ดอกแรกถึงดอกสุดท้าย ใช้เวลา 25-28 วัน ดอกเพศเมียจะบานหลังดอกเพศผู้บานประมาณ 14 วัน โดยดอกแรกถึงดอกสุดท้ายใช้เวลา 5-7 วัน แต่จะบานสูงสุดในวันที่สองของการบาน

รูปแบบที่ 2 ดอกเพศเมียบานก่อน โดยดอกเพศเมียจะบาน 2 ช่วง ใช้เวลาช่วงละ 4 - 7 วัน หลังดอกเพศเมียบานได้ 4 - 6 วัน ดอกเพศผู้จะเริ่มบาน ดอกเพศผู้จะใช้เวลาตั้งแต่ดอกแรกบานถึงดอกสุดท้ายบาน 15 - 25 วัน

ลักษณะของดอกเพศเมียที่บานเต็มที่และพร้อมที่จะรับละอองเกสร (receptive) สังเกตได้จากยอดเกสรเพศเมีย (stigma lobe) จะแยกออกเป็น 2 แฉก (bifurcation) และมีน้ำหวาน (nectar) ที่จานรองดอก มีช่วงเวลาในการผสมเกสรอยู่ระหว่าง 7.00 - 10.30 น. (นพดล และคณะ, 2543; จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547) อับละอองเกสรมีระยะการแตกหรือเปิดต่อเนื่องกันประมาณ 4

ชั่วโมงหลังดอกบาน หรือแตกเวลา 12.00 - 17.00 น. แต่มนตรี และคณะ (ม.ป.ป.) และ อนันต์ (2547) รายงานไว้ว่า อับละอองเรณูมีการเปิดร้อยละ 14 ในเวลา 11.00 น. ร้อยละ 40 ในเวลา 13.00 น. และร้อยละ 27 ในเวลา 15.00 น. ส่วนที่เหลือจะมีการเปิดในเวลาอื่น ดอกเพศผู้มีระยะเวลาการบานในแต่ละดอกประมาณ 2 - 3 วัน หลังจากนั้นดอกจะร่วง

ในช่อดอกลำไย จะประกอบด้วยดอกเพศผู้ ดอกเพศเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ (ภาพ 2) โดยปกติแล้วดอกเพศผู้จะมากกว่าดอกเพศอื่น สำหรับสัดส่วนเพศดอกนั้นจะผันแปรตามพันธุ์ การปฏิบัติดูแลรักษาและสภาพแวดล้อม (พาวิน, ม.ป.ป.) ลำไยที่เพาะจากเมล็ดมีสัดส่วนดอกเพศผู้ต่อดอกเพศเมียต่ำสุดประมาณ 5:1 ส่วนต้นลำไยที่ปลูกด้วยกิ่งตอนมีสัดส่วนดอกเพศผู้ต่อดอกเพศเมียสูงคือพันธุ์แห้ว 6:1 พันธุ์เบี้ยวเขียว 7:1 พันธุ์ดอและสีชมพู 9:1 (ปรีชา และมนตรี, 2527; อนันต์, 2547)



(ก) (ข) (ค)

ภาพ 2 ดอกลำไย

(ก) ดอกเพศผู้ (ข) ดอกเพศเมีย (ค) ดอกสมบูรณ์เพศ

การติดผลจะเกิดขึ้นในดอกเพศเมียที่บานเวลาเดียวกับดอกเพศผู้ ดอกเพศเมียที่บานก่อนหรือหลังดอกเพศผู้จึงมีโอกาสติดผลน้อย เรืองยศ (2531) กล่าวว่า การบานของดอกหรืออัตราส่วนเพศดอก จะมีแบบแผนการบานของดอกแต่ละเพศคล้ายกัน โดยในแต่ละวันจะมีการบานคละกันทั้ง 3 เพศ (polygamomonoecious) แต่ปริมาณของเพศดอกที่บานในแต่ละช่วงจะแตกต่างกัน ดังนั้นการผสมเกสรของลำไยโดยธรรมชาติอาจเกิดได้สองกรณี คือ ผสมข้ามดอกภายในต้นเดียวกันและการผสมข้ามต้น การผสมเกสรทั้งสองกรณี จะสำเร็จได้ต้องอาศัยแมลงเป็นพาหะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงพวกผึ้งในสกุล *Apis* sp. ส่วนลมและแรงดึงดูดของโลกนั้นมีบทบาทอยู่บ้าง

แต่น้อยมาก การปฏิสนธิจะเกิดขึ้นในถุงต้นอ่อนประมาณ 4 วันหลังจากมีการถ่ายละอองเกสร (สาวิตรี, 2526; อนันต์. 2547)

การติดผล

ภายหลังดอกบานประมาณ 2 สัปดาห์ จะเกิดการติดผล ซึ่งสังเกตได้จากกลีบดอกจะค่อยมีสีซีดลงและเหี่ยวไปในระยะ 3 - 4 วัน หลังการถ่ายละอองเกสร ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการทำสวนลำไย คือ การติดผลมากเกินไป ทำให้ผลลำไยมีขนาดเล็ก เปลือกบาง บางพันธุ์เช่น พันธุ์สีชมพูเนื้อมักแฉะน้ำ แต่อย่างไรก็ตามในบางปีกลับติดผลน้อยทำให้ปริมาณผลผลิตต่ำ ซึ่งการติดผลมากหรือน้อยนั้นเกิดจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งหรือเกิดจากหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน (จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547) ดังต่อไปนี้

1. ความสมบูรณ์ของต้น การติดผลต้องใช้อาหารจำนวนมากและอาจเกิดการแก่งแย่งอาหารระหว่างผลอ่อนในช่อเดียวกันหรือต้นเดียวกัน ผลที่สมบูรณ์กว่าย่อมมีความสามารถในการแข่งขันสูงกว่า ดังนั้นการร่วงของผลอ่อนในต้นที่ไม่สมบูรณ์จึงมีสูง (รวี, 2540; จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547) การเตรียมต้นให้มีความพร้อมก่อนการออกดอกจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการติดผล ควรบำรุงให้ต้นลำไยแตกใบอ่อนอย่างน้อย 2 ครั้ง

2. เพศดอกและสัดส่วนเพศดอก ผลลำไยเจริญมาจากดอกเพศเมียที่ได้รับการผสมเกสรจากดอกเพศผู้ การมีสัดส่วนเพศดอกที่เหมาะสมและมีจำนวนดอกเพศเมียต่อช่อมากย่อมมีโอกาสติดผลได้มาก จำนวนดอกเพศผู้และเพศเมีย อาจผันแปรตามสภาพต้น สภาพแวดล้อมและความยาวช่อดอก (นพดล และคณะ, 2543; อนันต์, 2547)

3. ลำดับการบานของดอก จากการสังเกต พบว่า ช่อดอกลำไยที่ดอกเพศเมียบานก่อนโดยไม่มีดอกเพศผู้จากช่ออื่นๆ ภายในต้นหรือต่างต้นบานคาบเกี่ยว ดอกเพศเมียจะไม่ได้รับการผสมเกสรจะร่วงหล่น แต่ถ้ามีดอกเพศผู้บานคาบเกี่ยวและมีแมลงช่วยผสมดอกเมียนั้นจะได้รับการผสมและติดผล ช่อดอกที่มีดอกเพศเมียบานก่อนและบาน 2 รุ่นจะมีการติดผล 2 รุ่น ในช่อเดียวกัน (นพดล และคณะ, 2543; จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547)

4. แมลงพาหะ โดยธรรมชาติการผสมเกสรอาจเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ การผสมข้ามดอกภายในต้นเดียวกันหรือการผสมข้ามต้น ซึ่งการผสมทั้ง 2 กรณีจะสำเร็จได้โดยอาศัยแมลงเป็นพาหะ (วิรัตน์, 2543) แมลงที่มีบทบาทสำคัญต่อการติดผลของลำไย คือ ผึ้ง โดยผึ้งจะดูดน้ำหวานจากเกสรดอกเพศผู้ เกสรจะติดที่ขนบริเวณส่วนหัวและส่วนอกของผึ้ง เมื่อผึ้งบินไป

ยังดอกเพศเมีย เกสรก็จะติดที่ยอดเกสรเพศเมียและเกิดการถ่ายละอองเกสรขึ้น (จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547) พิชัย และคณะ (2536) ได้ทำการทดลองนำผึ้งพันธุ์ (*Apis mellifear* L.) ไปปล่อยในสวนลำไยอายุ 9 ปีในระยะดอกบานเพื่อช่วยผสมเกสร พบว่า ต้นลำไยติดผล 16.7 ผลต่อช่อ ส่วนต้นที่ไม่มีแมลงผสมเกสรติดผลเพียง 1.09 ผลต่อช่อ ดังนั้น ในระยะที่ดอกลำไยบานจึงไม่ควรฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงเพราะจะเป็นอันตรายต่อผึ้งหรือแมลงพาหะอื่นๆ ในกรณีที่ไม่มีผึ้งช่วยผสมควรหาวิธีล่อแมลงวันด้วยการนำไส้ไก่ ปลาสดหรือของเหม็นเน่ามาวางไว้บริเวณสวนเป็นจุดๆ ในช่วงดอกบาน เพื่อล่อแมลง (อนันต์, 2547)

5. สภาพภูมิอากาศ อิทธิพลของสภาพภูมิอากาศมีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งต่อ การติดผลของลำไย สำหรับสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการติดผลของลำไยมีหลายอิทธิพลดังนี้

5.1 อุณหภูมิ ในขณะที่ดอกกำลังพัฒนาและกำลังบาน อุณหภูมิของอากาศจะต้องไม่สูงหรือต่ำเกินไป ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย ในลิ้นจี่ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้จำนวนดอกเพศเมียลดลง (รวี, 2540; จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547; Menzel and Simpson, 1994) Menzel and Simpson (1991) กล่าวว่า อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการถ่ายละอองเกสรอยู่ในช่วง 19-22 °C

5.2 ฝน ขณะที่ดอกบานและมีฝนตกจะไปชะเอาน้ำเหนียวๆ บนยอดเกสรเพศเมียออก ทำให้ละอองเกสรไม่สามารถเกาะติดในขณะที่ผสมเกสร นอกจากนี้ในช่วงดอกบานถ้ามีฝนตกมากๆ จะทำให้ดอกลำไยร่วงหล่นและทำให้การผสมเกสรลดลง (นพดล และคณะ, 2543; จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547)

5.3 ความชื้นสัมพัทธ์ ในสภาวะที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงการปลดปล่อยละอองเกสรจะเกิดขึ้นได้ช้า หากมีความชื้นสัมพัทธ์สูงตลอดวันอาจไม่มีการปลดปล่อยเกสรเลย แต่ถ้าหากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำหรือแห้งมาก ก็จะส่งผลให้ยอดเกสรเพศเมียแห้งดอกสูญเสียน้ำและร่วงหล่นได้ (นพดล และคณะ, 2543; จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547) ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมที่สุดของลำไยและลิ้นจี่ ในระยะติดผลจะอยู่ในช่วง 80-100 เปอร์เซ็นต์ (คีรี, 2540)

5.4 แสงแดด รวี (2540) กล่าวว่า แสงแดดมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ หากแสงแดดจัด อุณหภูมิย่อมสูงขึ้นอย่างมาก แต่ในทางกลับกันความชื้นสัมพัทธ์จะลดลง ลำไยที่ได้รับแสงเต็มที่จะมีโอกาสติดผลดีกว่าลำไยที่ได้รับแสงน้อย ช่อดอกที่อยู่ทางทิศ

ตะวันออกของต้นมีการติดผลสูงกว่าด้านทิศตะวันตก ทิศเหนือมีการติดผลมากกว่าทิศใต้ (พิชัย และคณะ, 2536; จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547) ในลิ้นจี่ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ เป็นทิศที่มีอุปสรรคต่อการติดผลมากที่สุด เนื่องจากได้รับแสงแดดจัดมากในช่วงที่มีตะวันอ้อมข้าว ซึ่งตรงกับช่วงที่ลิ้นจี่มีการออกดอก-ดอกบาน ความรุนแรงของความร้อนจากแสงแดดจะทำลายดอกจนหมดทำให้ไม่มีการติดผลในทิศดังกล่าว (พิจิตร, 2547)

6. ฤดูกาลการให้สาร การใช้สารโพแทสเซียมคลอเรตกระตุ้นให้ลำไยออกดอกนอกฤดูในช่วงเดือนตุลาคม ทำให้ลำไยสามารถออกดอกได้ดี แต่ติดผลน้อย ในขณะที่การให้ในช่วงฤดูฝน ลำไยออกดอกน้อย แต่ติดผลดีมาก (พิทยา และพาวิน, 2545) การให้สารช่วงเดือนพฤศจิกายน (ช่วงผลิตลำไยก่อนฤดู) สภาพอากาศค่อนข้างหนาวเย็นจะใช้ระยะเวลาตั้งแต่ออกดอกถึงเก็บเกี่ยวนาน 6 เดือนครึ่ง ส่วนการให้สารในช่วงที่ออกดอกติดผลฤดูฝน (พฤษภาคม) จะ เก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าในฤดูหนาวประมาณ 1 เดือน (จำเนียร, 2546) จากการศึกษาของ ณัฐวรา (2549) พบว่า ในฤดูร้อนต้องใช้สารโพแทสเซียมคลอเรตมากกว่าในฤดูหนาว แต่เมื่อใช้มากเกินไปก็ทำให้ออกดอกหลายรุ่น

7. โรคและแมลงศัตรูลำไย จากการสังเกต พบว่า ต้นลำไยที่เป็นโรคพุ่มไม้กวาดจะติดผลน้อยกว่าต้นปกติ กล่าวคือ ช่อดอกหนึ่งๆ อาจให้ผลผลิตเพียง 4-5 ผล/ช่อ นอกจากนี้การระบาดของเชื้อราในระยะออกดอกและดอกบานยังมีผลทำให้ดอกร่วงได้ ส่วนแมลงศัตรูที่พบระบาดในช่วงลำไยแทงช่อดอก เช่น เพลี้ยไฟ หนอนคืบ หนอนกินดอกลำไย หนอนม้วนใบ เพลี้ยหอยและมวนลำไย ถ้ามีการระบาดมากๆ ก็มีผลทำให้ลำไยติดผลน้อยลง (นพดล และคณะ, 2543; จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547)

7. การปฏิบัติดูแลรักษา ในช่วงที่ลำไยออกดอก ควรให้น้ำและปุ๋ยอย่างพอเพียง ถ้าต้นลำไยขาดน้ำและธาตุอาหารก็เป็นสาเหตุทำให้การติดผลน้อยได้เช่นกัน (พาวิน, 2545; จำเนียร, 2546; อนันต์, 2547)

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ตอนที่ 1 วิธีการวิจัยและดำเนินงาน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลผลผลิตลำไยและข้อมูลของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดเชียงใหม่ ย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ถึงปี พ.ศ. 2550 จากข้อมูลของสำนักงานเขตเศรษฐกิจเกษตร (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2551) และข้อมูลของสถานีตรวจอากาศเกษตรเชียงใหม่ (สถานีตรวจอากาศเกษตรเชียงใหม่, 2551) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและหาตัวแบบจำลองการพยากรณ์ผลผลิตเบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลของปริมาณผลผลิตลำไยและปัจจัยสภาพแวดล้อมของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และพื้นที่ให้ผลผลิตมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS Version 14.1 และหาตัวแบบจำลองการพยากรณ์ผลผลิตจากปัจจัยสภาพแวดล้อมเบื้องต้น เพื่อนำไปพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของลำไยในปี พ.ศ. 2551 และ 2552

ตอนที่ 2 วิธีการวิจัยและดำเนินงาน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลผลผลิตลำไยและข้อมูลของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดเชียงใหม่ในปี พ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2552 จากข้อมูลของสำนักงานเขตเศรษฐกิจเกษตร และข้อมูลของสถานีตรวจอากาศเกษตรเชียงใหม่ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและนำตัวแบบจำลองการพยากรณ์ผลผลิตเบื้องต้นมา พยากรณ์ปริมาณผลผลิตของลำไยในปี พ.ศ. 2551 และ 2552

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยตอนที่ 1

ในการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่ครั้งนี้ ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามี 7 ตัวแปรซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ ดังนี้

ตัวแปรตาม :

Y คือปริมาณผลผลิตลำไย (หน่วย: ตัน)

ตัวแปรอิสระ :

T_{max} คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย(องศาเซลเซียส)

T_{min} คือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)

T_{aver} คือ อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)

RH คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

Rain คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มม./ปี)

Area คือ พื้นที่ให้ผลผลิต (ไร่)

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งได้ทำการรวบรวมย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ถึงปี พ.ศ. 2550 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่

ปี	Y	T_{max}	T_{min}	T_{aver}	RH	Rain	Area
2541	13,986	36.72	17.59	26.48	68.4	62.99	94,59
2542	56,808	35.06	17.84	26.34	70.7	95.13	104,241
2543	123,078	34.37	17.91	26.09	71.0	94.13	126,558
2544	74,338	34.62	18.29	26.08	73.1	101.68	152,471
2545	172,077	32.43	20.47	25.59	77.4	134.35	175,589
2546	136,719	31.70	20.92	25.57	74.8	74.16	190,949
2547	202,314	31.86	20.62	25.60	72.8	100.74	207,077
2548	220,166	32.66	20.97	25.92	75.6	116.53	244,360
2549	140,932	32.43	20.47	25.59	77.4	125.50	253,682
2550	170,942	31.91	20.68	25.57	74.8	91.53	299,293

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) จากข้อมูลในตารางที่ 1 นำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS Version 14.1 เพื่อหาสมการและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระทีละปัจจัย โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ได้ผลดังนี้

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต (Y) และ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (T_{max})

ตารางที่ 2 : แสดงค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.742[a]	.551	.495	46739.059	1.512

a Predictors: (Constant), TMAX

b Dependent Variable: Y

ตารางที่ 3 : แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ T_{max}

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1272641.3	364639.29		3.490	.008
	TMAX	33493.892	10690.403	.742	-3.133	.014

a Dependent Variable: Y

จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 พบว่า อุณหภูมิสุงสุดเฉลี่ย (T_{max}) มีผลทางตรงต่อปริมาณผลผลิต (Y) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสุงสุดเฉลี่ยและปริมาณผลผลิต ดังนี้

$$Y = 1272641.3 - 33493.892T_{max}$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจร้อยละ 55.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.742 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเท่ากับ 46739.059

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต (Y) และ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (T_{min})

ตารางที่ 4 : แสดงค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.689[a]	.475	.410	50529.145	1.552

a Predictors: (Constant), TMIN

b Dependent Variable: Y

ตารางที่ 5 : แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ T_{min}

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-553168.5	254756.07		-2.171	.062
	TMIN	36913.185	13447.637	.689	2.691	.027

a Dependent Variable: Y

จากตารางที่ 4 และตารางที่ 5 พบว่า อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (T_{min}) มีผลทางตรงต่อปริมาณผลผลิต (Y) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยและปริมาณผลผลิต ดังนี้

$$Y = -553168.5 + 36913.185T_{min}$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจร้อยละ 47.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.689 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเท่ากับ 50529.145

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต (Y) และ อุณหภูมิเฉลี่ย (T_{avcr})

ตารางที่ 6 : แสดงค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.374[a]	.140	.032	64699.358	.829

a Predictors: (Constant), TAVE

b Dependent Variable: Y

ตารางที่ 7 : แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ T_{avcr}

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2296139.7	1900635.5		1.208	.262
	TAVE	-82867.78	72744.598	-.374	-1.139	.288

a Dependent Variable: Y

จากตารางที่ 6 และตารางที่ 7 พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย (T_{min}) ไม่มีผลทางตรงต่อปริมาณผลผลิต (Y) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต (Y) และ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (RH)

ตารางที่ 8 : แสดงค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.709[a]	.503	.441	49174.065	1.974

a Predictors: (Constant), RH

b Dependent Variable: Y

ตารางที่ 9 : แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ RH

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1028457	407850.90		-2.522	.036
	RH	15755.339	5537.423	.709	2.845	.022

a Dependent Variable: Y

จากตารางที่ 8 และตารางที่ 9 พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (RH) มีผลทางตรงต่อปริมาณผลผลิต (Y) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยและปริมาณผลผลิต ดังนี้

$$Y = -1028457 + 15755.399RH$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจร้อยละ 50.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.709 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเท่ากับ 49174.065

1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต (Y) และ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (Rain)

ตารางที่ 10 : แสดงค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.570[a]	.325	.240	57323.129	1.226

a Predictors: (Constant), RAIN

b Dependent Variable: Y

ตารางที่ 11 : แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ Rain

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-40207.5	89247.995		-.451	.664
	RAIN	1719.091	876.762	.570	1.961	.086

a Dependent Variable: Y

จากตารางที่ 10 และตารางที่ 11 พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี (Rain) มีผลทางตรงต่อปริมาณผลผลิต (Y) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยและปริมาณผลผลิต ดังนี้

$$Y = -40207.529 + 1719.091 Rain$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจร้อยละ 32.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.570 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเท่ากับ 57323.129

1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต (Y) และ พื้นที่ให้ผลผลิตต่อไร่ (AREA)

ตารางที่ 12 : แสดงค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.766[a]	.587	.535	44820.580	1.708

a Predictors: (Constant), AREA

b Dependent Variable: Y

ตารางที่ 13 : แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ Area

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-6741.61	43269.631		-.156	.880
	AREA	.746	.221	.766	3.373	.010

a Dependent Variable: Y

จากตารางที่ 12 และตารางที่ 13 พบว่า พื้นที่ให้ผลผลิตต่อไร่ (AREA) มีผลทางตรงต่อปริมาณผลผลิต (Y) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยและปริมาณผลผลิต ดังนี้

$$Y = -6741.614 + 0.746Area$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจร้อยละ 58.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.766 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเท่ากับ 44820.580

2) จากการตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น โดยใช้สถิติทดสอบ Durbin-Watson พบว่าค่า Durbin-Watson = 2.715 (ดังตารางที่ 14) แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น

ตารางที่ 14 : แสดงค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.974[a]	.948	.845	25918.906	2.715

a Predictors: (Constant), AREA, TAVER, RAIN, TMAX, TMIN, RH

b Dependent Variable: Y1

3) การเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลเมื่อความคลาดเคลื่อนไม่เป็นไปตามเงื่อนไข จึงเปลี่ยนรูปแบบของตัวแปร Y เพื่อให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามอยู่ในรูปเชิงเส้นดังนี้

$Y_1 = \log(Y)$

ตารางที่ 15 : แสดงค่า Y ในรูปของ Y_1

ปี พ.ศ.	Y	$Y_1 = \log(Y)$
2541	13,986	4.15
2542	56,808	4.75
2543	123,078	5.09
2544	74,338	4.87
2545	172,077	5.24
2546	136,719	5.14
2547	202,314	5.31
2548	220,166	5.34
2549	140,936	5.15
2550	170,942	5.43

นำข้อมูลซึ่งอยู่ในรูป $Y_1 = \log(Y)$ มาตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ พบว่าได้ค่า Durbin-Watson = 2.240 (ดังตารางที่ 16) ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 2 แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเงื่อนไขของการวิเคราะห์

ตารางที่ 16 : แสดงค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.987[a]	.974	.922	.10075	2.240

a Predictors: (Constant), AREA, TAVER, RAIN, TMAX, TMIN, RH

b Dependent Variable: Y1

4) หารูปแบบความสัมพันธ์โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) พบว่าอยู่ในรูป

$$Y_1' = \log(Y') = 39.476 - 0.189_{max}* - 0.027T_{min} - 0.862T_{aver} + 0.010Rain - 0.086RH + 2.056\times10^{-6}Area$$

จากตารางที่ 17 พบว่ามีตัวแปร T_{max}, T_{aver} และ Rain มีผลต่อ Y_1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

ตารางที่ 17 : แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระทีละตัว

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	39.476	6.510		6.064	.009
	TMAX	-.189	.078	-.764	-2.423	.094
	TMIN	-.027	.090	-.095	-.303	.782
	TAVER	-.862	.188	-.709	-4.582	.202
	RAIN	.010	.003	.594	2.837	.066
	RH	-.086	.040	-.705	-2.173	.118
	AREA	2.056E-06	.000	.385	.999	.391

a Dependent Variable: Y1

5) จากขั้นตอนที่ 4 พบว่า T_{max} , T_{aver} และ Rain มีผลต่อ Y_1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 จึงดำเนินการปรับรูปแบบความสัมพันธ์ใหม่จาก ตารางที่ 18 และตารางที่ 19 ได้รูปแบบความสัมพันธ์ใหม่ดังนี้

$$Y_1 = \log(Y') = 26.670 - 0.177T_{max} - 0.612T_{aver} + 0.004Rain$$

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจร้อยละ 92.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.961 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเท่ากับ 0.12188

ตารางที่ 18 : แสดงค่าสถิติทดสอบ Durbin-Watson เมื่อปรับความสัมพันธ์ใหม่ของ $Y_1^{'}$ = log ($Y^{'}$)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.961[a]	.924	.886	.12188	2.343

a Predictors: (Constant), RAIN, TAVER, TMAX

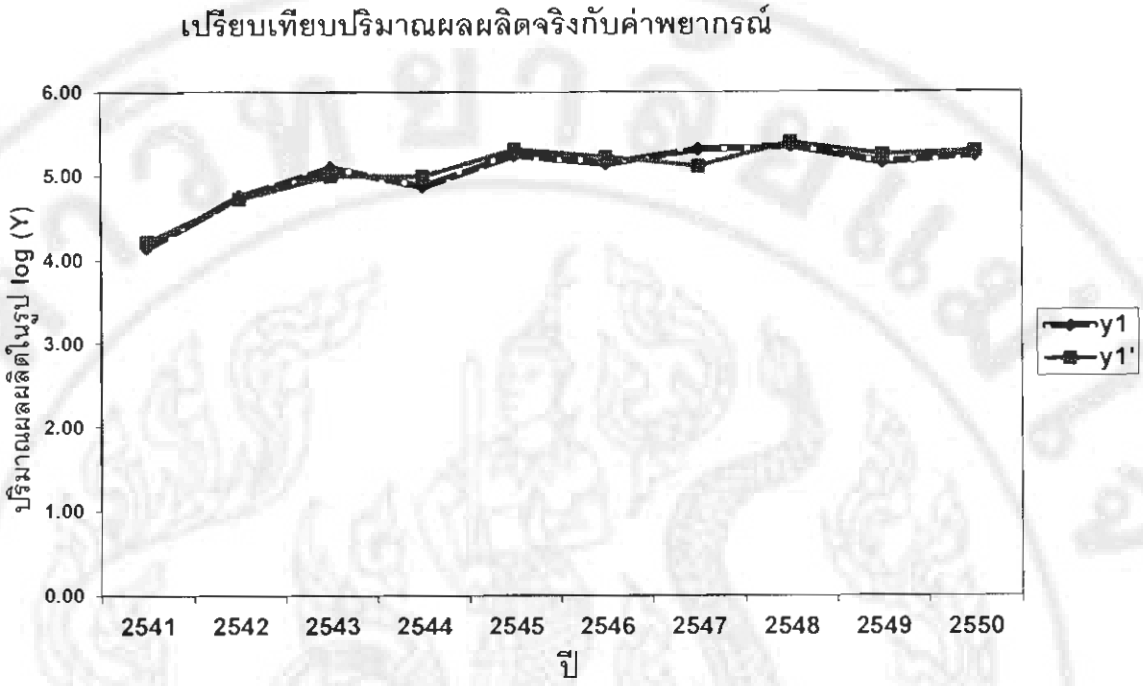
b Dependent Variable: Y1

ตารางที่ 19 : แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ T_{max}, T_{aver} และ Rain

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	26.670	4.077		6.541	.001
	TMAX	-.177	.032	-.715	-5.438	.002
	TAVE	-.612	.140	-.503	-4.368	.005
	RAIN	.004	.002	.222	1.658	.143

a Dependent Variable: Y1

เมื่อนำรูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้พยากรณ์และนำค่าที่พยากรณ์ ($Y^{'}$) ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริง (Y) ดังแสดงในกราฟ(ภาพที่ 3) และ แสดงในรูปผลผลิตจริง (Y) กับค่าพยากรณ์ ($Y^{'}$) ได้ดังตารางที่ 20

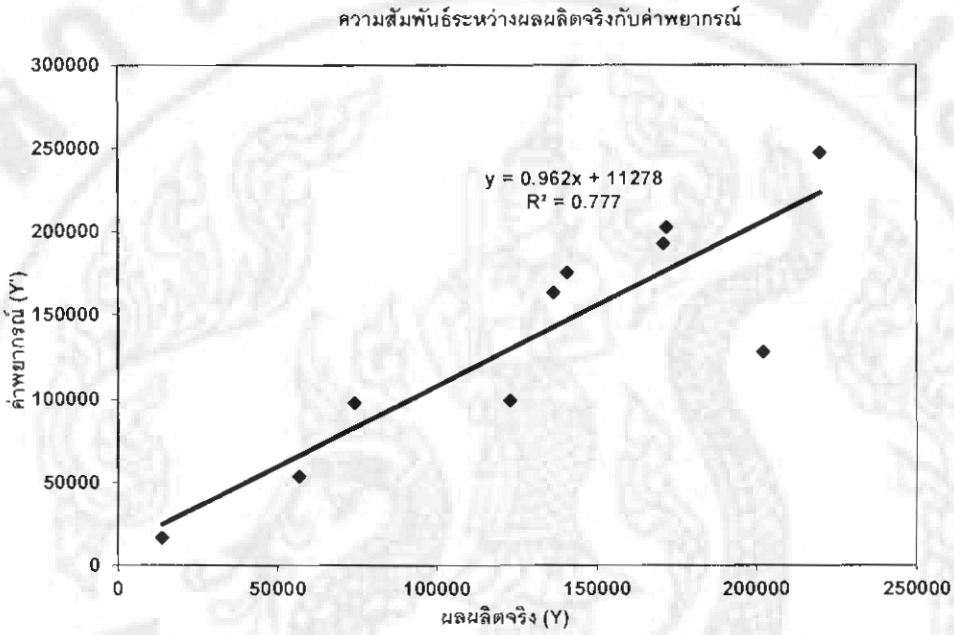


ภาพที่ 3 เปรียบเทียบค่าผลผลิตจริง (Y_1) กับค่าพยากรณ์ (Y_1)

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบค่าผลผลิตจริง (Y) กับค่าพยากรณ์ (Y′) ปี 2541 - 2550

ปี พ.ศ.	ผลผลิตจริง	ผลผลิตพยากรณ์
2541	13,986	16,473
2542	56,808	53,066
2543	123,078	99,072
2544	74,338	97,279
2545	172,077	202,843
2546	136,719	163,286
2547	202,314	127,476
2548	220,166	246,723
2549	140,932	175,586
2550	170,942	192,557

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตจริง (Y) กับปริมาณผลผลิตที่พยากรณ์ได้ (Y') ดังแสดงในกราฟ (ภาพที่ 4) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจร้อยละ 77.77



ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างของผลผลิตจริง (Y) กับค่าพยากรณ์ (Y)

ผลการวิจัยตอนที่ 2

จากรูปแบบจำลองที่ความสัมพันธ์อยู่ใน $Y_t^{/} = \log(Y^{/})$ เมื่อนำไปใช้พยากรณ์ปริมาณผลผลิตของลำไยในปี พ.ศ. 2551 และ 2552 โดยการแทนค่าปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลได้ดังสมการและตารางที่ 21

ปี 2551 $Y_t^{/} = \log(Y^{/}) = 26.670 - 0.177T_{max} - 0.612T_{aver} + 0.004Rain$

$= 26.670 - 0.177(32.08) - 0.612(26.2) + 0.004(95.16)$

$= 5.34$

ดังนั้น $(Y^{/}) = 10^{5.34}$

$= 217,731$

ปี 2552 $Y_t^{/} = \log(Y^{/}) = 26.670 - 0.177T_{max} - 0.612T_{aver} + 0.004Rain$

$= 26.670 - 0.177(32.65) - 0.612(26.56) + 0.004(89.18)$

$= 5.01$

ดังนั้น $(Y^{/}) = 10^{5.01}$

$= 101,202$

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบค่าผลผลิตจริง (Y) กับค่าพยากรณ์ ($Y^{/}$) ปี 2551 - 2552

ปี พ.ศ.	ผลผลิตจริง	ผลผลิตพยากรณ์	ผลต่าง
2551	152,346	217,731	-65,385
2552	189,401	101,202	88,199

การอภิปรายผล

การทดลองตอนที่ 1

จากการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยของจังหวัดเชียงใหม่ ในช่วง 10 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2541 ถึง พ.ศ. 2550 พบว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีผลต่อปริมาณผลผลิตในทางลบ แสดงว่า เมื่ออุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณผลผลิตลำไยลดลง ในส่วนของปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อาจส่งผลทางอ้อมต่อปริมาณผลผลิตได้เช่นกันซึ่งคณะผู้วิจัยเห็นว่าควรดำเนินการศึกษาต่อไป

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณผลผลิตลำไยจริงในจังหวัดเชียงใหม่กับค่าพยากรณ์ของปริมาณผลผลิตลำไย ในระหว่างปี พ.ศ. 2541 – 2550 นั้น จะพบว่ามีค่าใกล้เคียงกันเท่านั้น โดยพบว่าปี พ.ศ. 2541 2544 2545 2546 2548 2549 และ 2550 ค่าพยากรณ์ของปริมาณผลผลิตลำไยจะมีค่าน้อยกว่าค่าปริมาณผลผลิตลำไยจริง ซึ่งเมื่อศึกษาในรายละเอียดพบว่าตัวแปรที่มีผลโดยตรงคือการเพิ่มปริมาณพื้นที่ในการเพาะปลูกจะมีค่าเพิ่มขึ้นในปีนั้นๆ และตรงกันข้ามใน ปี พ.ศ. 2542 2543 และ 2547 ค่าพยากรณ์ของปริมาณผลผลิตลำไยจะมีค่าสูงกว่าปริมาณผลผลิตลำไยจริง เนื่องจากปีดังกล่าวมีการลดพื้นที่ในการเพาะปลูกลง

การทดลองตอนที่ 2

จากการนำแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้จากการใช้ข้อมูลของสภาพแวดล้อม ระหว่างปี พ.ศ. 2541 – 2550 ที่อยู่ในรูปของ $Y_1 = \log(Y)$ เมื่อนำไปใช้พยากรณ์ปริมาณผลผลิตของลำไยในปี พ.ศ. 2551 และ 2552 พบว่า ในปี พ.ศ. 2551 ปริมาณผลผลิตลำไยจากการพยากรณ์มีค่าสูงกว่าค่าปริมาณผลผลิตลำไยจริง ตรงกันข้ามกับปี พ.ศ. 2552 ปริมาณผลผลิตลำไยจากการพยากรณ์มีค่าต่ำกว่าค่าปริมาณผลผลิตลำไยจริง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในตอนที่ 1 คือ ปี พ.ศ. 2551 มีการลดพื้นที่ในการเพาะปลูกลำไยทำให้ค่าของการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไยมีค่าสูงกว่าปริมาณผลผลิตลำไยจริง ส่วนปี พ.ศ. 2552 มีการเพิ่มพื้นที่ในการเพาะปลูกลำไยมากขึ้น จึงมีผลทำให้ค่าของการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไยมีค่าต่ำกว่าปริมาณผลผลิตของลำไยจริงในปีการเพาะปลูก

สรุปผลการทดลอง

ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่ คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (T_{max}) และอุณหภูมิเฉลี่ย (T_{aver}) โดยมีสมการตัวแบบในการพยากรณ์ คือ $Y_j^{'}$ = log ($Y^{'}$) = $29.165 - 0.203T_{max} - 0.659T_{aver}$, มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจร้อยละ 87.2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.934 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 0.146 ในการนำสมการตัวแบบมาใช้ในการพยากรณ์ผลผลิตลำไยในปี พ.ศ. 2551 พบว่าค่าพยากรณ์ของผลผลิตลำไยมีค่าสูงกว่าผลผลิตจริง ตรงกันข้ามกับ ปี พ.ศ. 2552 พบว่าค่าพยากรณ์ของผลผลิตลำไยมีค่าต่ำกว่าผลผลิตจริง

เอกสารอ้างอิง

กนกมณฑล ศรศรีวิชัย. 2527. **การเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรหลังจากเก็บเกี่ยวเทคโนโลยีและสรีรวิทยา**. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 166 น.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2542. **ลำไยพืชทองของ เชียงใหม่–ลำพูน.** ม.ป.ท.: ม.ป.พ. 104 น.

กิติโชติ จันทร์ศรีตระกูล และ รวี เสรฐภักดี. 2537. ผลของจิบเบอเรลลินแอซิดและเอ็นเอเอต่อคุณภาพของลำไยพันธุ์ดอ. ใน **รายงานการประชุมวิชาการไม้ผลแห่งชาติครั้งที่ 1 สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ**. น. 203-213.

กัลยา วานิชย์ปัญญา. 2540. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for windows ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชย์ศาสตร์และการบัญชี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จำเนียร ทองพันชั่ง. 2546. **การปลูกลำไย.** กรุงเทพฯ: โครงการหนังสือเกษตรชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 128 น.

คีรี อำพันสวัสดิ์. 2540. **ไม้ผลเศรษฐกิจ.** ม.ป.ท.: ม.ป.พ. 160 น.

ชุมญาณัช คำวงษ์. 2551. **คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรลำไย.** กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. 44 น.

ณัฐวรา แสงอรุณ. 2549. **อิทธิพลของความเข้มข้น ระยะเวลาสัมผัส และ pH ต่อการชักนำการออกดอกลำไยด้วยสารคลอเรต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 95 น.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ, พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2546. **มะม่วงแก้ว: ไม้ผลเพื่อความหวังและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ**. กรุงเทพฯ: มติชน. 199 น.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์, พาวิน มะโนชัย และ วินัย วิริยะอลงกรณ์. 2543. การควบคุมการออกดอกของลำไย. น. 30–43. ใน นพดล จรัสสัมฤทธิ์, พาวิน มะโนชัย, นพมณี โทปุญญานนท์, ธีรนุช จันทรชิต, วินัย วิริยะอลงกรณ์ และ พิชัย สมบูรณ์วงศ์ (บรรณาธิการ). **การผลิตลำไย.** โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่ สาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่: สิรินาฏการพิมพ์.

นพพร บุญปลอด. 2539. **การเปลี่ยนแปลงสารกล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์อีดอก่อนการออกดอก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 62 น.

นิตย์ ศกุนรักษ์. 2542. **สรีรวิทยาของพืช.** เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 218 น.

ประหยัด ยุพิน. 2529. **ผลของสารพาโคลบิวทราโซนต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกติดผลของลำไยพันธุ์แห้ว**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 58 น.

ปรีชา จันทราช และ มนตรี ทศานนท์. 2527. ศึกษาอัตราส่วนของดอกเพศผู้และดอกเพศเมียของลำไยที่เกิดจากกิ่งตอนและจากต้นเพาะเมล็ด. น. 81. ใน **รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2527: ไม้ผล พืชผักและเห็ด ไม้ดอกไม้ประดับ พืชสวนอุตสาหกรรม มะพร้าวและปาล์มน้ำมัน พืชที่สูง พืชสมุนไพรและเครื่องเทศ.** กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

พาวิน มะโนชัย. 2552. โครงการการผลิตลำไยนอกฤดู คุณภาพดี ต้นทุนต่ำ. วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาชนบท. ปี ที่ 1 ฉบับที่ 4 มีนาคม - เมษายน 2552

พาวิน มะโนชัย. ม.ป.ป. **ลำไย.** เอกสารวิชาการที่ 76 กองเกษตรสัมพันธ์. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร. 48 น.

พาวิน มะโนชัย. 2545. **เอกสารประกอบการสอน พส.416 ไม้ผลเขตกึ่งร้อน.** เชียงใหม่: สาขาไม้ผล ภาควิชาสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 173 น.

พาวิน มะโนชัย, สมชาย องค์ประเสริฐ, วรินทร์ สุทนต์, วินัย วิริยะอลงกรณ์ และ จีรนันท์ เสนานาญ. 2549. การชักนำการออกดอก. ใน **คู่มือการผลิตลำไยตามระบบการจัดการคุณภาพ GAP เอกสารประกอบการฝึกอบรมเกษตรกร โครงการส่งเสริมการผลิตลำไยตามระบบการจัดการคุณภาพ (GAP) งบดำเนินงานตามยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดบูรณาการ (CEO) ดำเนินการโดยสำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา**

พิจิตร โชคพัฒนา. 2547. **การปลูกลิ้นจี่.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 144 น.

พิชัย คงพิทักษ์, พงศ์เทพ อัครธนกุล และ สาวิตรี มาไลยพันธ์. 2536. การผสมเกสรของลำไยโดยการใช้ผึ้งเป็นตัวถ่ายละอองเกสร. น. 640-648. ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 31 ระหว่างวันที่ 3–6 กุมภาพันธ์ 2536.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิทยา สรวมศิริ และ พาวิน มะโนชัย. 2545. การผลิตลำไยนอกฤดูอย่างมืออาชีพ. น. 47 – 51. ใน **เอกสารโครงการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี.** เชียงใหม่: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

พีรเดช ทองอำไพ. 2539. **ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: วี.บี. บุคเซ็นเตอร์. 196 น.

พฤษภะ ณ อยุธยา. 2542. **การสร้างสวนลองกอง.** กรุงเทพฯ: บริษัท แสงปัญญาเลิศ จำกัด. 93 น.

มนตรี ทศานนท์, ถวิล ข่ายสุวรรณ, ปรีชา จันทราช และ นิพัฒน์ สุขวิบูลย์. ม.ป.ป. **ศึกษาระยะเวลาที่พร้อมในการผสมพันธุ์ของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของลำไย.** ผลการทดลองเกี่ยวกับลำไย เอกสารประกอบการเสวนาโต๊ะกลม เรื่องปัญหาการผลิตลำไยในจังหวัดลำพูน ระหว่างวันที่ 7–10 สิงหาคม 2537 (เอกสารโรเนียว).

วิรัตน์ สมตน. 2543. **เอกสารวิชาการเรื่องการปลูกลำไยในภาคใต้.** กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้ กรมส่งเสริมการเกษตร. 127 น.

รวี เสรฐภักดี. 2540. สรีรวิทยาการออกดอกของลำไยและลิ้นจี่. น. 19–41. ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยียุคใหม่ในการผลิตลิ้นจี่และลำไย.** กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมและศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ผลเขตร้อนและกึ่งร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรืองยศ ลาภบุญเรือง. 2531. **สัณฐานการงอกและการมีชีวิตหลังการเก็บรักษาละอองเกสรมะม่วงลำไย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 74 น.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2551. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สถานีตรวจอากาศเกษตรเชียงใหม่. 2551. สรุปรายงานสภาพอากาศจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2541 – 2550. รายงานประจำปี 2551.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. ม.ป.ป. **เทคนิคการผลิตไม้ผลนอกฤดู.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK27/chapter4/t27-4-l3.htm (12 ธันวาคม 2553).

สาวิตรี มาไลยพันธุ์. 2526. **ผึ้งและแมลงผสมเกสร.** กรุงเทพฯ: ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 85 น.

สมบุญ เตชะกิญญาวัตน์. 2536. **สรีรวิทยาของพืช.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 222 น.

สมบุญ เตชะภิญญาวัตน์. 2548. **สรีรวิทยาของพืช.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 252 น.

สุภาวดี บุญธรรม, พาวิน มะโนชัย, นันทฤทธิ์ โชคถาวร และ เสกสันต์ อุสสหตานนท์. 2544. อิทธิพลของปริมาณแสงและอัตราการให้น้ำต่อการตอบสนองต่อสารโพแทสเซียมคลอเรตต่อการออกดอกและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของลำไยพันธุ์อีดอ". น. 113-119. ใน **รายงานผลงานวิชาการ ครั้งที่ 3.** เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 6. ม.ป.ป. **สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไข**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.sinthaistudio.com/lddt/problem.html (5 เมษายน 2554).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. **ระบบแสดงข้อมูลด้านสถิติ**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export.php (5 เมษายน 2554).

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1. 2551. **การผลิตลำไยนอกฤดูเพื่อการส่งออก.** เชียงใหม่: สุเทพการพิมพ์. 74 น.

สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่. 2553. **กรบเครื่องเรื่องลำไย.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.ndoae.doae.go.th/article2010/longan/longan2010.htm (17 ตุลาคม 2553).

อนันต์ ดำรงสุข. 2547. **ลำไย.** กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์. 104 น.

อเนก อุปรัตน์. 2539. **อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการผลิใบและการออกดอกของลำไย.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 27 น.

Batten, D. 1986. The longan. **Anstralian Horticulture** 84: 14–22.

Chaikiattiyos, S., C.M. Menzel and T.S. Rasmussen. 1994. Floral induction in tropical fruit tree: Effects of temperature and water supply. **Journal of Horticaltural Science** 69: 397-416.

Chen, W.S., K.L. Huang and H.C. Ku. 1997. Cytokinins from terminal bud of *Euphoria longana* during different growth stages. **Plant Physiology** 99: 185–189.

Esparza, G., C. Gallegos, A. rumayor, T.M. Dejong. 2002. Modelling Productivity of Zacatecan Peaches. Proceeding 6th International Symposium on Computer Modelling in Fruit Research and Orchard Management. 21-28.

Huang, K.L. 1996. Effect of plant growth regulators and endogenous hormones and bud differentiation of longan. **Horticultural Abstract** 68(1): 738.

Jarassamrit, N. 2000. **Temperature Influence on Floral Induction in Longan (*Dimocarpus longan* Lour) and Mango (*Mongifera indica* L.) Trees.** PH. D. Dissertation, University of Queenland, Australia.

Menzel, C.M. and D.R. Simpson. 1988. Effect of temperature on growth and flowering of Litchi (*Litchi Chinensis* Sonn.) cultivars. **Journal of Horticaltural Science** 63(2): 349-360.

Menzel, C.M. and D.R. Simpson. 1991. Effect of temperature and leaf water stress on panicle and flower development of litchi (*Litchi* chinensis Sonn.). **Journal of Horticultural Science** 66: 335–344.

Nakasone H.Y. and R.E. Paull. 1998. **Tropical fruits Crop production science in horticulture.** New York: Cab International. 445 p.