



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชสวน

พืชสวน

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับผลผลิตและคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก  
ในรอบปี

The Correlation between Annual Climatic Variation and Cut *Dendrobium*  
Production and Quality

นามผู้วิจัย นายไมตรี มัณยานนท์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( อาจารย์ภัสรินทร์ สารทูลทัต, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( อาจารย์ยวีร์จิรา อิมสบาย, ปร.ด. )

หัวหน้าภาควิชา

( รองศาสตราจารย์กฤษณา กฤษณพุกต์, D.Agr. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับผลผลิตและคุณภาพ  
ของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกในรอบปี

The Correlation between Annual Climatic Variation and  
Cut *Dendrobium* Production and Quality

โดย

นายไมตรี มั่นยานนท์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไมตรี มัณยานนท์ 2554: ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับผลผลิตและคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกในรอบปี ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ภาสตันต์ สารทูลทัต, Ph.D. 76 หน้า

กล้วยไม้หวายตัดดอกมีรูปแบบการออกดอกให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอในรอบปี ซึ่งอาจเนื่องจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล เพื่อให้ทราบปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการผลิตดอกกล้วยไม้หวาย จึงศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในโรงเรือนกับผลผลิตของกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’ (*Dendrobium Sonia* ‘Ear Sakul’) โดยบันทึกสภาพอากาศ ปริมาณและคุณภาพผลผลิต และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (total non-structural carbohydrate, TNC) ทุกๆ เดือน เป็นเวลา 20 เดือน ที่สวนกล้วยไม้ จ. นครปฐม (14°02'N, 99°58'E), จ. กาญจนบุรี (14°03'N, 99°42'E) และ จ. นครราชสีมา (14°38'N, 101°40'E) พบว่าในช่วงฤดูร้อนภายในโรงเรือนมีความเข้มแสงและอุณหภูมิสูงสุด แต่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุด ฤดูฝนมีความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนสะสมในโรงเรือนสูงที่สุด แต่มีความเข้มแสงต่ำที่สุด และฤดูหนาวมีอุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำที่สุด และมีปริมาณน้ำฝนสะสมน้อยที่สุดหรือไม่มีฝนตก ส่วนปริมาณและคุณภาพผลผลิต และ TNC มีการเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอในรอบปีและสัมพันธ์กับสภาพอากาศภายในโรงเรือน ซึ่งพบว่าได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสภาพอากาศช่วง 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว โดยอุณหภูมิเฉลี่ย 4 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิต (y) ( $r = 0.421$  และ  $0.478$ ) โดยมีสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ  $y = 7.323T_{day5} - 173.35$  ซึ่งมีค่า  $R^2 = 0.478$  ( $T_{day5}$  คือ อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว) ส่วนคุณภาพอื่นๆ ก็มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิด้วย เช่น ความยาวช่อดอกและจำนวนดอกต่อช่อมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิกว้านเฉลี่ย เป็นต้น ปริมาณ TNC มีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ในเดือนที่เก็บเกี่ยว ( $r = 0.265$ ) และอุณหภูมิกว้านเฉลี่ย 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = 0.337$ ) นอกจากนี้ยังพบว่า ความเข้มแสงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญรองลงมา จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณและคุณภาพของผลผลิตดอกกล้วยไม้หวาย

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Maitree Munyanont 2011: The Correlation between Annual Climatic Variation and Cut *Dendrobium* Production and Quality. Master of Science (Agriculture),  
Major Filed: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor:  
Mr. Parson Saradhulhat, Ph.D. 76 pages.

Hybrid *Dendrobium* performs fluctuate flowerings during a year possibly due to seasonal changes. To understand the influences of environmental factors on the flower production, the correlations of the microclimate under the saran-house that orchid *Dendrobium* Sonia 'Ear Sakul' grown and the spike production including the quality and quantity as well as the spike total non-structural carbohydrate (TNC) was monthly investigated for 20 months at orchid farms located in Nakhon Pathom (14°02'N, 99°58'E), Karnchana Buri (14°03'N, 99°42'E) and Nakhon Ratchasima(14°38'N, 101°40'E). The data revealed that the highest light intensity and temperature but lowest relative humidity were observed during warm season. The highest relative humidity and rainfall but lowest light intensity were recorded during rainy season. The lowest temperature and no rainfall were monitored in cool season. The orchid spike quantity and quality plus the TNC fluctuated all year round associated with weather conditions under the saran-house during 5 months before harvest. Spike yield (y) correlated with temperature 4 months before harvest ( $r = 0.421$ ) and day-temperature 5 months before harvest ( $r = 0.478$ ) with multiple regression model as  $y = 7.323T_{day5} - 173.35$  ( $R^2 = 0.478$ ) ( $T_{day5}$  = day-temperature 5 months before harvest). Spike quality also correlated with air temperature, spike length and flower number per spike correlated with night-temperature and TNC correlated with relative humidity of harvest month ( $r = 0.265$ ) and night-temperature 5 months before harvest ( $r = 0.337$ ). In addition, light intensity also was the one of important factors. These results suggested that air temperature was a key factor playing a role in the quantity and quality of the *Dendrobium* spike production.

---

Student's signature

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อ.ดร.ภาสันต์ สารทูลทัต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้ ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้กำลังใจในการดำเนินงานวิจัยมาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณ อ.ดร.วชิรญา อิ่มสบาย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อ.ดร.ศุภธิดา ศิริสวัสดิ์ ประธานในการสอบปากเปล่า และ ผศ.ดร.กัญจนา แซ่เตียว ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ทั้งนี้ขอกราบขอบพระคุณ สวทช. ฝ่ายไมโครอิเล็กทรอนิกส์ สวทช. ฝ่ายไมโครเทคโนโลยีชีวภาพ และ สวทช. ฝ่ายไมโครเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่อนุเคราะห์สถานที่วิจัยและให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

และสุดท้าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวมัณยานนท์ ตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาพืชสวนทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณศรายุทธ กิติภักดิ์ถาวร ซึ่งเป็นผู้ร่วมวิจัยและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

ไมตรี มัณยานนท์

ตุลาคม 2554

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	14
ผลและวิจารณ์	20
สรุปและข้อเสนอแนะ	43
สรุป	43
ข้อเสนอแนะ	44
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	45
ภาคผนวก	51
ภาคผนวก ก การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณ TNC	52
ภาคผนวก ข ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและ ไม่เป็นเส้นตรงระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือนช่วง 5 เดือน ก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC	55
ภาคผนวก ค ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TNC ในใบและลำลูกกล้วยช่วง 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว กับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC	74
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	76

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสภาพอากาศในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน	25
2	ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณและคุณภาพผลผลิต ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน	32
3	ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักราก น้ำหนักแห้ง และปริมาณ TNC ในส่วนต่างๆ ของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน	35
4	ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักราก น้ำหนักแห้ง และปริมาณ TNC ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน	37
5	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน ช่วง 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’	38
6	สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (multiple regression) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือนกับปริมาณและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’	42
<b>ตารางผนวกที่</b>		
1	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรงระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือนของเดือนที่เก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’	56
2	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรงระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน 1 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’	59

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
3 คำสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรงระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน 2 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’	62
4 คำสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรงระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’	65
5 คำสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรงระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน 4 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’	68
6 คำสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรงระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’	71
7 คำสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TNC ที่สะสมในใบและลำลูกกล้วยช่วง 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’	75

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การวัดความกว้างของดอกกล้วยไม้	16
2	อุณหภูมิเฉลี่ย (ก), อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย (ข) และอุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย (ค) ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน	22
3	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (ก), ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย (ข) และความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย (ค) ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน	23
4	ความเข้มแสงเฉลี่ย (ก), ปริมาณน้ำฝนสะสม (ข) และความเร็วลมเฉลี่ย (ค) ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน	24
5	ปริมาณผลผลิต (ก), ความยาวช่อ (ข) และจำนวนดอกต่อช่อ (ค) ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน	30
6	ขนาดดอก (ก), เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ข) และอายุปักแจกัน (ค) ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน	31
7	น้ำหนักสด (ก), น้ำหนักแห้ง (ข) และปริมาณ TNC (ค) ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน	36
<b>ภาพผนวกที่</b>		
1	กราฟมาตรฐานของสารละลาย D-glucose ความเข้มข้น 0, 50, 100, 150, 200 และ 250 mg/l ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี Nelson's reducing sugar procedures ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 500 nm	54

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับผลผลิตและคุณภาพ  
ของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกในรอบปี

The Correlation between Annual Climatic Variation and  
Cut *Dendrobium* Production and Quality

คำนำ

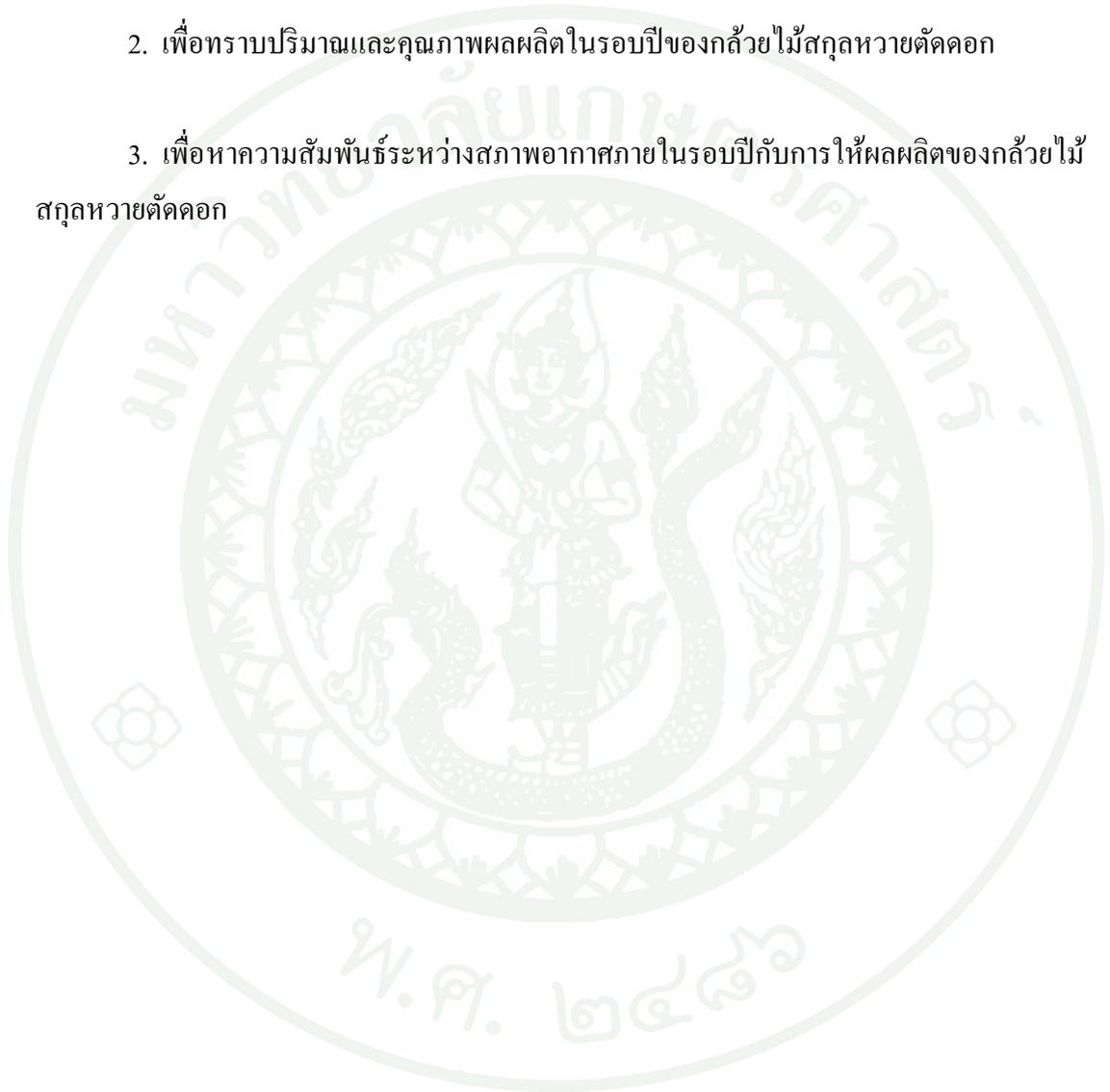
กล้วยไม้สกุลหวายถือได้ว่าเป็นไม้ตัดดอกที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย สามารถสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นอันดับหนึ่งและสูงกว่าไม้ดอกไม้ประดับชนิดอื่นๆ ที่มีการส่งออก และจากข้อมูลการส่งออกในแต่ละปีพบว่ามูลค่าการส่งออกยังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้การปลูกเลี้ยงกล้วยไม้สามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรในระดับสูง แต่อย่างไรก็ตาม ในการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ก็ยังพบกับปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพผลผลิตที่ไม่สม่ำเสมอในรอบปี และปริมาณผลผลิตในแต่ละช่วงไม่ตรงตามความต้องการของตลาด ซึ่งปัญหาเหล่านี้เป็นอุปสรรคในการผลิตและการส่งออก รวมทั้งการยอมรับจากประเทศคู่ค้าด้วยเช่นกัน

สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในรอบปีอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อทั้งการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของกล้วยไม้ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเข้มแสง ความยาววัน ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น (Teoh, 1989) อีกทั้งเกษตรกรผู้ปลูกเลี้ยงส่วนใหญ่มักอาศัยประสบการณ์ ความชำนาญในการผลิต และคำบอกเล่าระหว่างกลุ่มผู้ปลูกเลี้ยงด้วยกันเอง ซึ่งในปัจจุบันนั้นประเทศไทยมีงานวิจัยเกี่ยวกับกล้วยไม้สกุลหวายที่ค่อนข้างมาก แต่ส่วนใหญ่มุ่งเน้นเรื่องการขยายพันธุ์ การปลูกเลี้ยงและดูแลรักษาตลอดจนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ในขณะที่การศึกษาปัจจัยธรรมชาติที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตยังมีข้อมูลจำกัด

การวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในรอบปี ภายใต้สภาพโรงเรือน และการให้ผลผลิตของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิต เช่น ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ ขนาดดอก อายุการปักแจกัน รวมทั้งปริมาณอาหารสะสมที่อยู่ในช่อดอก ได้แก่ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (total non-structural carbohydrate, TNC) เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการทำนายการให้ผลผลิตต่อไปในอนาคต

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศภายใต้โรงเรือนกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกในรอบปี
2. เพื่อทราบปริมาณและคุณภาพผลผลิตในรอบปีของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศภายในรอบปีกับการให้ผลผลิตของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก



## การตรวจเอกสาร

### 1. สถานการณ์การผลิตและการตลาด

ในปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ตัดดอก 22,779 ไร่ ผลผลิต 54,692 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 2,401 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแหล่งผลิตที่สำคัญในภาคกลาง ได้แก่ นครปฐม กรุงเทพมหานคร นนทบุรี สมุทรสาคร ราชบุรี เพชรบุรี กาญจนบุรี และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา และสกลนคร นอกจากนี้ยังมีกระจายอยู่ในภาคเหนือซึ่งส่วนมากเป็นการผลิตกล้วยไม้กระถาง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

กล้วยไม้ที่นิยมปลูกเป็นไม้ตัดดอกมีหลายสกุล (Genus) ด้วยกัน เช่น สกุลหวาย สกุลแวนด้า สกุลมอคคาร่า และสกุลออนซิเดียม เป็นต้น โดยประมาณ 95% ของกล้วยไม้ที่ปลูกตัดดอกและส่งออกนั้นเป็นกล้วยไม้สกุลหวาย ซึ่งตลาดส่งออกกล้วยไม้ที่สำคัญได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น อิตาลี สหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ และตลาดใหม่ที่มีศักยภาพสูง ได้แก่ ประเทศจีน อินเดีย ประเทศในแถบยุโรปเหนือและตะวันออก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

จากสถิติการส่งออกช่อดอกกล้วยไม้สดในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณ 25,270 ตัน มูลค่า 2,305 ล้านบาท โดยปริมาณเพิ่มขึ้นจากปี 2552 ร้อยละ 2.7 ขณะที่มูลค่าลดลงร้อยละ 2.5 แต่พบว่าปริมาณและมูลค่าการส่งออกยังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอด 7 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงปี พ.ศ. 2548 – พ.ศ. 2552 มีการขยายตัวมากถึง 50% จากปี พ.ศ. 2545 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

### 2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกล้วยไม้สกุลหวาย

กล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*) จัดอยู่ในวงศ์ Orchidaceae และสกุลหวายเป็นสกุลที่ใหญ่ที่สุดสกุลหนึ่งมีประมาณ 1,400 ชนิด พบว่ามีการแพร่กระจายพันธุ์ออกไปเป็นบริเวณกว้างทั้งในทวีปเอเชียและหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก จึงทำให้กล้วยไม้สกุลหวายมีรูปร่างลักษณะทั้งดอกใบ และลำลูกกล้วยแตกต่างกันออกไป (ครรรชิต, 2547)

กล้วยไม้สกุลหวายมีการเจริญเติบโตแบบแตกกอ หรือฐานร่วม (sympodial) มีเหง้าหรือลำต้นจริง (rhizome) เจริญไปตามแนวนอน โดยมีการเจริญแตกยอดอ่อนให้หน่อใหม่เกิดขึ้นเรื่อยๆ

และมีการส่งก้านชูใบขึ้น เพื่อช่วยในการเก็บน้ำและอาหาร เรียกว่า ลำลูกกล้วย (pseudo-bulb) ซึ่งมีข้อ ปล้องและตา (ระพี, 2530) ลำลูกกล้วยจะมีใบเจริญออกมาจากข้อ แผ่นใบมีลักษณะกว้าง ยาว และหนา และมีหน้าตัดเป็นรูปตัววี (V) เส้นกลางใบหรือเส้นใบย่อย เรียงตัวแบบขนานไปตามความยาวของใบ แผ่นใบชิดกับกาบใบ มีลักษณะเป็นแผ่นบางต่อลงไปจากโคนใบเชื่อมระหว่างโคนใบกับลำต้น และโอบล้อมลำลูกกล้วยตรงส่วนปล้อง (จิตรภาพรณ, 2525) ส่วนระบบรากเป็นแบบรากกึ่งอากาศ (semi-epiphyte) โดยปกติจะเกาะอาศัยตามต้นไม้ รากบางส่วนขนานไซหรือยึดเกาะไปตามเปลือกไม้ (ไพบูลย์, 2521)

ช่อดอกของกล้วยไม้สกุลหวายเจริญจากปลายยอดหรือตาข้างก็ได้ ลักษณะช่อดอกแบบ racemose มีก้านช่อยาวและมีดอกย่อยออกจากข้อ ดอกที่โคนช่อจะบานและเสื่อมสภาพก่อนตามลำดับจนถึงปลายยอด ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ส่วนของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียจะรวมกันอยู่ในส่วนกลางของดอกซึ่งเรียกว่า เส้าเกสร (column) ประกอบด้วยกลีบวงนอก (sepal) 3 กลีบ กลีบวงใน (petal) 3 กลีบ โดยกลีบวงในจะมีลักษณะแตกต่างกัน โดยกลีบคู่หนึ่งจะมีลักษณะเหมือนกัน แต่กลีบที่สามเปลี่ยนรูปไปเป็นปาก (lip หรือ labellum) ทำหน้าที่ดึงดูดแมลง (ครรชิต, 2547) ส่วนเรณู (pollen) จะอยู่กับเส้าเกสร จะรวมตัวกันอยู่เป็นก้อน 2-8 ก้อน เรียกว่ากลุ่มเรณู (pollinia) เมื่อไข่ได้รับการผสมจะเจริญเป็นฝัก เมื่อฝักแก่จะแตกออกให้เมล็ดปลิวไปตามลมเพื่อกระจายพันธุ์ ช่อดอกมีอายุการพัฒนาระหว่าง 45 - 60 วัน แต่ละลำลูกกล้วยสามารถให้ผลผลิตได้ 5 - 15 ช่อดอก ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์และความสมบูรณ์ของต้น (จางวัฒนา, 2547)

### 3. สายพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้า

กล้วยไม้สกุลหวายที่ปลูกเลี้ยงเป็นการค้าส่วนใหญ่เป็นลูกผสม (*Dendrobium hybrid*) ซึ่งลูกผสมเหล่านี้มีความหลากหลายของพันธุ์ทั้งสี รูปร่างดอก ขนาดและทรงช่อ นอกจากลักษณะที่สวยงาม ลักษณะการบานทน และง่ายต่อการบรรจุก็เป็นลักษณะที่ต้องการ กลุ่มพันธุ์ที่นิยมปลูกเลี้ยงเพื่อตัดดอกและมีการส่งออกในปัจจุบัน 70 - 80% เป็นกลุ่มสีม่วงแดง พันธุ์ที่ปลูก คือ 'บอม 17 แดง', 'โจแดง' และ 'เอียสกุล' (จางวัฒนา, 2547)

#### 3.1 'บอม 17 แดง' (*Dendrobium Sonia 'Bom 17 Daeng'*)

กลีบดอกสีม่วงแดง โคนกลีบมีสีขาว ดอกมีรูปแบบเป็นกึ่งฟอร์มกลม ขนาดดอกเฉลี่ย 5.5-6.5 เซนติเมตร ความยาวช่ออยู่ในช่วง 55-65 เซนติเมตร มีจำนวนดอก 9-12 ดอกต่อช่อ กลาย

พันธุ์มาจาก ‘บอม 17’ มีข้อดีคือกลีบดอกหนา มีความคงทนดี แต่ข้อเสียคือเมื่อสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงมักมีดอกตูมฝ่อหรือร่วง ในระดับมากกว่าพันธุ์อื่นๆ (จงวัฒนา, 2547)

### 3.2 ‘โจแดง’ (*Dendrobium Sonia ‘Joe Daeng’*)

กลีบดอกสีม่วงแดง โคนกลีบมีสีออกขาวอมเขียวเล็กน้อย ดอกมีรูปแบบเป็นกึ่งฟอร์มกลม ขนาดดอกเฉลี่ย 5.5-6.5 เซนติเมตร ความยาวช่ออยู่ในช่วง 43-53 เซนติเมตร มีจำนวนดอก 9-13 ดอกต่อช่อ กลายพันธุ์มาจาก ‘บอมโจ’ สีดอกเข้มขึ้น ข้อดีของพันธุ์นี้คือ ให้ดอกเร็วและให้ผลผลิตสม่ำเสมอ แม้ในช่วงฤดูร้อน มีข้อเสียเช่นเดียวกับ ‘บอม 17 แดง’ คือช่วงที่สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงมักประสบปัญหาเรื่องดอกตูมฝ่อหรือร่วง แต่พบอาการน้อยกว่า (จงวัฒนา, 2547)

### 3.3 ‘เอียสกุล’ (*Dendrobium Sonia ‘Earsakul’*)

กลีบดอกสีม่วงแดง โคนกลีบมีสีขาว ดอกมีรูปแบบเป็นกึ่งฟอร์มกลม ขนาดดอกเฉลี่ย 5.7 -7.1 เซนติเมตร ความยาวช่ออยู่ในช่วง 48-58 เซนติเมตร มีจำนวนดอก 10-13 ดอกต่อช่อ กลายพันธุ์มาจาก ‘บอมโจ’ โดยดอกมีสีเข้มและขนาดใหญ่ขึ้น คอดอกมีสีขาวมากกว่า ซึ่งมีข้อดีคือ ดอกใหญ่ ทรงช่อสวย และลดข้อเสียของพันธุ์อื่น คือทนต่อสภาพอากาศ ลดปัญหาดอกตูมฝ่อหรือร่วง (จงวัฒนา, 2547)

## 4. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้

ในการเจริญเติบโตของต้นกล้วยไม้ทั้งทางลำต้น การชักนำให้ออกดอก และการพัฒนาของช่อดอก จะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องเข้ามาควบคุมทั้งปัจจัยภายในพืช เช่น ระยะเยาว์วัย (juvenile phase) สารควบคุมการเจริญเติบโตภายในต้น เป็นต้น และปัจจัยภายนอกจากสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ช่วงแสง ความเข้มแสง และปริมาณน้ำฝน เป็นต้น (Hew and Yong, 2004) โดยปัจจัยจากสภาพแวดล้อมภายนอกจะไปเป็นตัวกระตุ้นให้กล้วยไม้มีการส่งสัญญาณภายในทำให้มีการเปลี่ยนแปลงระดับสารควบคุมการเจริญเติบโตซึ่งมีส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการชักนำให้ออกดอก (Campos and Kerbaui, 2004)

## 4.1 ปัจจัยภายใน

### 4.1.1 ลักษณะทางพันธุกรรม

กล้วยไม้แต่ละสกุลหรือต่างพันธุ์จะมีความต้องการและนิสัยในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากสภาพแวดล้อมของถิ่นกำเนิด (ไพบูลย์, 2521) โดยกล้วยไม้ที่พบบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรจะสามารถเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี เช่น *Vanda* (ระพี, 2517) ต่างจากกลุ่มที่พบห่างจากเส้นศูนย์สูตรจำเป็นต้องมีการพักตัวเป็นเวลานานเพื่อสะสมอาหาร เช่น *Cymbidium* (Rose, 1993)

### 4.1.2 อายุ

การเจริญเติบโตของกล้วยไม้ในแต่ละช่วงอายุจะให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน เช่น *Dendrobium* 'Jaquelyn Thomas' พบว่าเริ่มให้ผลผลิตตั้งแต่อายุ 1 ปีขึ้นไป โดยจำนวนดอกต่อช่อและความยาวช่อ เพิ่มขึ้นตามอายุอย่างต่อเนื่อง และสูงสุดในปีที่ 3 หลังจากนั้นค่อยลดลงและน้อยที่สุดในปีที่ 6 (Paull *et al.*, 1995) โดยเมื่อกล้วยไม้มีอายุที่เหมาะสมผ่านช่วงหนึ่งเรียกว่า “ระยะเยาว์วัย” จึงจะสามารถออกดอกได้ ในช่วงนี้ไม่สามารถชักนำการออกดอกด้วยวิธีใดๆ ได้ (Hew and Yong, 2004)

### 4.1.3 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตที่พบในพืชแบ่งออกเป็นสองประเภท ได้แก่ คาร์โบไฮเดรตที่พืชนำมาสร้างเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างเพื่อให้ความแข็งแรง ช่วยให้เซลล์หรือเนื้อเยื่อพืชสามารถคงรูปร่างอยู่ได้ ซึ่งเรียกว่า คาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในรูปของโครงสร้าง (structural carbohydrate) ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพกติน (จริงแท้, 2541) อีกประเภทหนึ่งคือ คาร์โบไฮเดรตซึ่งพืชสะสมไว้จากการสังเคราะห์แสงเพื่อนำมาใช้พลังงานในกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ โดยส่วนมากจะสะสมไว้ในรูปของแป้งและน้ำตาล (สมบุญ, 2544) หรือเรียกว่า คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่อยู่ในรูปของโครงสร้าง (total non-structural carbohydrate, TNC) ซึ่งพืชต้องการคาร์โบไฮเดรตเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative growth) และการสร้างส่วนสืบพันธุ์ (reproductive growth) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความสมดุลของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อ

สำหรับกล้วยไม้ พบว่า TNC ถูกสะสมไว้ในลำลูกกล้วยซึ่งเป็นลำหลังมากที่สุด รองลงมาคือ ใบ และ ราก ตามลำดับ (Zotz, 1999) โดยสร้างขึ้นที่ใบและเคลื่อนที่มายังส่วนต่างๆ ช่วยทำให้เกิดหน่อใหม่และมีการพัฒนาของช่อดอก (Yong and Hew, 1995) เช่น กล้วยไม้สกุล หวายพันธุ์ ‘โซเนียบอมใจ’ และ ‘โซเนียบอม 17’ นั้น พบว่าส่วนของลำต้นระยะที่เริ่มมีตาออกมี ปริมาณ TNC มากที่สุด (ขวัญชนก, 2546) ส่วน TNC ในช่อดอกระยะดอกบานมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ ดอกตูมและก้านช่อดอก ตามลำดับ (พัชรา, 2546) สำหรับสกุล *Phalaenopsis* พบว่า ปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบเพิ่มขึ้นจาก 0.3 เป็น 0.7 mg/cm<sup>3</sup> เมื่อเข้าใกล้ระยะออกดอก (Kataoka *et al.*, 2004) เนื่องจากเมื่อพืชอยู่ในระยะออกดอกทิศทางการเคลื่อนย้ายของอาหารจะ เปลี่ยนไปโดยจะมีการเคลื่อนย้ายไปสู่ดอกมากขึ้น (Hansen, 1967)

## 4.2 ปัจจัยสภาพแวดล้อม

### 4.2.1 แสง

แสงเป็นปัจจัยที่พืชได้จากธรรมชาติ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานพื้นฐานที่พืชนำมาใช้ ในการสังเคราะห์แสง ได้เป็นแป้งและน้ำตาล เพื่อนำไปใช้ในการดำรงชีวิตและถ่ายทอดพลังงานไป ยังสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ต่อไป เช่น มนุษย์ สัตว์ นอกจากนี้แสงยังมีบทบาทต่อการตอบสนองของพืชด้วย เช่น กระตุ้นการออกดอก การสร้างฮอร์โมนพืชบางชนิด เป็นต้น (มาลินี, 2530) ซึ่งอิทธิพลของ แสงที่มีต่อกล้วยไม้แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ความเข้มแสง ระยะเวลาที่พืชได้รับแสง และคุณภาพ ของแสง (ไพบูลย์, 2521)

ความเข้มแสง (light intensity) ที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของกล้วยไม้คือ ช่วงเช้าและเย็น หากในช่วงเที่ยงซึ่งเป็นช่วงที่มีความเข้มแสงสูงจำเป็นต้องมีการพร่างแสงอย่างน้อย 50% (Fennell, 1959) ทั้งนี้ความต้องการความเข้มแสงขึ้นอยู่กับสกุลของกล้วยไม้ เช่น *Dendrobium* 150 - 250  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  (Jesup, 1993) *Cymbidium* 500 - 600  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  (Rose, 1993) เป็นต้น ระยะ ของการเจริญเติบโตช่วงแรกกล้วยไม้จะต้องการความเข้มแสงอ่อนและเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น หากได้รับความเข้มแสงมากหรือน้อยเกินไปจะทำให้มีอาการผิดปกติ (ไพบูลย์, 2521)

ระยะเวลาที่พืชได้รับแสง (photoperiod) มีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสง ในช่วงวันยาวทำให้มีแสงสำหรับการสังเคราะห์แสงได้มากกว่าวันสั้น และมีอิทธิพลต่อการออก ดอกของกล้วยไม้โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กล้วยไม้วันสั้น เช่น *Cattleya* บางชนิด (*C. trianaei*,

*C. labiata*) สกุลช้าง (*Rhynchostylis gigantea*) กล้วยไม้วันยาว เช่น *Cattleya* บางชนิด (*C. warszewiczii*) กล้วยไม้เขาแกะ (*Rhynchostylis coelestis*) และไม้ตอบสนองต่อความยาววัน ซึ่งสามารถออกดอกได้ทั้งปี เช่น *Cattleya* บางชนิด (*C. harrisoniana*) สกุลหวายลูกผสมบางชนิด (*D. Pompadour*) (ไพบูลย์, 2521)

แสงของดวงอาทิตย์โดยตรงถือเป็นแสงที่มีคุณภาพแสง (light quality) ดีที่สุดต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 380 – 760 นาโนเมตร (สมบุญ, 2544) หากแสงนั้นผ่านวัสดุอื่นๆ อาจทำให้คุณภาพของแสงเปลี่ยนแปลงไป เช่น สถานที่ลับแคบ มีอาคารบัง หรือร่มไม้ใหญ่ (ไพบูลย์, 2521) นอกจากนี้คลื่นแสงสีแดงหรือ red (600-680 นาโนเมตร) และ far red (720-750 นาโนเมตร) ยังส่งเสริมการออกดอกของพืชบางชนิดด้วย (Gardner *et al.*, 1985)

#### 4.2.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่ควบคุมอัตราการเร็วของกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในพืช เช่น กล้วยไม้ *Phalaenopsis* เมื่ออุณหภูมิกลางวันสูงขึ้น 10-30°C การตรึง CO<sub>2</sub> กลับลดลง และเพิ่มขึ้นในเวลากลางคืนเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10-20°C และเมื่อให้อุณหภูมิสูงขึ้น 5°C อย่างต่อเนื่อง พบว่าระดับน้ำตาลกลูโคสและซูโครสสะสมในตาดอกเพิ่มมากขึ้นหลังจากวันแรกที่เพิ่มอุณหภูมิจนถึงวันที่ 7 (Hew and Yong, 2004) ในกล้วยไม้สกุลหวายเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจาก 28°C เป็น 38°C ทำให้ประสิทธิภาพของ Photosystem II และปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงทั้งในส่วนใบและดอก (He *et al.*, 1998)

กล้วยไม้สามารถแบ่งตามความต้องการของอุณหภูมิได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ต้องการอากาศเย็น (cool-growing orchids) โดยกล้วยไม้ในกลุ่มนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่ออุณหภูมิกลางวัน อยู่ระหว่าง 16-21°C และกลางคืนอยู่ระหว่าง 10-13°C มีความต้องการอุณหภูมิต่ำในการออกดอก หากนำไปปลูกในเขตอากาศร้อนจะไม่สามารถออกดอกได้ เช่น *Cymbidium*, *Odontoglossum*, *Sophoronitis* เป็นต้น กลุ่มที่ต้องการอากาศอบอุ่น (intermediate group) ซึ่งกล้วยไม้ในกลุ่มนี้มีจำนวนมากที่สุด โดยต้องการอุณหภูมิกลางวันระหว่าง 21-29°C และกลางคืนอยู่ระหว่าง 10-16°C เช่น *Cattleya*, *Oncidium*, *Paphiopedilum* บางชนิด, *Dendrobium* บางชนิด เป็นต้น และกลุ่มที่ต้องการอากาศร้อน (warm-growing orchids) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการอุณหภูมิที่สูงกว่า 16°C และแบ่งย่อยได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ชอบแดดจัด (กลางวัน 38°C/กลางคืน 20-24°C) ได้แก่ *Vanda* ไบกลม, *Phalaenopsis* ไบกลม และ *Renanthera* อีกกลุ่มคือ กลุ่มที่ชอบแดดรำไร

(กลางวัน 27-32°C/กลางคืน 16-22°C) ได้แก่ *Vanda*, *Arachnis*, *Phalaenopsis*, *Dendrobium* บางชนิด, *Grammatophyllum* (Teoh, 1989)

การชักนำการออกดอกของกล้วยไม้บางชนิดโดยเฉพาะกลุ่มที่ต้องการอากาศเย็นจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิต่ำเป็นตัวกระตุ้นให้กล้วยไม้ผลิตดอก เช่น *Euphalaenopsis* และลูกผสมทั้งหมด สามารถชักนำตาออกด้วยอุณหภูมิต่ำกว่า 13°C ในเวลากลางคืน นาน 2 สัปดาห์, *Paphiopedilum* ซึ่งปกติเจริญเติบโตในเขตร้อน แต่เมื่อนำมาเลี้ยงที่อุณหภูมิ 20°C จึงสามารถออกดอกได้ (Teoh, 1989), *Dendrobium nobile* และลูกผสมทั้งหมด ต้องการอุณหภูมิในช่วงกลางคืนต่ำกว่า 10°C อย่างน้อย 1 เดือน ก่อนการออกดอก (Jesup, 1993)

นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีอิทธิพลต่อคุณภาพของดอกบางประการด้วย เช่น ในสกุล *Cattleya* อุณหภูมิที่ต่างกันของกลางวันและกลางคืนประมาณ 20°C จะสามารถทำให้ได้ช่อดอกที่มีคุณภาพดี หากอุณหภูมิสูงจะทำให้ได้ดอกที่เสียวรูปทรงหรือหลุ่คร่วง (Rose, 1993) กล้วยไม้ลูกผสมสกุลหวาย เมื่อได้รับอุณหภูมิกกลางวัน 25°C และกลางคืน 20°C ทำให้กล้วยไม้ให้ดอกที่มีขนาดใหญ่ และที่อุณหภูมิกกลางวัน 18°C และกลางคืน 15°C จะทำให้ดอกกล้วยไม้มีการสะสมของสาร anthocyanin สูง (Matsui and Kamuro, 1994)

#### 4.2.3 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นในบรรยากาศหรือไอน้ำที่อยู่ในอากาศ เป็นปัจจัยที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการต่างๆ เช่น กล้วยไม้รากอากาศจะดูดซับน้ำในบรรยากาศผ่านทางราก เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ในช่วงที่อากาศแห้งแล้งขาดฝน ความชื้นในอากาศมีผลต่อการคายน้ำ หากอากาศมีความชื้นลดลง ความแตกต่างระหว่างน้ำในใบและบรรยากาศจะมากขึ้น ทำให้กล้วยไม้สูญเสียน้ำไปสู่บรรยากาศมากขึ้น (ไพบูลย์, 2521)

ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้แตกต่างกันตามสภาพภูมิประเทศ โดยกล้วยไม้ที่ปลูกในเขตหนาวความชื้นที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 40-50% ส่วนในเขตร้อนที่ปลูกเลี้ยงโดยมีการพรางแสงจะอยู่ในช่วง 70-80% หากกล้วยไม้ที่ปลูกในเขตร้อนและได้รับแสงเต็มที่ควรได้รับความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 80% (Teoh, 1989) เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเปิดปากใบของพืช หากความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศสูง จะมีก้านนำ

ไหลปากใบ (stomatal conductance) สูง ซึ่งทำให้ปากใบเปิดมากกว่าในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เมื่อปากใบเปิดนานขึ้นพืชจึงมีโอกาสนในการแลกเปลี่ยนก๊าซ หรือตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้น (สุนทรีและคณะ, 2544)

#### 4.2.4 น้ำ

กล้วยไม้ต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตและการออกดอก ในธรรมชาติกล้วยไม้ได้รับน้ำอย่างเหมาะสม จากน้ำฝนและวัสดุที่รากยึดเกาะ หากนำมาปลูกเลี้ยงหรือกล้วยไม้ถูกผสมพันธุ์การค้าต่างๆ มักมีความต้องการน้ำมากขึ้น (ครรชิต, 2547) เนื่องจากน้ำมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตหลายประการ เช่น น้ำช่วยในการเคลื่อนที่ของสารทั้งอาหารและแร่ธาตุเพื่อนำไปเลี้ยงส่วนต่างๆ น้ำช่วยในการลดอุณหภูมิผ่านกระบวนการคายน้ำ ขณะที่พืชมีการคายน้ำ น้ำจะช่วยพาความร้อนออกจากเนื้อเยื่อพืชผ่านทางปากใบ น้ำเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์แสงร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อสร้างคาร์โบไฮเดรตเพื่อใช้เป็นพลังงาน เป็นต้น (สมบุญ, 2544)

คุณภาพน้ำที่ใช้รดต้นกล้วยไม้มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้วยไม้เป็นอย่างมาก น้ำฝนถือได้ว่าเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีที่สุด รองลงมาคือ น้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง และน้ำประปา ซึ่งแหล่งน้ำบางแหล่งอาจมีแร่ธาตุบางชนิดสูงเกินไปจนทำให้เป็นพิษต่อพืช (ไพบุลย์, 2521) คุณภาพน้ำที่ดีมีค่า pH เป็นกลางคือประมาณ 7 ไม่เป็นกรดหรือด่างมากเกินไป (ครรชิต, 2547) สำหรับคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมในการรดต้นกล้วยไม้ ได้แก่ pH 5.2-6.2 และค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) ไม่เกิน 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2547) นอกจากนี้การให้น้ำยังสัมพันธ์กับสกุลและอายุต้น เช่น กล้วยไม้สกุลหวาย ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตต้องการน้ำมากเพื่อให้ลำลูกกล้วยแข็งแรง (Jesup, 1993) *Cymbidium* ต้องการน้ำมากในช่วงฤดูร้อน และเมื่อเข้าสู่ระยะพักตัวความต้องการน้ำจะลดลงมาก (Rose, 1993) *Cattleya* มีความต้องการน้ำน้อย ควรให้น้ำเมื่อวัสดุปลูกเริ่มแห้ง (Nash, 1993) หากให้น้ำมากเกินไปทำให้เชื้อสาเหตุของโรคต่างๆ เข้าทำลายกล้วยไม้ได้ง่าย ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้น้ำคือ ช่วงเช้า และน้ำยังช่วยเพิ่มความชื้นในบรรยากาศอีกด้วย (Orchid Society of South East Asia, 1993)

#### 4.2.5 ลมและองค์ประกอบของอากาศ

ลมหรือการเคลื่อนที่ของอากาศสำหรับการปลูกกล้วยไม้คือ การถ่ายเทของอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้วยไม้รากอากาศ เนื่องจากรากไม้ได้ยึดเกาะอยู่กับวัสดุปลูก อากาศ

บริเวณรากจึงควรถ่ายเทเป็นอย่างดี หรือแม้แต่กล้วยไม้ชนิดอื่นๆ เมื่อวัสดุปลูกเปียกชื้นก็ต้องการลมเพื่อระบายอากาศลดความชื้นของวัสดุปลูกลง เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรค และวัชพืช ทั้งนี้การระบายอากาศที่ดีนั้นขึ้นกับชนิดของวัสดุปลูกด้วย เช่น เศษอิฐดินเผาจะสามารถดูดความชื้นได้ดี ถ่านสามารถระบายน้ำได้ดี เป็นต้น (Teoh, 1989)

องค์ประกอบของอากาศที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจน โดยลมเป็นปัจจัยในการกระจายตัวของก๊าซทั้งสองมายังกล้วยไม้ (Kuhn and Kuhn, 1980) ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์แสง ในบรรยากาศปกติแล้วมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ 0.03% ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของกล้วยไม้ แต่บางแห่งมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไปอาจเกิดผลเสียได้ (ไพบูลย์, 2521) เช่น ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้หวายช่วงเวลากลางวันมีค่าประมาณ 0.035% และเมื่อเข้าสู่เวลากลางคืน จะมีค่าความเข้มข้นสูงขึ้นประมาณ 0.04 – 0.05% (ดวงพร, 2545) และเมื่อปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น อัตราการสังเคราะห์แสงก็เพิ่มมากขึ้น เช่น กล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium Sonia 'Bom Joe'*) มีอัตราการสังเคราะห์ผันแปรตามปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณมาก กล้วยไม้จึงสามารถตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มาก (พรรณี, 2549)

ก๊าซออกซิเจนก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นต่อกล้วยไม้ เนื่องจากออกซิเจนเป็นก๊าซสำคัญในกระบวนการหายใจ เพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ โดยก๊าซออกซิเจนได้มาจากการแลกเปลี่ยนก๊าซกับบรรยากาศภายนอก ผลผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์แสง และการแตกตัวของน้ำ (สมบุญ, 2544) ซึ่งทุกส่วนของกล้วยไม้ก็มีการหายใจ องค์ประกอบอื่นๆ ในอากาศอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อกล้วยไม้ได้ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นพิษต่อพืช ฝุ่นละอองในอากาศซึ่งอาจปกคลุมผิวใบหรือดอก (ไพบูลย์, 2521)

## 5. ความสัมพันธ์และการทำนายผลผลิตพืชจากปัจจัยสภาพแวดล้อม

จากอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ทำให้มีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองในพืชชนิดต่างๆ เพื่อสร้างสมการทำนายผลผลิตเมื่อสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไป และนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตพืชอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตัวอย่างเช่น การสร้างสมการทำนายผลผลิตขมิ้น ในเมือง Tamil Nadu ประเทศอินเดีย โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศและผลผลิตขมิ้นแห่งในช่วงปี 1979 – 1989 (Kandiannan *et al.*, 2002) พบว่า ปริมาณผลผลิตขมิ้นแห่งมีความสัมพันธ์กับสภาพอากาศหลายปัจจัย คือ ปริมาณน้ำฝน ทั้งหมดในเดือนที่ 2 ของฤดูการผลิต ( $X_1$ ,  $r = 0.60$ ) อัตราการระเหยน้ำเฉลี่ยต่อวันในเดือนที่ 3 ของฤดูการผลิต ( $X_2$ ,  $r = -0.49$ ) ความเร็วลมเฉลี่ยในเดือนที่ 4 ของฤดูการผลิต ( $X_3$ ,  $r = 0.61$ ) อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในเดือนที่ 5 ( $X_4$ ), 8 ( $X_5$ ) และ 9 ( $X_6$ ) ของฤดูการผลิต ( $r = 0.45, 0.51$  และ  $0.65$  ตามลำดับ) และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ยในเดือนที่ 9 ของฤดูการผลิต ( $X_7$ ,  $r = 0.66$ ) จากนั้นคำนวณหาสมการทำนายผลผลิตจากปัจจัยสภาพอากาศจึงได้สมการดังนี้  $Y = -5,897 + 9.96 X_1 - 897 X_2 - 185 X_3 + 595 X_4 + 37.2 X_5 + 208 X_6 + 24.9 X_7$  ( $r^2 = 0.89$ ) นำสมการที่ได้ไปทดสอบ ในระหว่างปี 1989 – 1999 พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error) เท่ากับ 1082.7 kg/ha

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับการให้ผลผลิตข้าวสาลี ในเมือง Ardebil ประเทศอิหร่าน เพื่อการสร้างสมการทำนายผลผลิตข้าวสาลี โดยใช้ข้อมูลระหว่างปี 1985 – 2003 (Esfandiary *et al.*, 2009) บันทึกข้อมูล อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝน ต่อวัน อัตราการระเหยน้ำ และจำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสง พบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต ข้าวสาลีกับปัจจัยสภาพอากาศและคำนวณสมการทำนายผลผลิตได้ดังนี้

$$y = 7,140.665 - 985.988T_{min} - 7.034TD + 14.929GDD + 1.251VPD - 429.499SH + 172.858PET$$

โดย	$y$	คือ ปริมาณผลผลิตข้าวสาลี
	$T_{min}$	คือ อุณหภูมิต่ำสุดของวัน
	$TD$	คือ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดต่อวัน
	$GDD$	คือ อุณหภูมิสะสมต่อวัน
	$VPD$	คือ แรงดึงระเหยน้ำ
	$SH$	คือ จำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสง
	$PET$	คือ ศักย์ของการคายระเหยน้ำของพืช (Potential Evapotranspiration)

จากสมการทำนายผลผลิตมีค่า  $r^2 = 0.826$  และค่าความคลาดเคลื่อน (Standard error of estimate) เท่ากับ 114.73 kg/ha และจากการทดสอบการทำนายในปี 2004 และ 2005 พบว่า ปริมาณผลผลิตจริงเท่ากับ 1,120 และ 522 kg/ha แต่ปริมาณผลผลิตจากการทำนายเท่ากับ 622 และ 489 kg/ha ซึ่งในปี 2004 ค่าทำนายต่างจากค่าจริงมาก อาจเป็นไปได้ว่าในปีนั้นสภาพอากาศแปรปรวนไปจากสภาพอากาศปกติ

สำหรับในกล้วยไม้ มีงานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับการให้ผลผลิตในกล้วยไม้หวาย (*Dendrobium 'Jaquelyn Thomus'*) ที่รัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา ในระหว่างปี 1972 – 1977 (Paull *et al.*, 1995) พบว่า ปริมาณผลผลิตช่อดอกกล้วยไม้มีความสัมพันธ์กับความเข้มแสง 3 4 และ 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = -0.49, -0.053$  และ  $-0.53$ ) ช่วงความยาววัน 4 และ 10 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = -0.87$  และ  $0.86$ ) อุณหภูมิต่ำสุด 5 6 และ 7 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = -0.55, -0.69$  และ  $-0.54$ ) และอุณหภูมิสูงสุด 7 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = -0.55$ ) นอกจากนี้คุณภาพดอก เช่น จำนวนดอกต่อช่อ ความยาวช่อดอก พบว่ามีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้วย

## 6. สมมติฐาน

จากข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมกับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชหลายชนิดชี้ให้เห็นว่า สภาพอากาศอาจเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลกับการให้ผลผลิตกล้วยไม้หวายของประเทศไทยด้วย การหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงกับการให้ผลผลิต อาจจะทำให้ทราบสภาพอากาศที่เหมาะสมกับการให้ผลผลิต และสามารถนำมาทำนายการตอบสนองของพืช ปริมาณและคุณภาพผลผลิตเมื่อสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในรอบปีภายใต้สภาพโรงเรือนกล้วยไม้ตัดดอก สกุลหวาย

คัดเลือกแหล่งปลูกกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกลูกผสมโซเนียพันธุ์ 'เอียสกุล'  
(*Dendrobium Sonia* 'Ear Sakul') อายุต้นประมาณ 1.5 - 2 ปี จำนวน 3 แหล่ง ดังนี้

สวนกล้วยไม้ไผบูลย์ไพรีพ่ายฤทธิ์ แปลงทดลอง 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร  
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม

สวนกล้วยไม้จิตรกาญจน์ออร์คิด ต. หนองสาหร่าย อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี

สวนกล้วยไม้สุภาพาร์ม ต. คลองม่วง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

สุ่มพื้นที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลจากสวนของเกษตรกร แล้วติดตั้งสถานีตรวจวัดสภาพ  
อากาศ รุ่น NEWS I (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, NECTEC)  
ใต้หลังคาโรงเรือนกล้วยไม้สวนละ 1 จุด ซึ่งประกอบไปด้วย อุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มแสง  
(solar radiation) ปริมาณน้ำฝน (rain) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (temperature and  
Humidity) ความเร็วและทิศทางลม (wind speed and direction) ระบบจะบันทึกข้อมูลทุกๆ  
5 นาที และเมื่อครบ 30 นาทีระบบจะส่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถติดตามและดาวน์โหลด  
ข้อมูลได้จาก <http://agritronics.nstda.or.th> บันทึกข้อมูลเป็นเวลา 20 เดือน ดังนี้

1.1 อุณหภูมิเฉลี่ย (Temperature, T) อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย (Tday) และอุณหภูมิกกลางคืน  
เฉลี่ย (Tnight) โดยอุณหภูมิกกลางวันเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 8.00 - 20.00 น. และอุณหภูมิกกลางคืนเฉลี่ย  
ตั้งแต่ 20.00 - 8.00 น. มีหน่วยเป็น °C

1.2 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (Humidity, H) ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย (Hday)  
และความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย (Hnight) โดยความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 8.00 -  
20.00 น. และความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ยตั้งแต่ 20.00 - 8.00 น. มีหน่วยเป็น %

1.3 ความเข้มแสงเฉลี่ย (Light) โดยเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 8.00 - 16.00 น. มีหน่วยเป็น  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

1.4 ปริมาณน้ำฝนสะสม (Rain) มีหน่วยเป็น mm

1.5 ความเร็วลมเฉลี่ย (Wind) มีหน่วยเป็น km/h

## 2. ศึกษาปริมาณและคุณภาพผลผลิตในรอบปีของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก

สุ่มต้นกล้วยไม้จำนวน 200 กอ จากบริเวณที่ติดตั้งสถานีตรวจวัดสภาพอากาศในข้อ 1 แล้วติดตามการให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตในรอบปีของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก ทุกๆ เดือน บันทึกข้อมูลเป็นเวลา 20 เดือน ดังนี้

2.1 ปริมาณผลผลิต กำหนดให้ช่อดอกที่มีจำนวนดอกบานมากกว่า 50% ของจำนวนดอกทั้งหมดบนช่อดอก เป็นช่อดอกที่อยู่ในระยะเก็บเกี่ยว ตัดช่อดอกออกจากแปลงปลูก นับจำนวนช่อดอกทั้งหมดรวมทั้งช่อดอกที่สมบูรณ์และช่อดอกที่มีดอกหลุดร่วงไป

### 2.2 คุณภาพผลผลิต

2.2.1 ความยาวช่อดอก วัดจากโคนก้านช่อดอกถึงปลายก้านช่อดอก หน่วยเป็น cm

2.2.2 จำนวนดอกต่อช่อ นับจำนวนดอกทั้งหมดที่อยู่บนช่อดอก รวมทั้งดอกบาน ดอกตูม และดอกที่หลุดร่วง หน่วยเป็น ดอก

2.2.3 ขนาดดอก วัดความกว้างของดอก โดยวัดจากส่วนที่กว้างที่สุด หน่วยเป็น cm



ภาพที่ 1 การวัดความกว้างของดอกกล้วยไม้

2.2.4 เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอกด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ บริเวณต่ำจากดอกแรก 5 เซนติเมตร หน่วยเป็น mm

2.2.5 อายุปักแจกัน โดยสุ่มช่อดอกที่มีจำนวนดอกทั้งหมด  $8 \pm 1$  ดอก มีดอกบาน 3 - 5 ดอก จำนวน 7 ช่อ จากบริเวณที่ติดตั้งสถานีตรวจวัดสภาพอากาศในข้อ 1 จากนั้นปักแจกันในน้ำกลั่น โดยตัดก้านเฉียง  $45^\circ$  ใต้น้ำเพื่อป้องกันฟองอากาศ ปักแจกันดอกกล้วยไม้ในห้องที่อุณหภูมิ  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์ 70% สภาพแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ นาน 8 - 10 ชั่วโมงต่อวัน เมื่อช่อดอกที่มีจำนวนดอกที่แสดงอาการเหี่ยว ฉ่ำน้ำ เห็นเส้นท่อลำเลียงชัดเจน หรือหลุ่ร่วง มากกว่า 50% ของจำนวนดอกบานทั้งหมด ถือว่าหมดอายุการปักแจกัน นับจำนวนวันตั้งแต่เริ่มปักแจกัน จนกระทั่งหมดอายุการปักแจกัน หน่วยเป็น วัน

### 3. ศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (total non-structural carbohydrate, TNC) ที่สะสมในช่อดอก

สุ่มช่อดอกที่มีจำนวนดอกทั้งหมด  $8 \pm 1$  ดอก มีดอกบาน 3 - 5 ดอก จำนวน 5 ช่อดอก จากบริเวณที่ติดตั้งสถานีตรวจวัดสภาพอากาศในข้อ 1 โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ดอกบานรวมทั้งก้านดอก ดอกตูมรวมทั้งก้านดอก และก้านช่อดอกทั้งก้าน โดยบันทึกข้อมูลดังนี้

3.1 น้ำหนักสด ชั่งน้ำหนักสดของช่อดอกกล้วยไม้ ทั้ง 3 ส่วน ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น Ohaus-ARB 120 หน่วยเป็น g

3.2 น้ำหนักแห้ง นำตัวอย่างทั้งสามส่วนไปอบแห้งในตู้อบลมร้อน hot air oven รุ่น CONTHERM-THERMOTEC 2000 OVEN ที่อุณหภูมิประมาณ  $70^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นมาชั่งน้ำหนักแห้งด้วยตาชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น Ohaus-ARB 120 หน่วยเป็น g

3.3 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (total non-structural carbohydrate, TNC)

3.3.1 การสกัด (วิธี acid extraction ตามวิธีการของ Smith *et al.*, 1964 ซึ่งดัดแปลงโดย ธวัชชัย, 2524)

บดตัวอย่างพืชแห้งด้วยเครื่องบดตัวอย่าง จากนั้นชั่งตัวอย่างพืชแห้งปริมาณ 0.05 g ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 ml เติม  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ความเข้มข้น 0.2 N ปริมาตร 40 ml ปิดปากภาชนะด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วอบที่อุณหภูมิ  $100^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman # 1 ปรับ pH ให้เป็นกลางด้วย NaOH หรือ HCl ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น Sartorius-PB20 แล้วจึงปรับปริมาตรเป็น 50 ml ด้วยน้ำกลั่น โดยใช้ volumetric flask ปริมาตร 50 ml นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ปริมาตร 1 ml โดยใช้ auto micro-pipette ของ Gilson นำไปวิเคราะห์หาปริมาณ TNC

3.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณ TNC ด้วยวิธี Nelson's reducing sugar procedures (Hodge and Hofreiter, 1962)

นำสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 ml จากขั้นตอนการสกัด เติมด้วย Nelson's alkaline copper reagent 1 ml จะได้สารละลายสีฟ้า เขย่าให้เกิดปฏิกิริยา แล้วปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ นำไปวางในน้ำร้อน  $100^{\circ}\text{C}$  ด้วยเครื่อง water bath ยี่ห้อ Memmert นาน 20 นาที ทิ้งให้เย็นลง จะเกิดตะกอน  $\text{CuO}_2$  สีแดงอิฐ เติมสารละลาย arsenomolybdic acid reagent ปริมาตร 1 ml จะเกิดฟองเขย่าให้ตะกอน  $\text{CuO}_2$  ละลายให้หมด แล้วจึงเติมน้ำกลั่นปริมาตร 7 ml นำสารละลายไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่อง spectronic GENESYS 5 ที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับ standard curve จากสารละลาย D-glucose ความเข้มข้น 50 – 250 mg/l จากนั้นจึงคำนวณค่าปริมาณ TNC จากสมการเส้นตรงของกราฟ standard curve หน่วยเป็น mg D-glucose/gDW (ภาพผนวกที่ 1)

#### 4. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศภายในรอบปีกับการให้ผลผลิตของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก

นำข้อมูลที่บันทึกมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์โดยวิธี Pearson's correlation และหาสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (multiple regression) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ คือ ข้อมูลสภาพอากาศที่บันทึกไว้และตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ที่สะสมในช่อดอก

เนื่องจากตัวแปรตามหนึ่งค่า อาจมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระได้มากกว่าหนึ่งตัวแปรตามโมเดลของสมการถดถอยเชิงเส้น ดังนี้

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$$

เมื่อ	$y$	=	ตัวแปรตาม	
	$X_n$	=	ตัวแปรอิสระต่างๆ	
	$\beta_0$	=	จุดตัดแกน	$Y$
	$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$	=	ค่าสัมประสิทธิ์	regression

โดยใช้วิธี stepwise ในการคัดเลือกตัวแปรสำหรับสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ เพื่อให้ได้สมการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

## 5. สถานที่ทำการวิจัย

5.1 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาพืช ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม

5.2 สวนกล้วยไม้ไผ่บุลย์ไพร่พ่ายฤทธิ์ แปลงทดลอง 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม  
(14°02'N, 99°58'E)

5.3 สวนกล้วยไม้จิตราภรณ์ออร์คิด ตำบลหนองสาหร่าย อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี  
(14°03'N, 99°42'E)

5.4 สวนกล้วยไม้สุภาพาร์ม ตำบลคลองม่วง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา  
(14°38'N, 101°40'E)

## 6. ระยะเวลาทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 รวม 26 เดือน

## ผลและวิจารณ์

### 1. การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในรอบปีภายใต้สภาพโรงเรือนกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก

การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในรอบปีภายใต้สภาพโรงเรือนกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกของทั้ง 3 สวน มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกัน โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย อุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย และความเข้มแสง มีค่าสูงสุดในรอบปีในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งค่าอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย และอุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ยมีค่าต่ำที่สุดในรอบปีในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม โดยอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ยจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ย 2 - 3°C และอุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ยจะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิเฉลี่ย 2 - 3°C เช่นเดียวกัน ส่วนค่าความเข้มแสงมีค่าต่ำสุดในรอบปีอยู่ในเดือนมกราคมหรือตุลาคม (ภาพที่ 2ก - 2ค และ 4ก)

ในทิศทางตรงข้ามกันพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย มีค่าต่ำที่สุดในรอบปีในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน และมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม โดยความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ยมีค่าต่ำลงจากความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณ 10% และความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ยมีค่าสูงขึ้นจากความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณ 10% เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 3ก - 3ค) ส่วนปริมาณน้ำฝนสะสมมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมเช่นเดียวกับความชื้นสัมพัทธ์ และมีค่าต่ำที่สุดในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ (ภาพที่ 4ข) ความเร็วลมเฉลี่ยไม่มีรูปแบบที่แน่นอนภายในรอบปี (ภาพที่ 4ค)

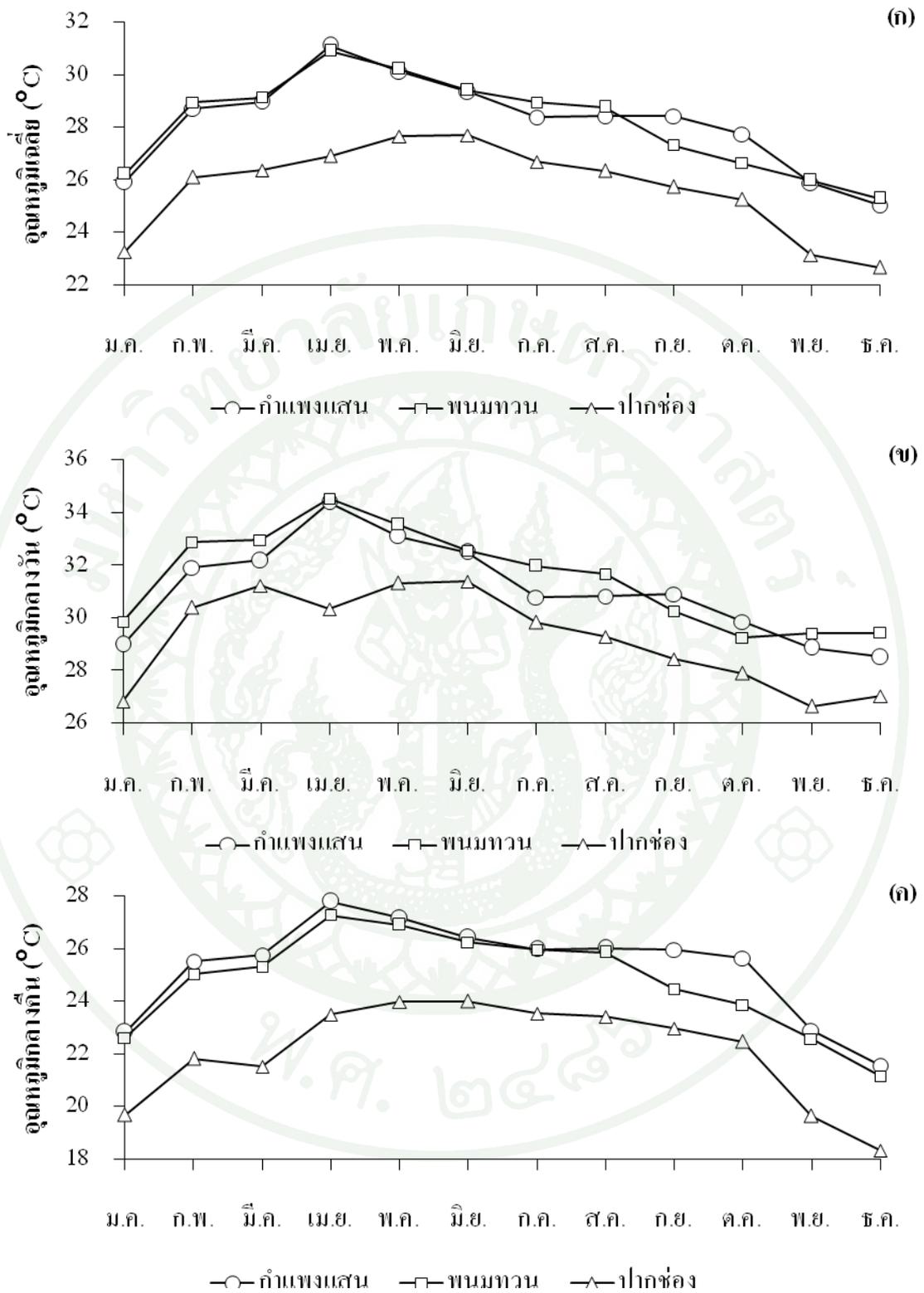
รูปแบบการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เป็นไปตามอิทธิพลของฤดูกาลในประเทศไทย ซึ่งช่วงเดือนมีนาคมถึงต้นเดือนพฤษภาคม อยู่ในช่วงฤดูร้อนจึงทำให้สภาพอากาศภายในโรงเรือนมีความเข้มแสงและอุณหภูมิสูง แต่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ต่อมาช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนและเป็นช่วงที่ฝนตกชุกที่สุดในรอบปีทำให้มีความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนสะสมในโรงเรือนที่สูง อีกทั้งยังมีความเข้มแสงต่ำเนื่องจากมีเมฆฝนหนาทึบอยู่ตลอดเวลา ส่วนช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ อยู่ช่วงฤดูหนาวจึงทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำ และเป็นช่วงที่ฝนตกน้อยที่สุดหรือไม่มีฝนตก (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2554)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสภาพอากาศในรอบปีพบว่า สวนกล้วยไม้ อ. กำแพงแสน และ อ. พนมทวน มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีเท่ากันคือ 28.2°C ส่วนสวนกล้วยไม้ อ. ปากช่อง มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 25.6°C ซึ่งต่ำกว่าสวนกล้วยไม้ทั้งสองอย่างชัดเจน แต่มีความเร็วลมเฉลี่ยตลอด

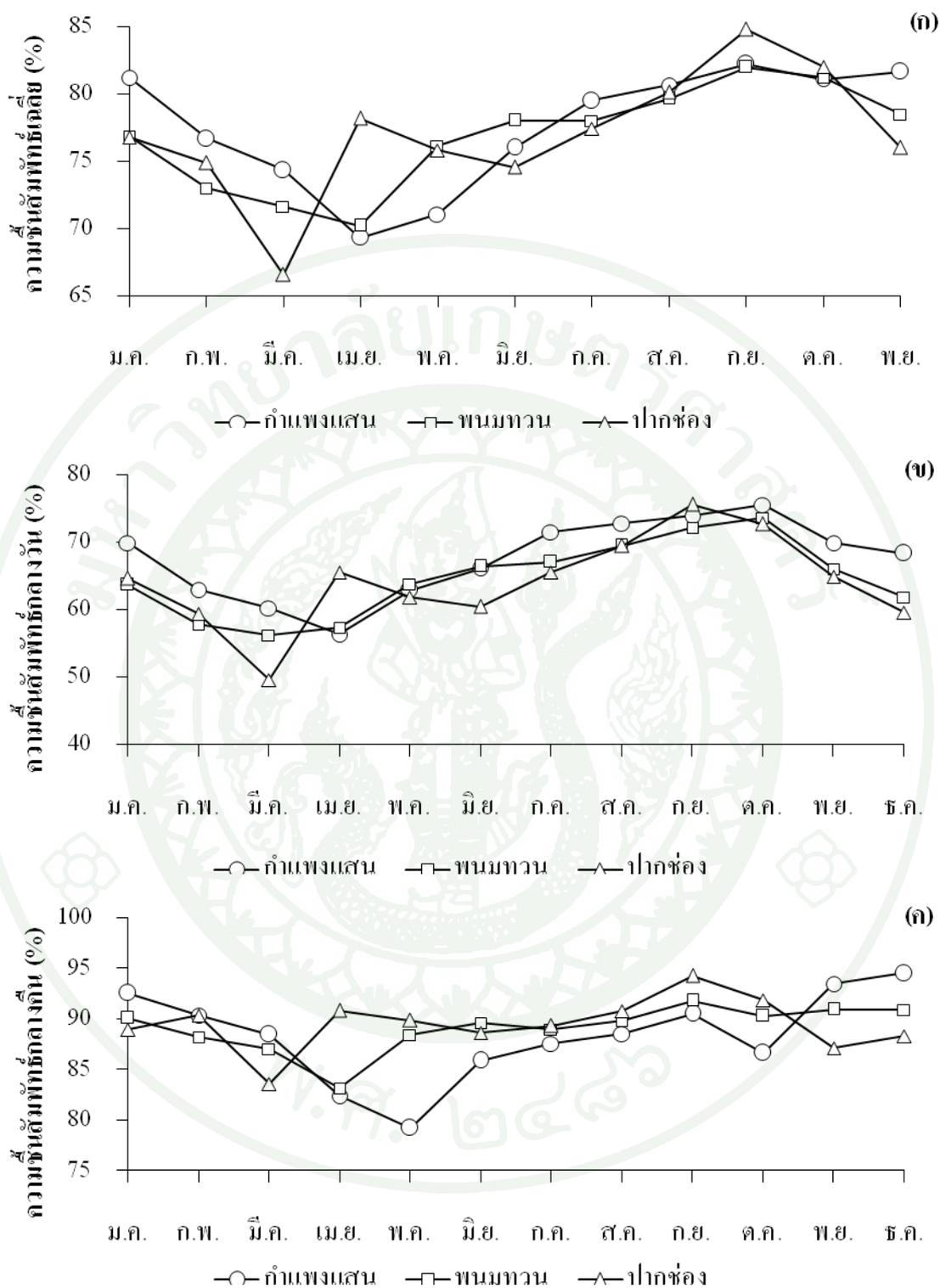
ปีเท่ากับ 2.6 km/hr ซึ่งมากกว่าสวน อ. กำแพงแสน และ อ. พนมทวน ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.4 และ 1.6 km/hr ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากสถานที่ตั้งของสวนกล้วยไม้ อ. กำแพงแสน และ อ. พนมทวน ที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกัน คือ ภาคตะวันตกของประเทศไทย จึงทำให้มีสภาพอากาศที่ใกล้เคียงกัน แต่สภาพภูมิประเทศของ อ. ปากช่อง มีอาณาเขตติดต่อกับป่าประกอบด้วยเป็นที่ราบสูงสลับเนินเขา (สำนักงานเกษตรจังหวัดนครราชสีมา, 2551) จึงทำให้สภาพอากาศโดยทั่วไปเย็นกว่าที่ตั้งของสวนอื่น อีกทั้งบริเวณที่ตั้งของสวนเป็นช่องเขาจึงทำให้มีความเร็วลมมากกว่าบริเวณพื้นที่ราบ

กล้วยไม้สกุลหวายเป็นกล้วยไม้เขตร้อนและต้องการพรางแสง ระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตจึงมีค่าอยู่ในช่วง 70 - 80% (Teoh, 1989) ดังนั้นการจัดการของแต่ละสวนซึ่งต้องการรักษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนไว้ให้คงที่ ทำให้สภาพแวดล้อมภายนอกโรงเรือนมีอิทธิพลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายใน โรงเรือนน้อย และค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย ของทั้ง 3 สวน จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีประมาณ 77 - 78% ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 64 - 68% และความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 88 - 90% (ตารางที่ 1)

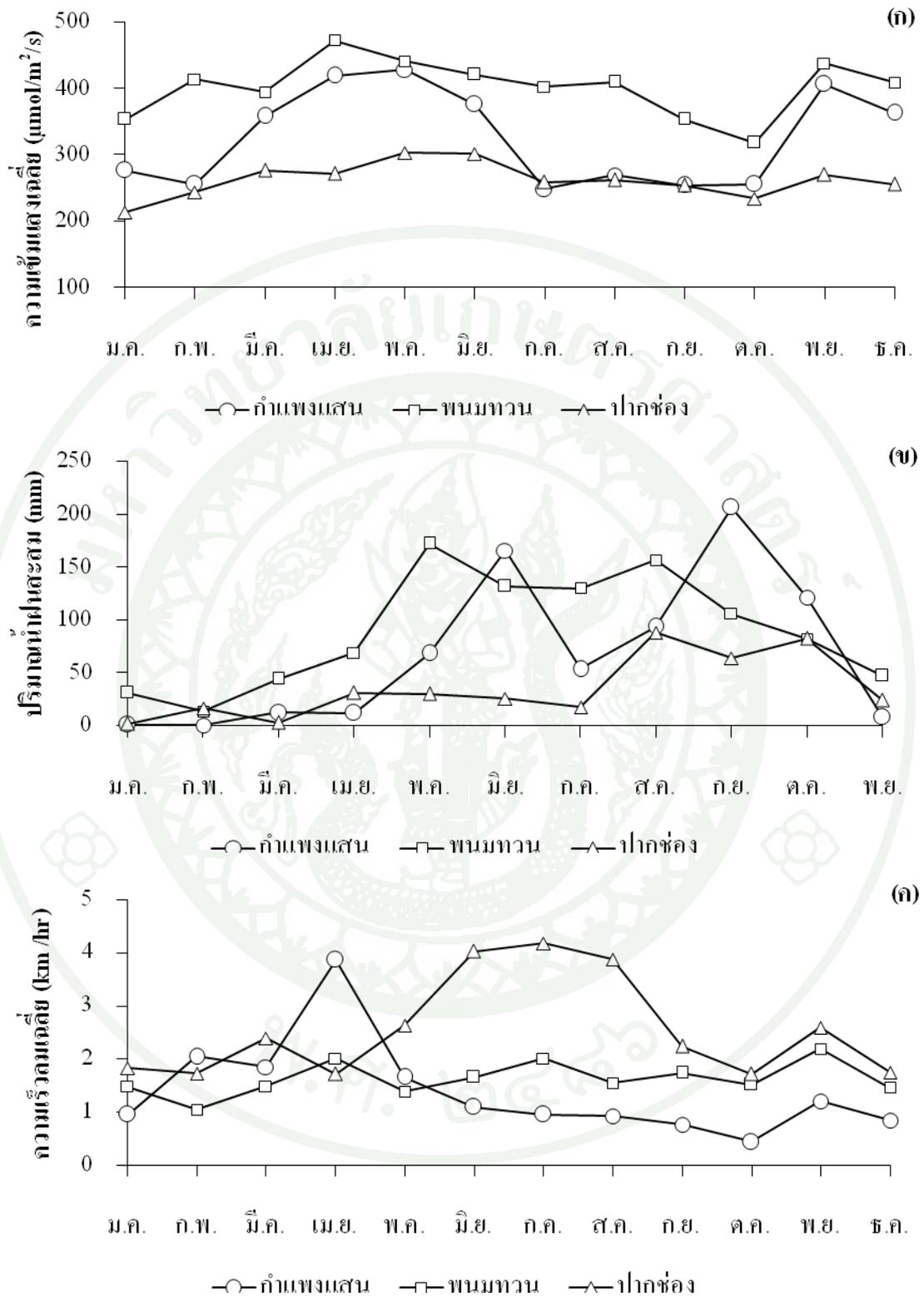
ความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดปีระหว่างทั้ง 3 สวน พบว่า สวน อ. พนมทวน มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $403 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  รองลงมาคือ สวน อ. กำแพงแสน และ อ. ปากช่อง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 326 และ  $262 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ความแตกต่างของความเข้มแสงภายในโรงเรือน อาจเนื่องมาจากความเข้มแสงภายนอกโรงเรือนที่แตกต่างกันในแต่ละสวนเพราะซาแรนหลังคาโรงเรือนของแต่ละสวนนั้นมีระดับการพรางแสง 60% เท่ากันทั้ง 3 สวน สำหรับปริมาณน้ำฝนสะสมต่อเดือน พบว่า สวน อ. กำแพงแสน อ. พนมทวน และ อ. ปากช่อง มีปริมาณน้ำฝนสะสมต่อเดือนเฉลี่ยเท่ากับ 62.2, 84.2 และ 32.2 mm ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยจะเห็นได้ว่าทั้ง 3 สวนมีปริมาณน้ำฝนสะสมที่ต่างกัน แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่าง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (Coefficient of variation) เท่ากับ 96.0% แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนสะสมในแต่ละเดือนมีค่าความแปรปรวนสูงในตลอดปี



ภาพที่ 2 อุณหภูมิเฉลี่ย (ก), อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย (ข) และอุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย (ค) ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 ส่วน



ภาพที่ 3 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (ก), ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย (ข) และความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย (ค)ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน



ภาพที่ 4 ความเข้มแสงเฉลี่ย (ก), ปริมาณน้ำฝนสะสม (ข) และความเร็วลมเฉลี่ย (ค) ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสภาพอากาศในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพ  
โรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 ส่วน

ส่วน กล้วยไม้	สภาพอากาศ <sup>1/</sup>								
	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย (°C)	อุณหภูมิกกลางคืนเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย (%)	ความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย (%)	ความเข้มแสงเฉลี่ย ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	ปริมาณน้ำฝนสะสม (mm)	ความเร็วลมเฉลี่ย (km/hr)
กำแพงแสน	28.2a	31.1a	25.3a	78	68	88	326b	62.2	1.4b
พนมทวน	28.2a	31.5a	24.8a	77	65	89	403a	84.2	1.6b
ปากช่อง	25.6b	29.2b	22.1b	77	64	90	262c	32.2	2.6a
<i>F</i> -test	**	**	**	ns	ns	ns	**	ns	**
CV (%)	7.7	6.7	9.7	5.4	9.4	3.6	23.0	96.0	49.5

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

\*\* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

<sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## 2. ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศในโรงเรือนกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณ คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ในรอบปีของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก

จากการศึกษาปริมาณและคุณภาพผลผลิตในรอบปีของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายทั้ง 3 สวน พบว่า ปริมาณและคุณภาพผลผลิตมีการเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอในรอบปี นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างกันระหว่างสวนกล้วยไม้ซึ่งตั้งอยู่ในภูมิภาคที่มีสภาพอากาศแตกต่างกัน

### 2.1 ปริมาณผลผลิต

ปริมาณผลผลิตในช่วงเดือนมีนาคม - มิถุนายน เป็นช่วงที่มีปริมาณผลผลิตต่ำที่สุดในรอบปี จากนั้นจึงเพิ่มขึ้นในเดือนต่อมาจนกระทั่งมีปริมาณมากที่สุดในเดือนกันยายน และลดลงอีกครั้งในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม (ภาพที่ 5ก) จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตลอดปี พบว่า สวน อ. กำแพงแสน มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยตลอดปี เท่ากับ 60 ซ่อต่อ 200 กอ ซึ่งมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ อ. พนมทวน และ อ. ปากช่อง ซึ่งมีปริมาณผลผลิตเท่ากับ 54 และ 34 ซ่อต่อ 200 กอ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ผลผลิตช่อดอกกล้วยไม้ที่เพิ่มมากขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม อาจเนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝนซึ่งมีสภาพอากาศแตกต่างจากฤดูร้อนหรือหนาว (ภาพที่ 2 - 4)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับสภาพอากาศพบว่า ปริมาณผลผลิตมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ย 4 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว และอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ซึ่งมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.421 และ 0.478 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากค่าความสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ปริมาณผลผลิตใน 4 - 5 เดือนต่อมามีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งช่วง 3 - 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวเป็นช่วงที่กล้วยไม้มีการพัฒนาทางลำต้น จากนั้นจึงหยุดการเจริญเติบโตทางลำต้นเพื่อเก็บสะสมอาหารไปใช้ในการออกดอก (สมบุญ, 2544) หากสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น อาจส่งผลให้พืชมีการหายใจมากขึ้น ทำให้พืชได้พลังงานไปใช้ในการเจริญเติบโต และพร้อมที่จะสะสมอาหารเพื่อใช้ในการออกดอกได้เร็วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยอื่น เช่น กล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’ พบว่า ในเดือนมิถุนายนมีจำนวนช่อดอกที่เริ่มปรากฏมากที่สุด และใช้เวลาในการพัฒนา 9-10 สัปดาห์ ทำให้เดือนกันยายนมีปริมาณผลผลิตสูงที่สุดในรอบปี และพบความสัมพันธ์กับจำนวนชั่วโมงที่อุณหภูมิกลางวันในช่วง  $20 - 25^{\circ}\text{C}$  ในช่วง 1 - 2 สัปดาห์ก่อนแทงช่อดอก ( $r = 0.48$  และ  $0.41$ ) (สร้อยอนภา, 2551)

## 2.2 คุณภาพผลผลิต

ความยาวช่อดอกและจำนวนดอกต่อช่อมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในรอบปีที่คล้ายกัน โดยความยาวช่อดอกและจำนวนดอกต่อช่อของสวน อ. กำแพงแสน จะมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน - มีนาคม และมีค่าต่ำในเดือนอื่นของรอบปี สวน อ. พนมทวน มีค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม และสม่ำเสมอตลอดปีจนกระทั่งสูงขึ้นอีกครั้งในเดือนธันวาคม สำหรับสวน อ. ปากช่อง พบว่า มีค่าสูงสุดในเดือนเมษายนและลดลงในเดือนต่อมา ยกเว้นเดือนกรกฎาคม จากนั้นจึงเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในเดือนกันยายน (ภาพที่ 5ข และ 5ค) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่า สวน อ. กำแพงแสน มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 37 cm และจำนวนดอกต่อช่อเฉลี่ย 7 ดอก (ตารางที่ 2) อาจเกิดจากอิทธิพลของสภาพอากาศ ซึ่งพบว่า ความยาวช่อดอกและจำนวนดอกต่อช่อมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ยในเชิงลบ ทั้งช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยว และช่วง 5 เดือนก่อนเกี่ยว มีค่า  $r$  อยู่ในช่วง -0.420 ถึง -0.490 (ตารางที่ 5)

จากค่าความสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่า เมื่ออุณหภูมิกลางวันเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ความยาวช่อดอกและจำนวนดอกต่อช่อลดลง และจากข้อมูลสภาพอากาศพบว่า สวน อ. กำแพงแสนมีอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ยสูง ซึ่งกล้วยไม้สกุลหวายเป็นพืชที่มีรูปแบบการสังเคราะห์แสงแบบ CAM plant (Crassulacean Acid Metabolism) (ดวงพร, 2545) มีการเปิดปากใบเพื่อตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลากลางคืน สะสมไว้ในรูปกรดมาลิก และปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่วัฏจักรคัลวิน (Calvin cycle) ในเวลากลางวันเพื่อนำไปสร้างคาร์โบไฮเดรตและสะสมไว้ใช้ในการสร้างตาดอกและพัฒนาคุณภาพของช่อดอกต่อไป ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่านำไหลปากใบ (stomatal conductance) ลดลง (สุวรรณ, 2550) และอาจส่งผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PEP carboxylase ทำให้การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์และการสังเคราะห์กรดมาลิกจึงลดลง (Lin *et al.*, 2006)

นอกจากนี้ยังทำให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนลดลง โดยสวน อ. กำแพงแสน มีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน 5.8°C ในขณะที่สวน อ. พนมทวน และ อ. ปากช่อง มีความแตกต่างเท่ากับ 6.8 และ 7.1°C ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งอาจจะส่งผลต่อคุณภาพของกล้วยไม้ได้ เช่น ในกล้วยไม้สกุล *Cattleya* จะสามารถให้ช่อดอกคุณภาพดีเมื่อปลูกในสภาพโรงเรือนที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน 10°C หากอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ดอกร่วงหรือเสียรูปทรง (Rose, 1993) ดังนั้นหากอุณหภูมิกลางวันต่ำอย่างรวดเร็วในช่วงหัวค่ำ อาจทำให้ระยะเวลาในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลากลางคืนนาน

ยิ่งขึ้น สำหรับพืช CAM ทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ กลางวันประมาณ 25°C และกลางคืนประมาณ 15°C (Hew and Yong, 2004) แต่จากการวิจัยพบว่า อุณหภูมิในเวลากลางคืนอาจสูงเกินไปจึงทำให้มีความสัมพันธ์กับคุณภาพช่อดอกในเชิงลบ

การเปลี่ยนแปลงของขนาดดอกมีแนวโน้มเช่นเดียวกันทั้ง 3 สวน โดยมีขนาดดอกกว้างในเดือนกุมภาพันธ์ และลดลงในเดือนต่อมา ซึ่งเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีขนาดดอกเล็กที่สุด จากนั้นจึงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีขนาดดอกกว้างที่สุดในรอบปี จากนั้นจึงลดลงอีกครั้งจนถึงเดือนพฤศจิกายน (ภาพที่ 6ก) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีพบว่า สวน อ. พนมทวน มีขนาดดอกเฉลี่ยเล็กที่สุด โดยมีความกว้าง 7.3 cm ส่วนสวน อ. กำแพงแสน และ อ. ปากช่องมีขนาดดอกกว้าง 7.7 cm (ตารางที่ 2) จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือนพบว่า ในช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยว และ 1 - 2 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ขนาดดอกมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.619, 0.504 และ 0.359 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิกกลางคืนเฉลี่ยในช่วง 4 - 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวอีกด้วย (ตารางที่ 5)

ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอกมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันทั้ง 3 สวน โดยมีค่าต่ำสุดในเดือนมกราคม จากนั้นจึงเพิ่มขึ้นและค่อนข้างคงที่ตั้งแต่เดือนมีนาคม (ภาพที่ 6ข) และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทั้ง 3 สวน ซึ่งมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอกเฉลี่ยประมาณ 4.4 - 4.7 mm (ตารางที่ 2) และพบว่ามีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ยและอุณหภูมิกกลางคืนเฉลี่ย เช่นเดียวกับขนาดดอก (ตารางที่ 5)

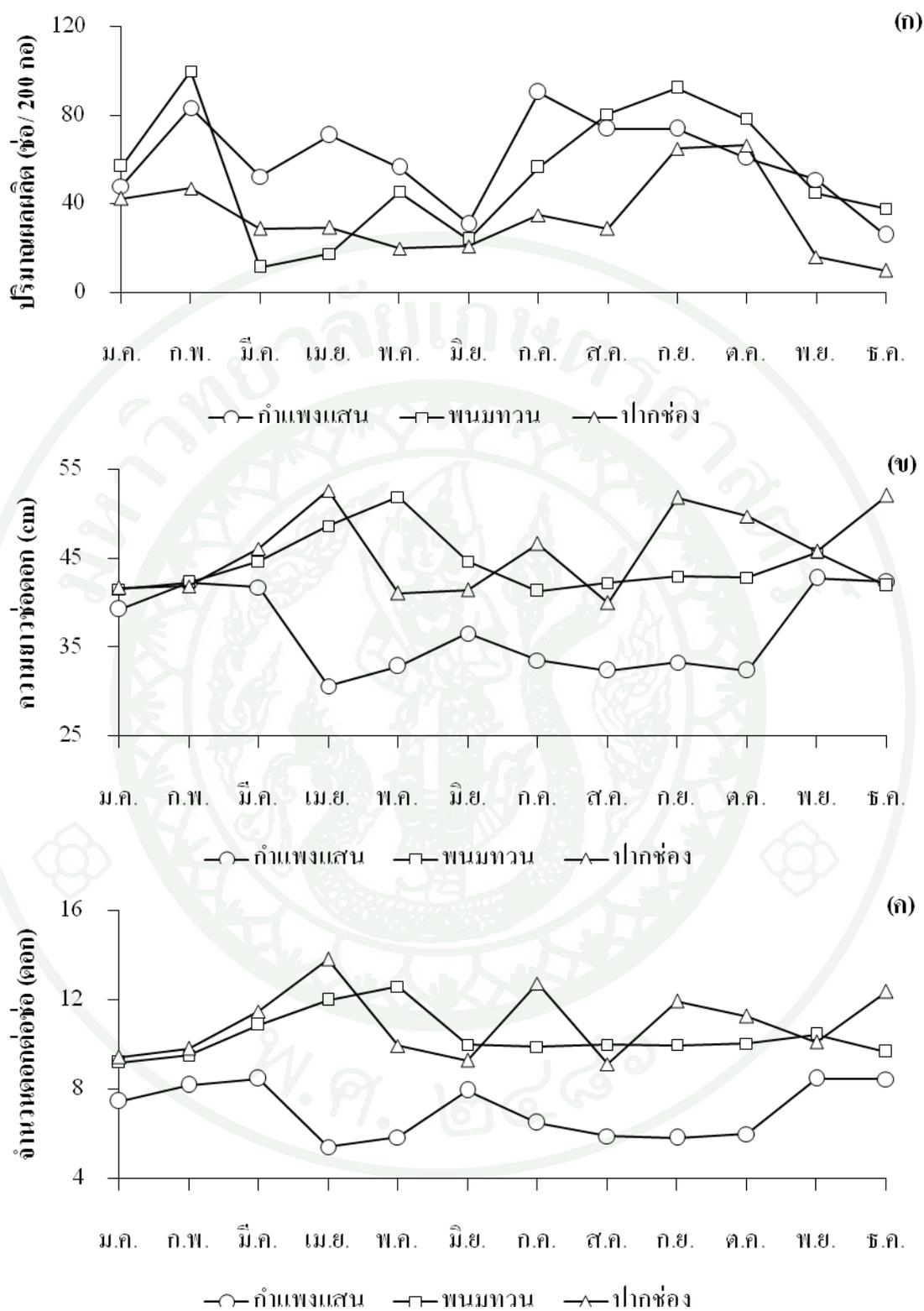
เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีอิทธิพลต่อการเปิด-ปิดของปากใบ ซึ่งส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซต่างๆ ตลอดจนการคายน้ำ และดังที่อธิบายไว้ข้างต้นว่า กล้วยไม้สกุลหวายเป็นพืชที่มีรูปแบบการสังเคราะห์แสงแบบ CAM plant ซึ่งมีการเปิดปากใบเพื่อตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลากลางคืน หากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง จะมีค่านำไหลปากใบ (stomatal conductance) สูง จึงส่งผลให้ปากใบเปิดนานขึ้น พืชจึงมีโอกาสนในการแลกเปลี่ยนก๊าซหรือตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มาก ทำให้มีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างคาร์โบไฮเดรตสะสมได้มากขึ้นด้วยเช่นกัน (สุนทรและคณะ, 2544) ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลากลางคืนมีค่าสูงกว่ากลางวันจึงทำให้สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่าเวลากลางวัน แต่จากผลการทดลองพบว่า ขนาดดอกมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ในเวลากลางวัน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าหาก

สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงกลางวันในโรงเรือนกล้วยไม้มีค่าสูงมากขึ้นจนทำให้ปากใบของกล้วยไม้เปิดได้นานขึ้น จะส่งผลต่อขนาดดอกให้เพิ่มขึ้น

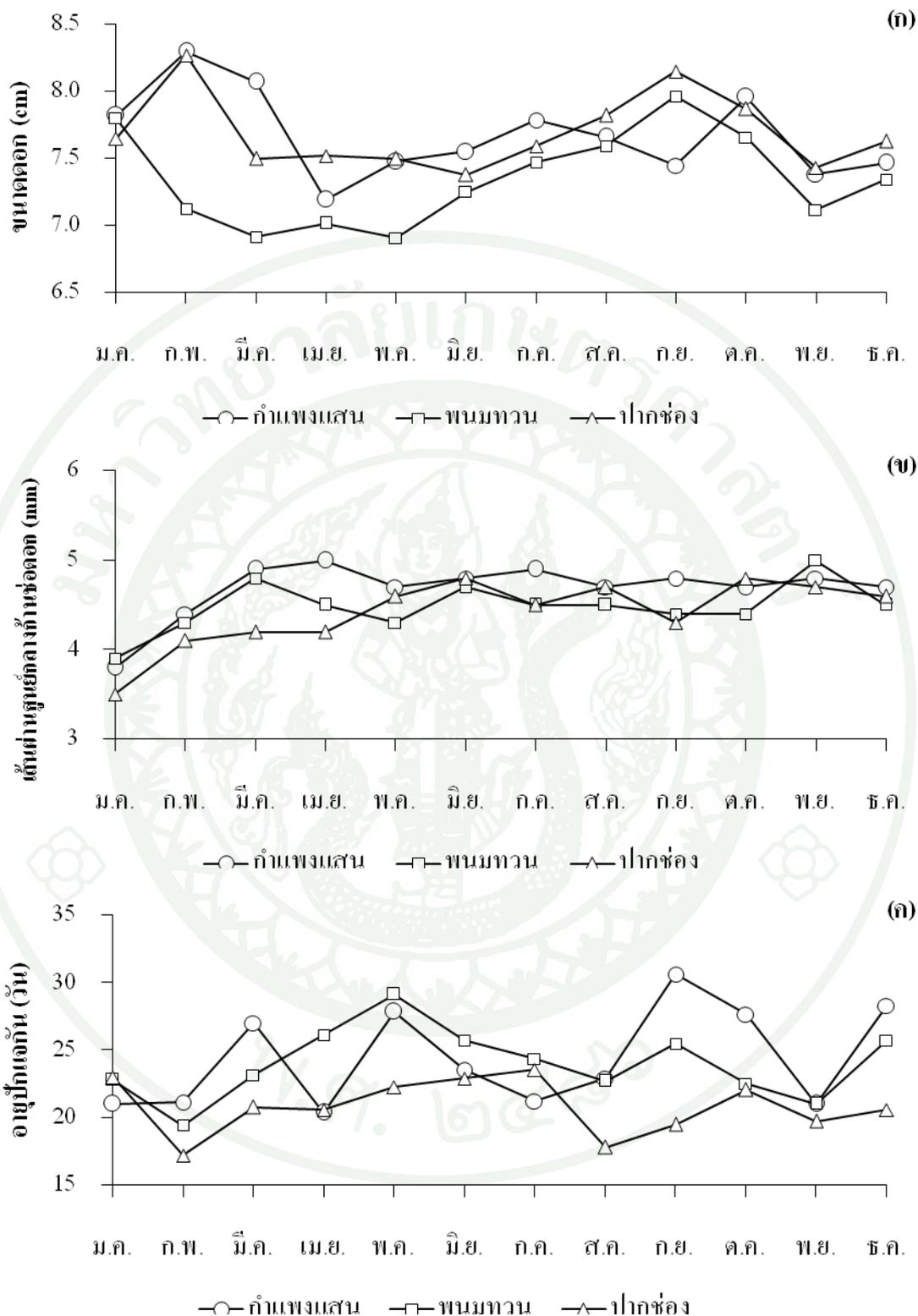
อายุปักแจกันมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอนในทั้ง 3 สวน โดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสลับลดลงในแต่ละเดือนตลอดปี แต่พบว่าเดือนกุมภาพันธ์เป็นเดือนที่มีอายุปักแจกันสั้นที่สุด และเดือนกันยายนมีอายุปักแจกันนานที่สุด (ภาพที่ 6ค) ซึ่งสวน อ. ปากช่อง มีอายุปักแจกันเฉลี่ยตลอดปีสั้นที่สุดเพียง 20.8 วัน แต่สวน อ. กำแพงแสน และ อ. พนมทวนมีอายุปักแจกันนาน 24.4 และ 24.0 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในการขนส่งช่อดอกกล้วยไม้จากสวน อ. ปากช่อง มายังห้องปฏิบัติการใช้เวลาประมาณ 3 – 4 ชั่วโมง ซึ่งนานกว่าการขนส่งจากสวนอื่น ทำให้ช่อดอกมีการสูญเสียน้ำและอาหารไปมากกว่าช่อดอกจากสวนอื่น จึงทำให้มีอายุปักแจกันสั้นที่สุด (จงวัฒนา และ กอบเกียรติ, 2547)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือนพบว่า อายุปักแจกันมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเข้มแสงในช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยว 1, 4 และ 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 5) จากความสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้น ทำให้ช่อดอกกล้วยไม้มีอายุปักแจกันนานขึ้น เนื่องจากแสงเป็นปัจจัยพื้นฐานที่พืชนำมาใช้ในการสังเคราะห์แสงได้เป็นน้ำตาลและแป้ง จากนั้นจึงเคลื่อนย้ายไปสะสมยังส่วนที่มีความต้องการอาหารมาก เช่น ดอกหรือผล (Tamas *et.al.*, 1979) เมื่อมีคาร์โบไฮเดรตสะสมในช่อดอกมากจึงทำให้มีอายุปักแจกันที่นานขึ้น (สายชล, 2531) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณ TNC ในช่อดอกซึ่งพบว่า ในเดือนกันยายนมีปริมาณ TNC ในช่อดอกสูงที่สุด (ภาพที่ 7ค)

นอกจากความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับปริมาณและคุณภาพผลผลิตแล้วยังพบว่า ปริมาณและคุณภาพผลผลิต มีความสัมพันธ์กับปริมาณ TNC ที่สะสมในใบและลำลูกกล้วยในเดือนที่เก็บเกี่ยวและช่วง 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว (ตารางผนวกที่ 7) เช่น ปริมาณผลผลิตและอายุปักแจกันมีความสัมพันธ์กับปริมาณ TNC ที่สะสมในลำลูกกล้วยของเดือนที่เก็บเกี่ยว ( $r = 0.314$  และ  $0.305$ ) ขนาดดอกมีความสัมพันธ์กับปริมาณ TNC ที่สะสมในใบ 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = 0.342$ ) เป็นต้น ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณ TNC เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวาย โดยอาจเป็นปัจจัยกลางที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม และส่งผลไปยังปริมาณและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้ต่อไป



ภาพที่ 5 ปริมาณผลผลิต (ก), ความยาวช่อ (ข) และจำนวนดอกต่อช่อ (ค) ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน



ภาพที่ 6 ขนาดดอก (ก), เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ข) และอายุปักแจกัน (ค) ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณและคุณภาพผลผลิต ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 ส่วน

สวนกล้วยไม้	ปริมาณและคุณภาพผลผลิต <sup>1/</sup>					
	ปริมาณผลผลิต (ช่อ/ 200 กอ)	ความยาวช่อดอก (cm)	จำนวนดอกต่อช่อ (ดอก)	ขนาดดอก (cm)	เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (mm)	อายุปักแจกัน (วัน)
กำแพงแสน	60a	37b	7b	7.7a	4.7	24.4a
พนมทวน	54a	44a	11a	7.3b	4.5	24.0a
ปากช่อง	34b	46a	11a	7.7a	4.4	20.8b
<i>F</i> - test	*	**	**	*	ns	**
CV (%)	50.3	13.8	22.7	4.6	7.4	13.9

หมายเหตุ \* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

<sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

### 2.3 ปริมาณ TNC

จากการศึกษาน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณ TNC ของกล้วยไม้ตัดดอกสกุล หวายทั้ง 3 สวน พบว่า น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณ TNC ของแต่ละส่วนบนช่อดอก กล้วยไม้ของทั้ง 3 สวนมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักสดและปริมาณ TNC ของดอกบาน มีค่ามากกว่าดอกตูม และก้านช่อดอกตามลำดับ แต่น้ำหนักแห้งของดอกบานและก้านช่อดอกมีค่า มากกว่าน้ำหนักแห้งของดอกตูม (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักแห้งของก้านช่อดอกที่มากกว่า น้ำหนักแห้งของดอกตูมนั้น ไม่ได้แสดงถึงปริมาณ TNC แต่อาจเป็นน้ำหนักของคาร์โบไฮเดรตที่เป็น โครงสร้างต่างๆ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพคติน (จริงแท้, 2541) และเนื่องจาก คาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงมักเคลื่อนไปยังส่วนที่มีความต้องการใช้อาหารมากก่อน (sink) เช่น ดอกและผล ในกรณีที่ดอกมีการพัฒนาไม่พร้อมกัน ดอกที่พัฒนาก่อนจะมีการดึงอาหาร ไปใช้ได้มากกว่า (Tamas *et.al.*, 1979) ดังนั้นดอกบานจึงเป็นส่วนที่มีปริมาณ TNC สะสมอยู่มาก ที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาของดอกกล้วยไม้หวาย ‘ขาวสนาน’ ตั้งแต่ระยะดอกตูม ดอกแย้ม และดอกบาน พบว่ามีน้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเมื่อดอกพัฒนามากขึ้น และมีกิจกรรมของ เอนไซม์อินเวอร์เตสมากที่สุดใดอกแย้ม ทำให้มีการเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสไปสะสมในรูปกลูโคส และฟรุกโตสเมื่อเข้าสู่ระยะดอกบาน (รัชณี, 2550)

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของทั้ง 3 สวน เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยในแต่ละเดือนใน รอบปี (ภาพที่ 7ก และ 7ข) โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 23.6 - 25.5 และ 2.47 - 2.78 g ตามลำดับ (ตารางที่ 4) แต่ปริมาณ TNC มีปริมาณลดลงจากเดือนกุมภาพันธ์และคงที่ในช่วงเดือนมีนาคม - สิงหาคม จากนั้นจึงเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนกันยายนและลดลงในเดือนต่อมา (ภาพที่ 7ค) ซึ่งสวน อ. กำแพงแสนมีปริมาณ TNC สะสมในช่อดอกมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 130.5 mgD-glucose/ gDW (ตารางที่ 4) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับสภาพอากาศพบว่า มีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ กลางวันเฉลี่ยในเดือนที่เก็บเกี่ยว ( $r = 0.265$ ) และอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = 0.337$ ) ซึ่งมีผลเช่นเดียวกับปริมาณและคุณภาพผลผลิต (ตารางที่ 5)

จากที่กล่าวว่ปริมาณ TNC อาจเป็นตัวกลางที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม และส่งผลไปยังปริมาณและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้นั้น เนื่องจากสภาพแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น ล้วนแต่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในพืช (Wittwer, 1995) โดยเฉพาะการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ซึ่งส่งผลต่อการสร้าง การนำไปใช้ และการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต ส่วนปริมาณและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้หรือพืชอื่น ก็ได้รับ

อิทธิพลจากปริมาณ TNC หากมีปริมาณ TNC สะสมอยู่มาก ก็จะทำให้พืชนั้นๆ มีผลผลิตมากและคุณภาพดี เช่น กล้วยไม้หวาย ‘บอมโจ’ พบว่า อายุปักแจกันมีความสัมพันธ์กับปริมาณ TNC ในดอกบาน ( $r = 0.746$ ) กล่าวคือ เมื่อดอกบานมีปริมาณ TNC สะสมอยู่มากจะทำให้ช่อดอกมีอายุปักแจกันนานขึ้น (พัชรา, 2546) ในมะเขือเทศ พบว่า หากคาร์โบไฮเดรตและน้ำเคลื่อนย้ายจาก source ไปยัง sink ได้มาก ในขณะที่ผลกำลังพัฒนา จะส่งผลต่ออัตราการขยายของผล (Ho, 1996)

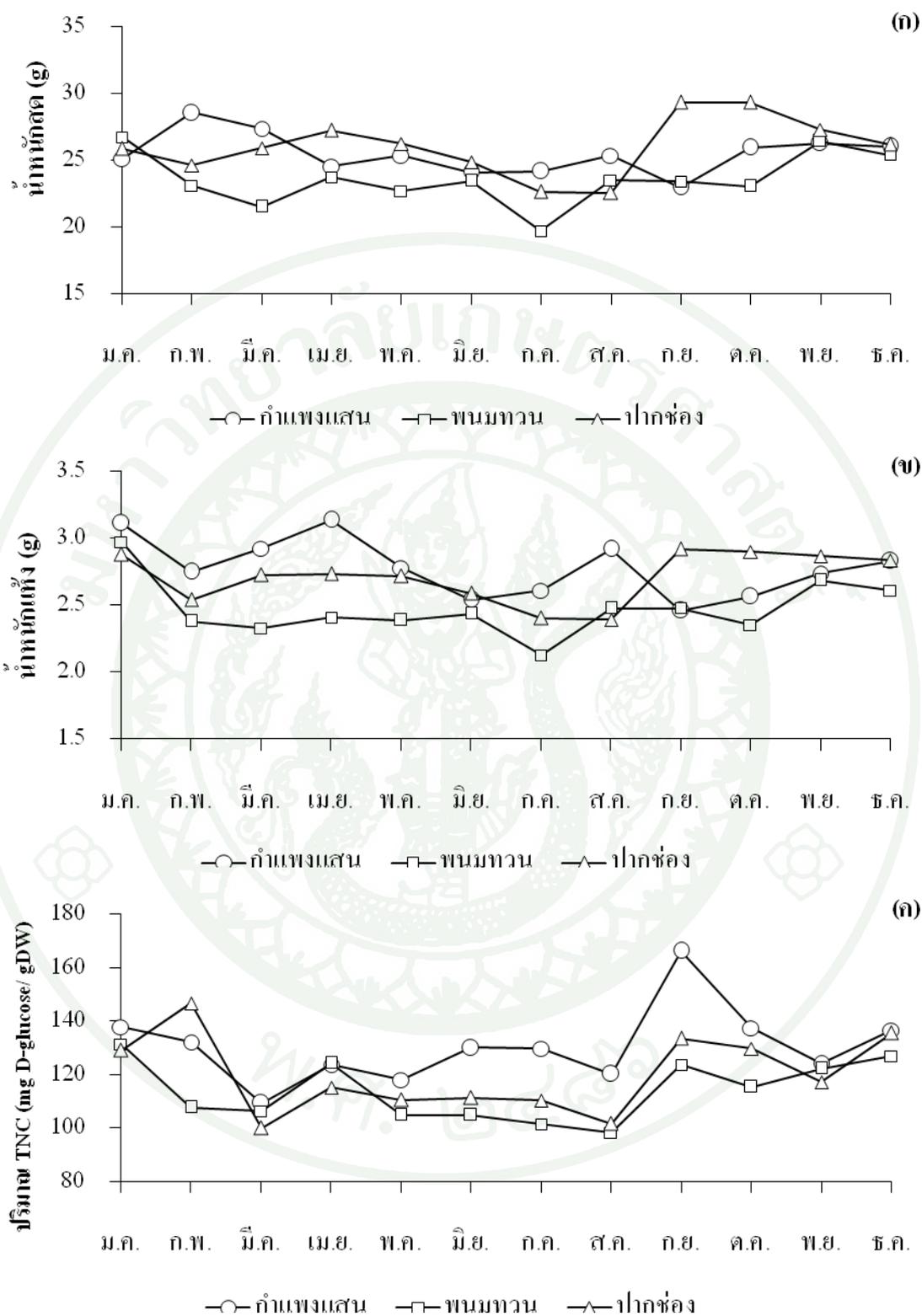


ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งและปริมาณ TNC ในส่วนต่างๆ ของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 ส่วน

ส่วนของ ช่อดอก	น้ำหนักสดช่อดอก <sup>1/</sup> (g)			น้ำหนักแห้งช่อดอก <sup>1/</sup> (g)			ปริมาณ TNC <sup>1/</sup> (mg D-glucose/gDW)		
	กำแพงแสน	พนมทวน	ปากช่อง	กำแพงแสน	พนมทวน	ปากช่อง	กำแพงแสน	พนมทวน	ปากช่อง
ดอกบาน	11.69a	10.18a	12.40a	1.12a	0.92a	1.11a	179.91a	161.97a	178.89a
ดอกตูม	6.34b	6.74b	7.22b	0.58c	0.60c	0.66c	117.85b	96.08b	104.29b
ก้านช่อดอก	6.62b	6.01c	6.53c	1.02b	0.87b	0.95b	90.17c	70.08c	61.46c
<i>F</i> - test	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	35.6	30.9	35.7	29.8	23.3	25	34.1	38.6	46.4

หมายเหตุ \*\* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

<sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 7 น้ำหนักสัด (ก), น้ำหนักแห้ง (ข) และปริมาณ TNC (ค) ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553  
 ภายใต้สภาพโรงเรือนของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน

ตารางที่ 4 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งและปริมาณ TNC ในรอบปี พ.ศ. 2552 - 2553 ของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 สวน

สวนกล้วยไม้	ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>		ปริมาณ TNC (mgD-glucose/ gDW)
	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	
กำแพงแสน	25.5a	2.78a	130.5a
พนมทวน	23.6b	2.47b	114.0b
ปากช่อง	26.0a	2.71a	120.1ab
<i>F</i> - test	**	**	*
CV (%)	8.5	9.1	12.2

หมายเหตุ \* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

<sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน ช่วง 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’

จำนวน เดือนก่อน เก็บเกี่ยว	ปริมาณ ผลผลิต	ความยาว ช่อดอก	จำนวน ดอกต่อช่อ	ขนาดดอก	เส้นผ่าน ศูนย์กลางก้าน ช่อดอก	อายุปัก แจกัน	ปริมาณ TNC
เดือนที่เก็บ เกี่ยว		Tnight	Tnight	Hday		Light	Hday
		-0.479**	-0.437**	0.619**		0.320*	0.265*
1 เดือน		Tnight	Tnight	Hday	Hday	Light	
		-0.434**	-0.422**	0.504**	0.346*	0.386**	
2 เดือน		Tnight	Tnight	Hday	Tnight	Wind	
		-0.485**	-0.449**	0.359**	0.413**	-0.285**	
3 เดือน		Tnight	Tnight	Wind	Tnight	Wind	
		-0.491**	-0.493**	0.391**	0.340*	-0.320*	
4 เดือน	Temp	Tnight	Tnight	Tnight	Hnight	Light	
	0.421**	-0.439**	-0.492**	0.415**	-0.312*	0.386**	
5 เดือน	Tday	Tnight	Tnight	Temp		Light	Tnight
	0.478**	-0.433**	-0.486	0.426**		0.407**	0.337*

หมายเหตุ \*\*, \* ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

Temp คือ อุณหภูมิเฉลี่ย

Tday คือ อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย

Tnight คือ อุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย

Hday คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย

Hnight คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย

Light คือ ความเข้มแสงเฉลี่ย

Wind คือ ความเร็วลมเฉลี่ย

## 2.4 สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (multiple regression)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับปริมาณและคุณภาพของผลผลิตกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก พบว่าปัจจัยสภาพอากาศบางปัจจัยในช่วง 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์กับปริมาณและคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก เนื่องจากกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายมีระยะการพัฒนามาจากเริ่มแทงช่อดอกจนกระทั่งสามารถเก็บเกี่ยวได้ตามมาตรฐานการส่งออกอยู่ในช่วงประมาณ 9 สัปดาห์ (สร้อยอนภา, 2551) ซึ่งสภาพอากาศในช่วงนั้นซึ่งเป็นช่วงที่ช่อดอกกำลังพัฒนาจึงมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของช่อดอก เช่นเดียวกับงานวิจัยในกล้วยไม้หวาย 'Jaquelyn Thomus' พบว่า ความเข้มแสงในช่วง 3 - 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณผลผลิต อุณหภูมิในเดือนที่ 5 ก่อนเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณผลผลิต จำนวนดอกต่อช่อ และความยาวช่อดอก แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนดอกร่วง (Paull *et. al.*, 1995)

อย่างไรก็ตามค่าความสัมพันธ์ที่ได้ อาจไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับปริมาณและคุณภาพของผลผลิตกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธี Pearson's correlation ซึ่งเป็นการวิเคราะห์แบบปัจจัยต่อยปัจจัย ซึ่งบางปัจจัยคุณภาพมีความสัมพันธ์กับสภาพอากาศหลายปัจจัย เช่น ขนาดดอกมีความสัมพันธ์กับทั้งความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย และอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย เป็นต้น (ตารางที่ 5) จึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ทำให้ได้สมการที่มีประสิทธิภาพในการทำนายผลผลิตมากขึ้น (ตารางที่ 6) เช่น ขนาดดอกมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ยและอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย โดยมีค่า  $r$  อยู่ในช่วง 0.360 - 0.620 หมายถึงขนาดดอกสามารถอธิบายด้วยสภาพอากาศที่พบความสัมพันธ์ปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งได้เพียง 36 - 62% แต่เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณทำให้ได้สมการที่มี  $R^2$  เท่ากับ 0.895 ซึ่งหมายถึงสมการที่ได้มีความแม่นยำในการทำนาย 89.5% เป็นต้น

นอกจากปัจจัยสภาพอากาศซึ่งพบว่ามีสัมพันธ์กับปริมาณและคุณภาพผลผลิตที่กล่าวมาในข้างต้น ปัจจัยสภาพอากาศอื่นๆ ก็มีความสัมพันธ์กับปริมาณและคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก โดยมีความสัมพันธ์ร่วมหรือมีความสัมพันธ์ในทางอ้อม เช่น ในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของจำนวนดอกต่อช่อ พบว่า ปริมาณน้ำฝน 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยร่วมอยู่ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ส่วนความเร็วลมเฉลี่ย 1 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวก็เป็นหนึ่งในปัจจัยร่วมในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของความยาวช่อดอก (ตารางที่ 6) เนื่องจากน้ำเป็นสารตั้งต้นในการสร้างคาร์โบไฮเดรต ช่วยในการลำเลียงสารต่างๆ ไปยังส่วนต่างๆ ในพืช น้ำยังช่วยลดอุณหภูมิและ

เพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ส่วนลมสามารถช่วยลดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ เช่นเดียวกับน้ำ เป็นต้น

จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้เห็นรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในรอบปี รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสอง ปัจจัย และจากการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณได้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ ( $R^2$ ) ต่ำ หากนำไปใช้ทำนายปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้มาก เช่น ปริมาณผลผลิต มีค่าสัมประสิทธิ์ของสมการเท่ากับ 0.478 ซึ่งเมื่อนำไปพยากรณ์ค่าผลผลิตในการ ผลิตจริง จะทำให้มีความคลาดเคลื่อนมากถึง 52.2% ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะเวลาในการวิจัยสั้น เกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยเช่นเดียวกันนี้ในพืชชนิดอื่น เช่น การสร้างสมการทำนายผลผลิต ขมิ้น ในเมือง Tamil Nadu ประเทศอินเดีย (Kandiannan *et al.*, 2002) ซึ่งใช้เวลาวิจัยตั้งแต่ปี 1979 – 1989 รวม 10 ปี พบว่า สมการทำนายผลผลิตที่ได้มีค่า  $r^2 = 0.89$  เมื่อนำไปทดสอบ พบว่ามีค่าความ คลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error) เท่ากับ 1082.7 kg/ha เป็นต้น หรืองานวิจัย เช่นเดียวกันนี้ในกล้วยไม้ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับการให้ผลผลิตในกล้วยไม้ หวาย (*Dendrobium* 'Jaquelyn Thomus') ที่รัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งใช้เวลาวิจัย 5 ปี ใน ระหว่างปี 1972 – 1977 (Paull *et al.*, 1995) พบว่า ปริมาณผลผลิตมีความสัมพันธ์กับความเข้มแสง 3, 4 และ 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = -0.49, -0.053$  และ  $-0.53$ ) ช่วงความยาววัน 4 และ 10 เดือนก่อน เก็บเกี่ยว ( $r = -0.87$  และ  $0.86$ ) อุณหภูมิต่ำสุด 5, 6 และ 7 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = -0.55, -0.69$  และ  $-0.54$ ) และอุณหภูมิสูงสุด 7 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = -0.55$ ) เป็นต้น

ปัจจัยสภาพอากาศบางปัจจัยซึ่งพบว่าไม่มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นตรง แต่พบ ความสัมพันธ์เมื่อวิเคราะห์ด้วยความสัมพันธ์ในรูปแบบอื่น เช่น exponential, logarithm, quadratic เป็นต้น (ตารางผนวกที่ 1 - 6) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์บางประการไม่สามารถแสดงได้ด้วย สมการเชิงเส้นตรงได้เพียงอย่างเดียว อาจแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบอื่นได้ชัดเจนและน่าเชื่อถือ มากกว่า เช่น ปริมาณ TNC ในช่วง 1 - 4 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับ สภาพอากาศใดๆ แต่เมื่อวิเคราะห์ด้วยความสัมพันธ์ในรูปแบบอื่น พบว่า มีความสัมพันธ์แบบ quadratic หรือสมการกำลังสอง กับความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย 1 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = 0.408$ ) และความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย 4 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ( $r = 0.506$ ) (ตารางผนวกที่ 2 และ 5) จากความสัมพันธ์สามารถอธิบายได้ว่า ช่วงแรกของความสัมพันธ์ ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่ม มากขึ้น ปริมาณ TNC จะลดลง และจะมีความชื้นสัมพัทธ์ค่าหนึ่ง ซึ่งทำให้ปริมาณ TNC มีค่าต่ำ ที่สุด แต่เมื่อความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเปลี่ยนแปลงไปมากกว่าค่านั้นๆ จะทำให้ปริมาณ TNC เพิ่มขึ้นอีก

ครั้ง แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงจะไม่คงที่เหมือนกันความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ซึ่งในสภาพจริงตามธรรมชาติความสัมพันธ์อัตราการเปลี่ยนแปลงอาจไม่คงที่เป็นเส้นตรง อย่างไรก็ตามการอธิบายความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงก็สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่ายกว่าความสัมพันธ์รูปแบบอื่น



ตารางที่ 6 สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (multiple regression) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือนกับปริมาณและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอี้ยสกุล’

	R <sup>2</sup>	สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ <sup>1/</sup>
ปริมาณผลผลิต	0.478	$y = 7.323Tday5 - 173.35$
ความยาวช่อดอก	0.797	$y = -1.845Tnight + 2.167Wind1 - 0.385Hday2 + 108.89$
จำนวนดอกต่อช่อ	0.871	$y = -0.599Tnight - 0.169Hnight1 - 0.293Tday4 - 0.333Hday4 + 0.266Hnight4 + 0.014Rain5 + 45.34$
ขนาดดอก	0.895	$y = -0.079Tday1 + 0.55Hday - 0.059Tnight3 + 7.62$
เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก	0.607	$y = 0.008Light + 0.247Hday1 - 0.014Rain4 + 27.76$
อายุปักแจกัน	0.693	$y = 0.014Light + 0.431Hday4 - 0.748Hnight + 57.26$
ปริมาณ TNC	0.813	$y = 0.093Rain + 1.647Hday - 2.852Tnight - 6.479Tday4 + 5.347Tnight5 + 151.279$

หมายเหตุ <sup>1/</sup>	ตัวเลขที่ตามหลังตัวแปรสภาพอากาศหมายถึงจำนวนเดือนก่อนเก็บเกี่ยว
Light	คือ ความเข้มแสงเฉลี่ย
Rain	คือ ปริมาณน้ำฝนสะสม
Humidity	คือ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย
Hday	คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย
Hnight	คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย
Temperature	คือ อุณหภูมิเฉลี่ย
Tday	คือ อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย
Tnight	คือ อุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย
Wind	คือ ความเร็วลมเฉลี่ย

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

1. การศึกษา เปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในรอบปีภายใต้สภาพโรงเรือนกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายทั้ง 3 ส่วน พบว่า ในฤดูร้อนหรือช่วงเดือนมีนาคมถึงต้นเดือนพฤษภาคมมีความเข้มแสงและอุณหภูมิสูงสุด แต่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดในฤดูฝนหรือช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม มีความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนสะสมในโรงเรือนสูงที่สุด แต่มีความเข้มแสงต่ำที่สุด และในฤดูหนาวหรือช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ มีอุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำที่สุด และมีปริมาณน้ำฝนสะสมน้อยที่สุดหรือ ไม่มีฝนตก

2. การศึกษาปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ในรอบปีของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกทั้ง 3 ส่วน พบว่า ปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC มีการเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอในรอบปี เนื่องจากอิทธิพลของสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในรอบปี และสภาพอากาศแตกต่างกันตามภูมิภาคที่ตั้งของสวนกล้วยไม้ และพบความแตกต่างของปริมาณ TNC ที่สะสมในแต่ละส่วนช่อดอก โดยดอกบานเป็นส่วนที่มีปริมาณ TNC สะสมอยู่มากที่สุด และดอกตูมกับก้านช่อดอกลดลงตามลำดับ

3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศภายในรอบปีกับการให้ผลผลิตของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก พบว่า อุณหภูมิ โดยเฉพาะอุณหภูมิกลางวันเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณและคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกมากที่สุด ปัจจัยรองลงมาคือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันและความเข้มแสง ตามลำดับ และปัจจัยสภาพอากาศในช่วง 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวเป็นช่วงที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาของช่อดอก

### ข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ พบว่าสมการที่ได้มีประสิทธิภาพในการทำนายปริมาณและคุณภาพผลผลิตเพียง 60% ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้สูง เนื่องจากบางปัจจัยคุณภาพและสภาพอากาศไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันต่ำ หรือบางปัจจัยพบความสัมพันธ์กันในรูปแบบที่ไม่เป็นเส้นตรง และระยะเวลาในการเก็บข้อมูลไม่มากเพียงพอ หากต้องการให้ได้สมการที่มีความแม่นยำในการทำนายสูง ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมและเพิ่มระยะเวลาในการวิจัยให้นานขึ้นรวมทั้งนำสมการที่ได้จากการวิจัยมาทดสอบประสิทธิภาพในการทำนายกับแปลงเกษตรกรอื่นๆ

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการกล้วยไม้. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2554. ฤดูกาลของประเทศไทย. แหล่งที่มา:

<http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=53>, 1 สิงหาคม 2554.

ขวัญชนก ปั่นดี. 2546. ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในลำลูกกล้วยของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวาย 2 พันธุ์ ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ.2544. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ครรชิต ธรรมศิริ. 2547. เทคโนโลยีการผลิตกล้วยไม้. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

จงวัฒนา พุ่มหิรัญ. 2547. พันธุ์กล้วยไม้ ใน เอกสารวิชาการกล้วยไม้. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

จงวัฒนา พุ่มหิรัญ และกอบเกียรติ์ บันสิทธิ์. 2547. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ใน เอกสารวิชาการกล้วยไม้. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผลและผลไม้อ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิตรพรพรรณ พิลึก. 2525. การพัฒนาพันธุ์กล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวาย. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชัยวัฒน์ มกรเพศ. 2536. ผลของการควบคุมการให้น้ำที่มีต่อการเกิดดอก และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการของเงาะพันธุ์โรงเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดวงพร บุญชัย. 2545. ศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย ไชยตระกูลทรัพย์. 2524. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของไนโตรเจนและคาร์โบไฮเดรตในใบและยอดของลินจี่พันธุ์ 'องฮวย' ในรอบปี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พรรณี ชื่นนกร. 2549. อัตราการแลกเปลี่ยนแก๊สในรอบวันและศักยภาพการสังเคราะห์แสงของใบกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บอมโจ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัชรา บุญชู. 2546. ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในช่อดอกและอายุการปักแจกันของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวาย 2 พันธุ์ ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ.2544. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพบูรณ์ ไพร์พ่ายฤทธิ์. 2521. ตำรากกล้วยไม้สำหรับผู้เริ่มต้น. ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล อาทรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

มาลินี อนุพันธุ์สกุล. 2530. การปลูกกล้วยไม้. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, กรุงเทพฯ.

ระพี สาคริก. 2517. การเพาะปลูกกล้วยไม้ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย. ชวนพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ระพี สาคริก. 2530. กล้วยไม้. ชอนนทรี, กรุงเทพฯ.

รัชณี ภัทรวาโย. 2550. ผลของน้ำตาลในสารละลายยี่ตอายุที่มีต่อเมแทบอลิซึมของน้ำตาลและกิจกรรมของเอนไซม์อินเวอร์เตสในดอกกล้วยไม้สกุลหวาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สร้อยนภา ญาณวัฒน์. 2551. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับการออกดอกในกล้วยไม้หวายไซเนีย ‘เอียสกุล’. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้. สารมวลชนจำกัด, กรุงเทพฯ.

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์, คัทลียา นัตร์เที่ยง, ไกรวุฒิ เจริญศิริ และภุริพงษ์ ดำรงวุฒิ. 2544. สภาพอากาศและน้ำในดินของแปลงส้มเขียวหวาน ใน โครงการ “ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาของส้มเขียวหวาน”. คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สุวรรณ วนาพิทักษ์กุล. 2550. ผลของความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และแสงต่อการเปิดปิดปากใบกล้วยไม้หวาย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สำนักงานเกษตรจังหวัดนครราชสีมา. 2551. แผนพัฒนาการเกษตรระดับตำบล ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลคลองม่วง. กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. ศูนย์สารสนเทศการเกษตรสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Campos, K.O. and G.B. Kerbaui. 2004. Thermoperiodic effect on flowering and endogenous hormone status in *Dendrobium* (Orchidaceae). **Journal of Plant Physiology** 161: 1385 - 1387.

- Esfandiary, F., G. Aghaie and A.D. Mehr. 2009. Wheat yield prediction through agro meteorological indices for Ardebil district. **International Journal of Biological and Life Science** 5(2): 48 – 51.
- Fenell, T.A., Jr. 1959. **Orchids for home and garden**. Holt, Rinehart and Winston of Canada, Limited, New York.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1985. **Physiology of Crop Plants**. Iowa State University Press, U.S.A.
- Hansen, P. 1967. <sup>14</sup>C- studies on apple tree. I. The effect of the fruit on the translocation and distribution of photosynthates. **Physiologia Plantarum** 20: 382-391.
- He, J., Khoo G.H. and Hew C.S. 1998. Susceptibility of CAM *Dendrobium* leaves and flowers to high light and high temperature under natural tropical conditions. **Environmental and Experimental Botany** 40: 255-264.
- Hew, C.S. and J.W.H. Yong. 2004. **The physiology of tropical orchids in relation to the industry**. 2nd ed. World Scientific Pub, River Edge, NJ.
- Ho, L.C. 1996. The mechanism of assimilate partitioning and carbohydrate compartmentation in fruit in relation to the quality and yield of tomato. **Journal of Experimental Botany** 47: 1239-1243.
- Hodge, J.E. and B.T. Hofreiter. 1962. Determination of reducing sugar and carbohydrate, pp. 380-394. *In* R.L. Whistler and M.L. Wotfform (eds.). **Methods in Carbohydrate Chemistry**. Academic Press, New York.
- Jesup, H.P. 1993. *Dendrobium*, pp. 54 – 57. *In* American Orchid Society (ed.). **Growing Orchids**. American Orchid Society, Florida.

- Kandiannan, K., K.K. Chandaragiri, N. Sankaran, T.N. Balasubramanian and C. Kailasam. 2002. Crop – weather model for turmeric yield forecasting for Coimbatore district, Tamil Nadu, India. **Agricultural and Forest Meteorology** 112: 133 – 137.
- Kataoka, K., K. Sumitomo, T. Fudano and K. Kawase. 2004. Change in sugar of *Phalaenopsis* leaves before floral transition. **Scientia Horticulturae** 102: 121-132.
- Kuhn, J. and L. Kuhn. 1980. Greenhouse modifications for orchid culture, pp. 24 -28. *In Handbook for Orchids*. Plants and garden. Brooklyn, New York.
- Lin, Q., S. Abe, A. Nose, A. Sunami and Y. Kawamitsu. 2006. Effects of high night temperature on crassulacean acid metabolism (CAM) photosynthesis of *Kalanchoe pinnata* and *Ananas comosus*. **Plant Production Science** 9 (1): 10 -19.
- Matsui, S. and Y. Kamuro. 1994. Effect of air temperature and light during flowering time on flower characteristics of *Dendrobium* hybrids. **Research Bulletin of the Faculty of Agriculture - Gifu University** 59: 49-55.
- Nash, N. 1993. *Cattleya*, pp. 40 – 49. *In American Orchid Society (ed.). Growing orchids*. American Orchid Society, Florida.
- Orchid Society of South East Asia. 1993. **Orchid growing in the tropics**. Times Editions, Singapore.
- Paull R.E., K.W. Leonhardt, T. Higaki and J. Imamura. 1995. Seasonal flowering of *Dendrobium* ‘Jaquelyn Thomus’ in Hawaii. **Scientia Horticulturae** 61: 263 – 272.
- Rose, J. 1993. *Cymbidium*, pp. 50 – 53. *In American Orchid Society (ed.). Growing orchids*. American Orchid Society, Florida.

- Smith, D., G.M. Paulsean, and C.A. Raguse. 1964. Extraction of total available carbohydrates from grass and legume tissues. **Plant Physiology** 39: 960-962.
- Tamas, I.A., D.H. Wallace, P.M. Ludford and J.L. Ozbun. 1979. Effect of older fruit in abortion and abscisic acid concentration of young fruit in *Phaseolus vulgaris*. **Plant Physiology** 64: 620 - 622.
- Toeh, E.S. 1989. **Orchis of Asia**. Time Books International, Singapore.
- Yong, J.W.H. and C.S. Hew. 1995. Partitioning of  $^{14}\text{C}$  assimilates between sources and sinks in the sympodial thin-leaved orchid *Oncidium goldiana*. **International Journal of Plant Sciences** 156: 188-196.
- Wittwer, S. H. 1995. **Food, climate and carbon dioxide, The global environment and world food production**. Lewis publisher, Florida.
- Zotz, G. 1999. What are backshoots good for? Seasonal changes in mineral, carbohydrate and water content of different organs of the epiphytic orchid, *Dimerandra emarginata*. **Annals of Botany** 84: 791-798.

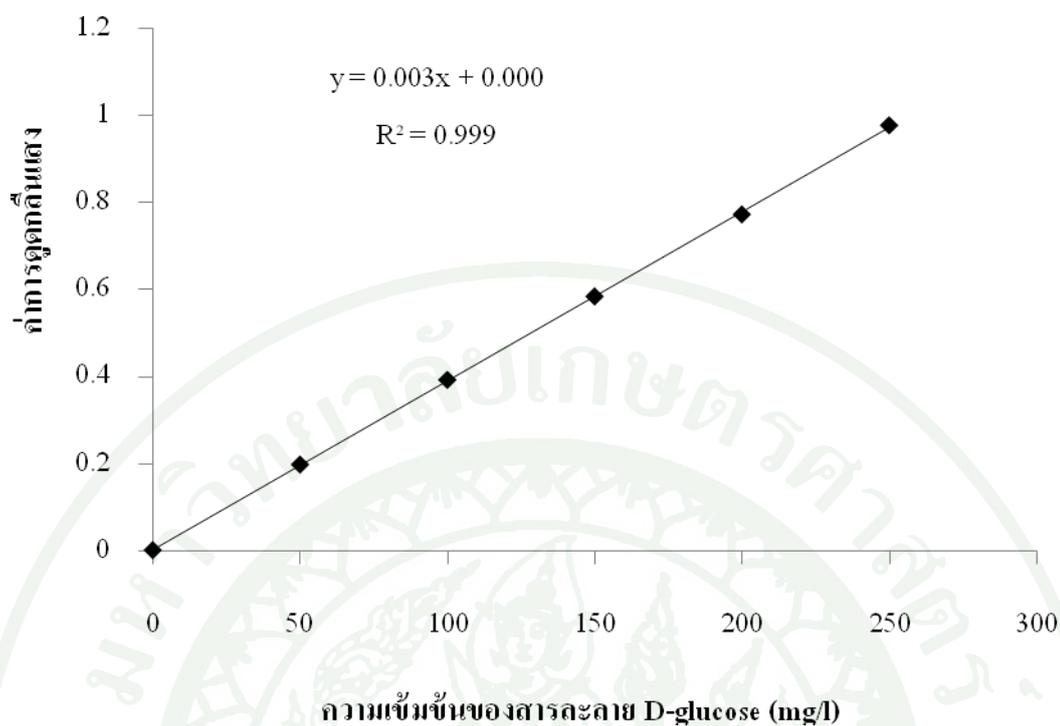


ภาคผนวก

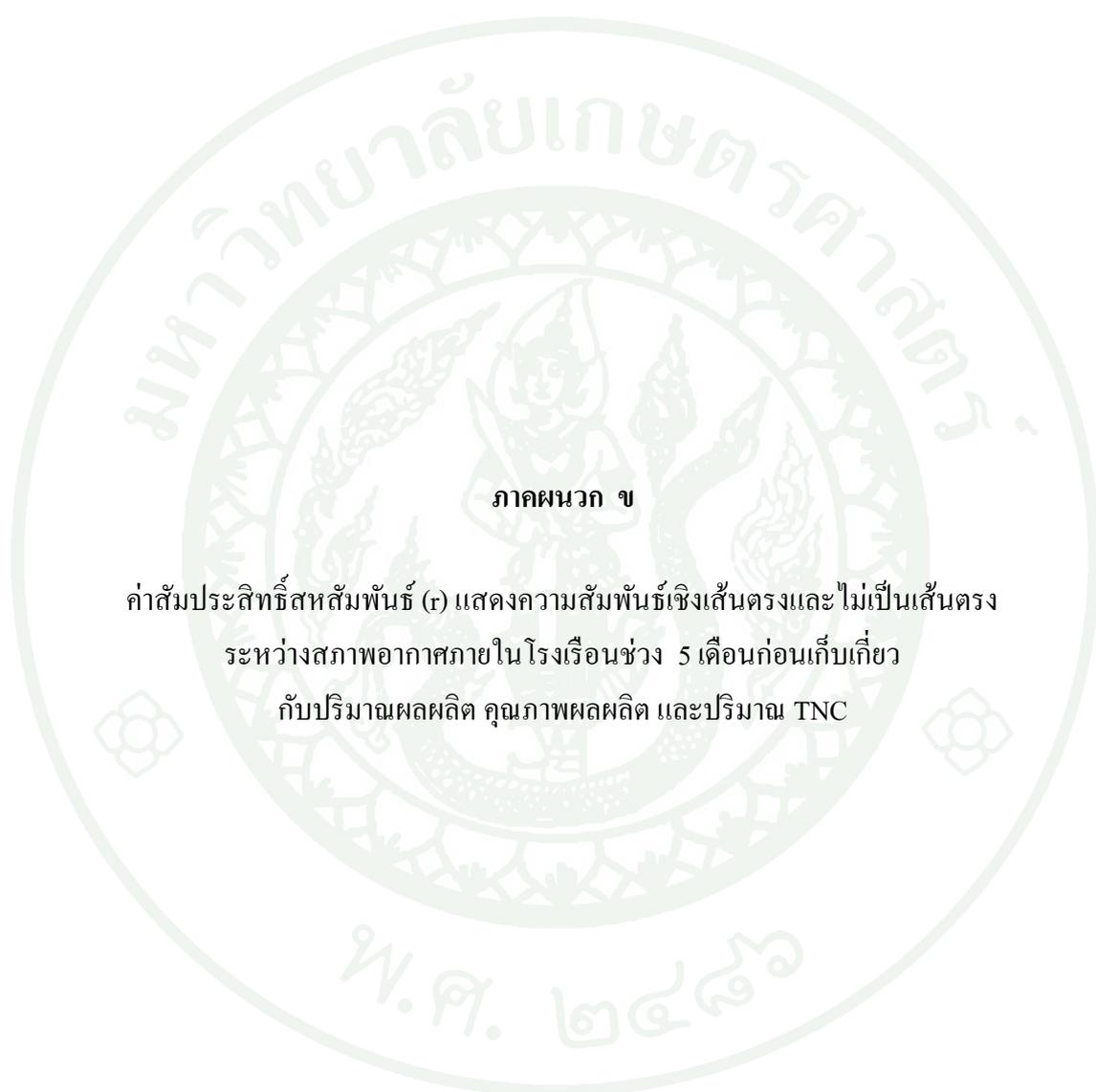


การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณ TNC (สำหรับ 1,000 ตัวอย่าง) (ชัยวัฒน์, 2536)

1. Nelson's reagent A ละลาย anhydrous sodium carbonate และ sodium potassium tartrate ชนิดละ 25 กรัม sodium bicarbonate 20 กรัม และ anhydrous sodium sulfate 200 กรัม ลงในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร
2. Nelson's reagent B ละลาย copper sulfate 15 กรัม ลงในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เติม sulfuric acid (conc.) จำนวน 2 หยด คนให้ละลายจนหมด
3. Nelson's alkaline copper reagent เตรียมจาก Nelson's reagent A 20 มิลลิลิตร และ Nelson's reagent B 0.8 มิลลิลิตร โดยในการใช้แต่ละครั้งควรเตรียมใหม่และเท่ากับที่ต้องการใช้ในแต่ครั้งเท่านั้น โดยใช้
4. Arsenomolybdic acid reagent
  - 4.1 ละลาย ammonium molybdate  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  25 กรัม ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร เติม sulfuric acid (conc.) 21 มิลลิลิตร
  - 4.2 ละลาย disodium hydrogen arsenate  $(\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$  3 กรัม ในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร
  - 4.3 นำสารละลายในข้อ 2 ผสมลงในสารละลายในข้อ 1 เขย่าให้เข้ากัน เก็บในขวดสีชาวางไว้ในที่อุณหภูมิห้องนาน 2 วัน ก่อนนำมาใช้ สารละลายที่ได้ต้องเป็นสีเหลืองเท่านั้น



ภาพผนวกที่ 1 กราฟมาตรฐานของสารละลาย D-glucose ความเข้มข้น 0, 50, 100, 150, 200 และ 250 mg/l ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี Nelson's reducing sugar procedures ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 500 nm



ภาคผนวก ข

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง  
ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือนช่วง 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว  
กับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC

ตารางผนวกที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือนของเดือนที่เก็บเกี่ยวเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’

	สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
ปริมาณผลผลิต	Light	-0.025	$y = -0.009x + 56.49$	-0.112	$y = 55.77e^{-0.001x}$
	Rain	-0.157	$y = -0.081x + 59.28$	-0.312	$y = 52.415e^{-0.005x}$
	Humidity (H)	0.089	$y = 0.677x + 0.925$	0.264	$y = 0.316x^2 - 47.69x + 1842.28$
	Hday	0.145	$y = 0.786x + 1.24$	0.280	$y = 0.180x^2 - 22.74x + 762.17$
	Hnight	-0.008	$y = -0.07x + 59.63$	0.118	$y = 0.141x^2 - 24.26x + 1093.60$
	Temperature (T)	0.102	$y = 1.764x + 4.67$	-0.163	$y = -0.864x^2 + 49.12x - 640.17$
	Tday	0.050	$y = 0.839x + 27.57$	-0.101	$y = -0.595x^2 + 37.55x - 535.59$
	Tnight	0.143	$y = 2.221x - 0.65$	-0.183	$y = -0.734x^2 + 37.21x - 414.05$
	Wind	-0.159	$y = -4.894x + 62.74$	0.229	$y = 2.893x^2 - 22.22x + 81.33$
ความยาวช่อดอก	Light	-0.170	$y = -0.013x + 46.36$	-0.211	$y = -0.00009x^2 + 0.048x + 37.60$
	Rain	-0.133	$y = -0.014x + 43.18$	0.247	$y = 0.0001x^2 - 0.081x + 44.88$
	Humidity (H)	0.064	$y = 0.096x + 34.76$	0.064	$y = 7.338\ln x + 10.29$
	Hday	-0.090	$y = -0.097x + 48.61$	0.111	$y = 0.01x^2 - 1.358x + 89.40$
	Hnight	0.299	$y = 0.507x - 2.82$	-0.300	$y = -0.005x^2 + 1.35x - 38.90$
	Temperature (T)	-0.393**	$y = -1.345x + 79.36$	0.408**	$y = 0.146x^2 - 9.32x + 187.93$
	Tday	-0.282	$y = -0.932x + 70.90$	0.364	$y = 0.309x^2 - 20.01x + 363.58$
	Tnight	-0.476**	$y = -1.533x + 79.69$	-0.487**	$y = 106.72e^{-0.039x}$
	Wind	0.082	$y = 0.068x + 51.68$	-0.448**	$y = -1.53x^2 + 9.664x + 31.41$
จำนวนดอกต่อช่อ	Light	-0.139	$y = -0.004x + 10.71$	-0.201	$y = -0.00003x^2 + 0.021x + 7.10$
	Rain	-0.144	$y = -0.005x + 9.89$	0.205	$y = 0.00008x^2 - 0.022x + 10.31$
	Humidity (H)	-0.011	$y = -0.006x + 9.95$	-0.052	$y = -0.005x^2 + 0.683x - 16.28$
	Hday	-0.168	$y = -0.064x + 13.73$	0.179	$y = 0.003x^2 - 0.496x + 27.73$
	Hnight	0.252	$y = 0.151x - 3.91$	-0.287	$y = -0.011x^2 + 2.106x - 87.48$
	Temperature (T)	-0.334*	$y = -0.404x + 20.67$	-0.349**	$y = 35.629e^{-0.049x}$
	Tday	-0.210	$y = -0.246x + 17.07$	0.271	$y = 0.081x^2 - 5.246x + 93.77$
	Tnight	-0.433**	$y = -0.493x + 21.56$	-0.448**	$y = 39.169e^{-0.059x}$
	Wind	0.194	$y = 0.418x + 8.71$	-0.424**	$y = -0.451x^2 + 10.46x + 41.89$

## ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
ขนาดดอก	Light	-0.465**	$y = -0.002x + 8.18$	-0.549**	$y = -0.00001x^2 + 0.006x + 6.96$
	Rain	0.082	$y = 0.0001x + 7.47$	-0.193	$y = -0.00001x^2 + 0.004x + 7.38$
	Humidity (H)	0.512**	$y = 0.046x + 3.96$	0.550**	$y = 0.003x^2 - 0.412x + 21.37$
	Hday	0.619**	$y = 0.039x + 4.89$	0.623	$y = 0.001x^2 - 0.044x + 7.60$
	Hnight	0.191	$y = 0.019x + 5.79$	0.435**	$y = 0.005x^2 - 0.922x + 46.03$
	Temperature (T)	-0.437**	$y = -0.089x + 9.97$	-0.560**	$y = -0.028x^2 + 1.437x - 10.82$
	Tday	-0.588**	$y = -0.116x + 11.07$	-0.663**	$y = -0.024x^2 + 1.391x - 12.05$
	Tnight	-0.239	$y = -1.081x + 10.96$	-0.408**	$y = -0.022x^2 + 1.017x - 3.88$
	Wind	0.043	$y = 0.016x + 7.48$	0.114	$y = 0.022x^2 - 0.116x + 7.62$
เส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอก	Light	0.134	$y = 0.003x + 44.79$	-0.176	$y = -0.00003x^2 + 0.023x + 41.96$
	Rain	-0.037	$y = -0.001x + 46.04$	-0.188	$y = -0.0001x^2 + 0.02x + 45.51$
	Humidity (H)	0.042	$y = 0.022x + 44.21$	0.187	$y = 0.016x^2 - 2.45x + 138.24$
	Hday	0.118	$y = 0.045x + 42.98$	-0.158	$y = -0.006x^2 + 0.764x + 19.72$
	Hnight	-0.113	$y = -0.068x + 51.95$	0.224	$y = 0.016x^2 - 2.84x + 170.41$
	Temperature (T)	0.158	$y = 0.191x + 40.68$	0.158	$y = 0.001x^2 + 0.156x + 41.16$
	Tday	0.070	$y = 0.082x + 43.44$	-0.137	$y = 0.056x^2 + 3.52x - 9.35$
	Tnight	0.230	$y = 0.262x + 39.54$	0.244	$y = 0.034x^2 - 1.35x + 58.55$
	Wind	0.071	$y = 0.152x + 45.66$	0.234	$y = 0.273x^2 - 1.48x + 47.41$
อายุปักแจกัน	Light	0.320	$y = 0.013x + 19.31$	0.333	$y = 19.303e^{0.001x}$
	Rain	0.253	$y = 0.015x + 22.70$	0.258	$y = 22.386e^{0.001x}$
	Humidity (H)	0.042	$y = 0.036x + 21.01$	0.120	$y = 0.016x^2 - 2.428x + 114.81$
	Hday	0.099	$y = 0.06x + 19.75$	-0.138	$y = -0.008x^2 + 1.12x - 4.56$
	Hnight	-0.073	$y = -0.07x + 30.01$	0.238	$y = 0.03x^2 - 5.29x + 252.99$
	Temperature (T)	0.160	$y = 0.311x + 15.17$	0.164	$y = 16.209e^{0.013x}$
	Tday	0.108	$y = 0.204x + 17.50$	-0.120	$y = -0.041x^2 + 2.702x - 20.83$
	Tnight	0.198	$y = 0.363x + 14.88$	0.210	$y = 0.046x^2 - 1.84x + 40.95$
	Wind	-0.182	$y = -0.633x + 24.97$	0.279	$y = 0.418x^2 - 3.14x + 27.66$

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
ปริมาณ TNC	Light	-0.216	$y = -0.037x + 130.1$	-0.238	$y = -11.906\ln x + 186.36$
	Rain	0.187	$y = 0.044x + 114.68$	0.196	$y = 0.0001x^2 + 0.002x + 115.76$
	Humidity (H)	0.158	$y = 0.549x + 75.33$	0.317	$y = 0.16x^2 - 23.97x + 1008.84$
	Hday	0.265	$y = 0.658x + 74.20$	0.408*	$y = 0.106x^2 - 13.162x + 521.12$
	Hnight	-0.055	$y = -0.216x + 137.1$	0.220	$y = 0.117x^2 - 20.21x + 991.83$
	Temperature (T)	0.064	$y = 0.504x + 103.96$	-0.154	$y = -0.436x^2 + 24.37x - 221.04$
	Tday	-0.037	$y = -0.282x + 126.6$	-0.111	$y = -0.326x^2 + 19.82x - 181.75$
	Tnight	0.148	$y = 1.106x + 90.84$	-0.166	$y = -0.205x^2 + 10.87x - 24.48$
	Wind	-0.228	$y = -3.215x + 124.0$	0.384	$y = 2.489x^2 - 18.13x + 140.01$

หมายเหตุ \*,\*\* ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ตามลำดับ

Light คือ ความเข้มแสงเฉลี่ย

Rain คือ ปริมาณน้ำฝนสะสม

Humidity คือ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

Hday คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย

Hnight คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย

Temperature คือ อุณหภูมิเฉลี่ย

Tday คือ อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย

Tnight คือ อุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย

Wind คือ ความเร็วลมเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน 1 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’

สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง	
ปริมาณผลผลิต	Light	-0.042	$y = -0.016x + 59.28$	-0.123	$y = 60.745e^{-0.001x}$
	Rain	0.094	$y = 0.048x + 50.41$	0.110	$y = 0.0001x^2 + 0.139x + 48.15$
	Humidity (H)	0.220	$y = 1.609x - 70.70$	0.258	$y = 0.632e^{0.053x}$
	Hday	0.243	$y = 1.312x - 32.59$	0.255	$y = 3.04e^{0.039x}$
	Hnight	0.126	$y = 1.092x - 43.24$	0.196	$y = 0.541e^{0.048x}$
	Temperature (T)	-0.070	$y = -1.199x + 87.09$	-0.166	$y = -0.989x^2 + 53.0x - 651.30$
	Tday	-0.108	$y = -1.84x + 110.80$	-0.234	$y = -1.408x^2 + 85.30x - 1231.42$
	Tnight	-0.022	$y = -0.343x + 62.25$	-0.072	$y = -0.397x^2 + 18.58x - 161.00$
	Wind	-0.194	$y = -5.805x + 65.01$	-0.202	$y = 53.632e^{-0.170x}$
ความยาวช่อดอก	Light	-0.153	$y = -0.12x + 46.07$	-0.188	$y = -0.00008x^2 + 0.04x + 38.41$
	Rain	-0.155	$y = -0.016x + 43.24$	0.164	$y = 0.0008x^2 - 0.032x + 43.64$
	Humidity (H)	-0.061	$y = -0.088x + 48.93$	0.076	$y = 0.011x^2 - 1.787x + 113.61$
	Hday	-0.157	$y = -0.168x + 53.16$	0.188	$y = 0.015x^2 - 2.134x + 116.54$
	Hnight	0.117	$y = 0.201x + 24.27$	0.142	$y = 24.324^{0.006x}$
	Temperature (T)	-0.345*	$y = -1.163x + 74.36$	0.370*	$y = 0.174x^2 - 10.71x + 204.48$
	Tday	-0.233	$y = -0.78x + 66.27$	0.318	$y = 0.291x^2 - 18.79x + 343.68$
	Tnight	-0.432**	$y = -1.353x + 75.28$	-0.438**	$y = 95.196e^{-0.034x}$
	Wind	0.207	$y = 1.224x + 39.76$	-0.540**	$y = -1.751x^2 + 11.876x + 28.16$
จำนวนดอกต่อช่อ	Light	-0.113	$y = -0.003x + 10.50$	-0.160	$y = -0.00003x^2 + 0.016x + 7.66$
	Rain	-0.150	$y = -0.005x + 9.85$	0.165	$y = 0.00003x^2 - 0.013x + 10.04$
	Humidity (H)	-0.141	$y = -0.072x + 15.05$	-0.142	$y = -0.001x^2 + 0.133x + 7.26$
	Hday	-0.247	$y = -0.093x + 15.58$	0.263	$y = 0.004x^2 - 0.625x + 32.73$
	Hnight	0.069	$y = 0.042x + 5.76$	-0.113	$y = -0.007x^2 + 1.27x - 46.63$
	Temperature (T)	-0.308*	$y = -0.367x + 19.63$	0.318*	$y = 0.035x^2 - 2.287x + 45.80$
	Tday	-0.174	$y = -0.206x + 15.84$	0.226	$y = 0.068x^2 - 4.441x + 81.06$
	Tnight	-0.418**	$y = -0.462x + 20.79$	-0.419**	$y = 34.543e^{-0.054x}$
	Wind	0.250	$y = 0.521x + 8.464$	-0.597**	$y = -0.67x^2 + 4.596x + 4.03$

## ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
ขนาดดอก	Light	-0.401**	$y = -0.002x + 8.14$	-0.427	$y = -0.00001x^2 + -0.002x + 7.50$
	Rain	0.211	$y = 0.001x + 7.41$	0.213	$y = 0.000002x^2 + 0.001x + 7.43$
	Humidity (H)	0.373**	$y = 0.033x + 4.94$	0.418**	$y = 0.003x^2 - 0.395x + 21.25$
	Hday	0.504**	$y = 0.033x + 5.34$	0.509**	$y = 5.57e^{0.005x}$
	Hnight	0.076	$y = 0.008x + 6.79$	0.313	$y = 0.004x^2 - 0.718x + 37.91$
	Temperature (T)	-0.275*	$y = -0.057x + 9.09$	-0.351*	$y = -0.017x^2 + 0.895x - 3.88$
	Tday	-0.429**	$y = -0.088x + 10.24$	-0.489**	$y = -0.019x^2 + 1.11x - 8.23$
	Tnight	-0.119	$y = -0.023x + 8.06$	-0.203	$y = -0.012x^2 + 0.527x + 1.58$
	Wind	0.243	$y = 0.088x + 7.33$	0.272	$y = 0.026x^2 - 0.069x + 7.51$
เส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอก	Light	0.121	$y = 0.003x + 44.76$	-0.257	$y = -0.00006x^2 + 0.041x + 39.12$
	Rain	0.182	$y = 0.006x + 45.39$	-0.193	$y = -0.00004x^2 + 0.014x + 45.21$
	Humidity (H)	0.254	$y = 0.128x + 35.92$	0.262	$y = 0.006x^2 - 0.718x + 68.15$
	Hday	0.346*	$y = 0.129x + 37.37$	-0.359*	$y = -0.005x^2 + 0.778x + 16.44$
	Hnight	0.028	$y = 0.046x + 43.40$	0.213	$y = 0.016x^2 - 2.80x + 164.61$
	Temperature (T)	0.198	$y = 0.233x + 39.38$	-0.300	$y = -0.102x^2 + 5.83x - 36.82$
	Tday	0.060	$y = 0.070x + 43.68$	-0.245	$y = -0.112x^2 + 6.98x - 62.73$
	Tnight	0.310*	$y = 0.340x + 37.51$	-0.356*	$y = -0.069x^2 + 3.65x - 1.49$
	Wind	-0.093	$y = -0.192x + 46.22$	0.234	$y = 0.264x^2 - 1.80x + 47.96$
อายุปักแจกัน	Light	0.386**	$y = 0.017x + 17.83$	0.394**	$y = 18.178e^{0.001x}$
	Rain	0.056	$y = 0.003x + 23.47$	-0.091	$y = -0.00001x^2 + 0.017x + 23.14$
	Humidity (H)	-0.036	$y = -0.031x + 26.08$	0.069	$y = 0.009x^2 - 1.335x + 75.76$
	Hday	0.003	$y = 0.002x + 23.57$	-0.042	$y = -0.004x^2 + 0.471x + 8.47$
	Hnight	-0.089	$y = -0.090x + 31.75$	0.104	$y = 0.007x^2 - 1.32x + 84.43$
	Temperature (T)	0.196	$y = 0.391x + 12.88$	0.279	$y = 0.152x^2 - 7.96x + 126.61$
	Tday	0.165	$y = 0.327x + 13.59$	0.205	$y = 0.097x^2 - 5.666x + 105.89$
	Tnight	0.206	$y = 0.382x + 14.34$	0.315	$y = 0.161x^2 - 7.267x + 1044.59$
	Wind	-0.124	$y = -0.434x + 24.55$	0.229	$y = 0.339x^2 - 2.862x + 27.19$

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r	สมการเส้นตรง	ค่า r	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
		(เส้นตรง)		(ไม่เป็นเส้นตรง)	
ปริมาณ TNC	Light	-0.208	$y = -0.038x + 130.7$	-0.233	$y = -12.38\ln x + 189.56$
	Rain	0.135	$y = 0.033x + 115.61$	0.197	$y = 0.001x^2 - 0.074x + 118.27$
	Humidity (H)	0.128	$y = 0.411x + 83.83$	0.236	$y = 0.115x^2 - 17.13x + 752.60$
	Hday	0.223	$y = 0.565x + 80.70$	0.310	$y = 0.075x^2 - 9.251x + 397.05$
	Hnight	-0.054	$y = -0.220x + 137.5$	0.144	$y = 0.072x^2 - 12.66x + 670.38$
	Temperature (T)	0.014	$y = 0.116x + 114.69$	-0.147	$y = -0.452x^2 + 24.88x - 222.70$
	Tday	-0.062	$y = -0.493x + 133.2$	-0.200	$y = -0.609x^2 + 37.187x - 447.16$
	Tnight	0.095	$y = 0.706x + 100.61$	-0.099	$y = -0.08x^2 + 4.536x + 55.43$
	Wind	-0.126	$y = -1.776x + 121.3$	0.271	$y = 2.012x^2 - 14.016x + 134.67$

หมายเหตุ \*,\*\* ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ตามลำดับ

Light คือ ความเข้มแสงเฉลี่ย

Rain คือ ปริมาณน้ำฝนสะสม

Humidity คือ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

Hday คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย

Hnight คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย

Temperature คือ อุณหภูมิเฉลี่ย

Tday คือ อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย

Tnight คือ อุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย

Wind คือ ความเร็วลมเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน 2 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’

สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง	
ปริมาณผลผลิต	Light	0.106	$y = 0.042x + 40.88$	0.108	$y = 0.00008x^2 - 0.014x + 49.41$
	Rain	0.019	$y = 0.01x + 54.84$	0.086	$y = 39.752e^{0.001x}$
	Humidity (H)	0.033	$y = 0.249x + 36.35$	-0.121	$y = -0.15x^2 + 23.09x - 828.19$
	Hday	0.105	$y = 0.586x + 17.33$	-0.310	$y = -0.223x^2 + 29.43x - 905.88$
	Hnight	-0.091	$y = -0.79x + 125.74$	0.183	$y = 0.187x^2 - 32.84x + 1491.57$
	Temperature (T)	-0.037	$y = -0.625x + 72.94$	-0.051	$y = 75.276e^{-0.02x}$
	Tday	-0.056	$y = -0.946x + 84.94$	-0.179	$y = -1.108x^2 + 67.62x - 971.12$
	Tnight	-0.017	$y = -0.262x + 61.96$	0.093	$y = 0.512x^2 - 24.60x + 348.29$
	Wind	-0.184	$y = -5.408x + 66.28$	-0.236	$y = -2.569x^2 + 10.435x + 48.55$
ความยาวช่อดอก	Light	-0.222	$y = -0.017x + 47.82$	-0.241	$y = -0.00007x^2 + 0.03x + 40.67$
	Rain	-0.071	$y = -0.007x + 42.50$	0.166	$y = 0.000001x^2 - 0.05x + 43.54$
	Humidity (H)	0.073	$y = 0.105x + 33.96$	-0.125	$y = -0.025x^2 + 3.85x - 107.98$
	Hday	-0.072	$y = -0.076x + 46.97$	-0.074	$y = -0.003x^2 + 0.296x + 35.93$
	Hnight	0.286*	$y = 0.474x - 0.018$	0.296*	$y = 13.872e^{0.012x}$
	Temperature (T)	-0.430**	$y = -1.368x + 80.11$	0.432**	$y = 0.051x^2 - 4.162x + 118.13$
	Tday	-0.334*	$y = -1.063x + 75.07$	0.359*	$y = 0.165x^2 - 11.244x + 231.88$
	Tnight	-0.496**	$y = -1.456x + 77.83$	-0.503**	$y = -0.087x^2 + 2.686x + 29.10$
	Wind	0.243	$y = 1.351x + 39.32$	-0.327	$y = -0.727x^2 + 5.835x + 34.30$
จำนวนดอกต่อช่อ	Light	-0.161	$y = -0.004x + 10.94$	-0.186	$y = -0.00002x^2 + 0.012x + 8.46$
	Rain	-0.066	$y = -0.002x + 9.60$	0.148	$y = 0.000006x^2 - 0.016x + 9.93$
	Humidity (H)	-0.010	$y = -0.005x + 9.84$	-0.185	$y = -0.16x^2 + 2.44x - 82.63$
	Hday	-0.172	$y = -0.065x + 13.65$	-0.190	$y = -0.004x^2 + 0.482x - 3.85$
	Hnight	0.249	$y = 0.147x - 3.63$	-0.291	$y = -0.012x^2 + 2.18x - 90.25$
	Temperature (T)	-0.376**	$y = -0.427x + 21.33$	0.384*	$y = 0.032x^2 - 2.178x + 45.16$
	Tday	-0.254	$y = -0.288x + 18.39$	0.292	$y = 0.064x^2 - 4.246x + 79.36$
	Tnight	-0.468**	$y = -0.490x + 21.49$	-0.470**	$y = -0.017x^2 + 0.317x + 11.99$
	Wind	0.241	$y = 0.478x + 8.49$	-0.396*	$y = -0.373x^2 + 2.776x + 5.92$

## ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
ขนาดดอก	Light	-0.226	$y = -0.001x + 7.88$	0.228	$y = 7.884e^{0.0000001x}$
	Rain	0.188	$y = 0.001x + 7.41$	0.191	$y = 7.392e^{0.0000001x}$
	Humidity (H)	0.191	$y = 0.018x + 6.11$	0.238	$y = 0.002x^2 - 0.329x + 19.23$
	Hday	0.359**	$y = 0.025x + 5.87$	0.369**	$y = 5.97e^{0.003x}$
	Hnight	-0.123	$y = -0.013x + 8.68$	0.362*	$y = 0.005x^2 - 0.868x + 45.09$
	Temperature (T)	-0.038	$y = -0.008x + 7.711$	-0.159	$y = -0.012x^2 + 0.653x - 1.29$
	Tday	-0.160	$y = -0.033x + 8.53$	-0.268	$y = -0.17x^2 + 1.047x - 8.10$
	Tnight	0.077	$y = 0.015x + 7.13$	-0.110	$y = -0.006x^2 + 0.279x + 4.02$
	Wind	0.292*	$y = 0.107x + 7.28$	0.289*	$y = 7.267e^{0.014x}$
เส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอก	Light	0.177	$y = 0.005x + 44.15$	-0.214	$y = -0.00003x^2 + 0.027x + 40.83$
	Rain	0.139	$y = 0.005x + 45.50$	-0.162	$y = -0.00004x^2 + 0.14x + 45.29$
	Humidity (H)	0.036	$y = 0.019x + 44.41$	0.219	$y = 0.019x^2 - 2.93x + 155.82$
	Hday	0.174	$y = 0.067x + 41.45$	0.178	$y = 41.49e^{0.002x}$
	Hnight	-0.192	$y = -0.116x + 56.16$	0.275	$y = 0.016x^2 - 2.87x + 173.59$
	Temperature (T)	0.339*	$y = 0.396x + 34.83$	-0.389*	$y = -0.083x^2 + 4.94x - 27.02$
	Tday	0.231	$y = 0.269x + 37.48$	-0.319	$y = -0.1x^2 + 6.46x - 57.92$
	Tnight	0.413**	$y = 0.445x + 34.91$	-0.436**	$y = -0.055x^2 + 3.04x + 4.38$
	Wind	0.048	$y = 0.099x + 45.65$	-0.049	$y = -0.006x^2 + 0.137x + 45.61$
อายุปักแจกัน	Light	0.282	$y = 0.013x + 18.90$	0.301	$y = 18.86e^{0.001x}$
	Rain	0.080	$y = 0.005x + 23.08$	0.212	$y = 0.00001x^2 + 0.039x + 22.24$
	Humidity (H)	0.164	$y = 0.144x + 12.36$	0.179	$y = 0.011x^2 - 1.511x + 74.99$
	Hday	0.241	$y = 0.155x + 13.30$	0.243	$y = 15.063e^{0.007x}$
	Hnight	-0.003	$y = -0.004x + 23.72$	0.073	$y = 0.01x^2 - 1.709x + 96.40$
	Temperature (T)	0.089	$y = 0.172x + 18.61$	-0.106	$y = -0.043x^2 + 2.517x - 13.29$
	Tday	-0.009	$y = -0.017x + 23.94$	-0.024	$y = -0.017x^2 + 1.006x + 8.18$
	Tnight	0.176	$y = 0.315x + 15.66$	0.203	$y = 15.863e^{0.015x}$
	Wind	-0.285*	$y = -0.967x + 25.34$	-0.329*	$y = -2.563\ln x + 24.82$

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
ปริมาณ TNC	Light	-0.266	$y = -0.52x + 136.18$	0.278	$y = 0.00001x^2 - 0.153x + 151.70$
	Rain	-0.137	$y = -0.035x + 120.6$	0.238	$y = 0.00001x^2 + 0.11x + 117.15$
	Humidity (H)	0.065	$y = 0.239x + 99.90$	0.093	$y = 0.042x^2 - 6.11x + 340.05$
	Hday	0.193	$y = 0.524x + 84.09$	0.201	$y = 0.021x^2 - 2.137x + 169.26$
	Hnight	-0.156	$y = -0.666x + 177.3$	-0.167	$y = 95.475e^{-0.006x}$
	Temperature (T)	0.005	$y = 0.042x + 117.07$	-0.089	$y = -0.274x^2 + 15.03x - 86.86$
	Tday	-0.097	$y = -0.791x + 142.9$	-0.190	$y = -0.521x^2 + 31.477x - 354.15$
	Tnight	0.100	$y = 0.756x + 99.66$	0.108	$y = 0.114x^2 - 4.67x + 163.52$
	Wind	0.033	$y = 0.496x + 117.31$	0.337	$y = 2.859x^2 - 17.16x + 137.05$

หมายเหตุ \*,\*\* ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

Light คือ ความเข้มแสงเฉลี่ย

Rain คือ ปริมาณน้ำฝนสะสม

Humidity คือ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

Hday คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย

Hnight คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย

Temperature คือ อุณหภูมิเฉลี่ย

Tday คือ อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย

Tnight คือ อุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย

Wind คือ ความเร็วลมเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’

สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง	
ปริมาณผลผลิต	Light	0.277	$y = 0.119x + 14.73$	0.283	$y = 0.001x^2 - 0.077x + 46.36$
	Rain	0.206	$y = 0.109x + 49.18$	0.231	$y = 0.001x^2 - 0.057x + 53.25$
	Humidity (H)	-0.026	$y = -0.202x + 72.03$	0.053	$y = 0.059x^2 - 9.161 + 410.72$
	Hday	0.062	$y = 0.356x + 33.52$	-0.181	$y = -0.133x^2 + 17.452x - 511.83$
	Hnight	-0.159	$y = -1.422x + 182.40$	0.246	$y = 0.232x^2 - 40.95 + 1860.31$
	Temperature (T)	0.209	$y = 3.53x - 41.90$	0.239	$y = 0.733x^2 - 36.62 + 504.61$
	Tday	0.177	$y = 2.984x - 36.47$	0.189	$y = 0.445x^2 - 24.55x + 387.55$
	Tnight	0.224	$y = 3.508x - 29.75$	0.258	$y = 0.713x^2 - 30.42x + 369.38$
	Wind	-0.048	$y = -1.443x + 59.46$	-0.104	$y = 50.047e^{-0.074x}$
ความยาวช่อดอก	Light	-0.268	$y = -0.22x + 49.76$	-0.279	$y = -0.0001x^2 + 0.027x + 41.94$
	Rain	-0.021	$y = -0.002x + 42.28$	0.136	$y = 0.001x^2 - 0.042x + 43.26$
	Humidity (H)	0.161	$y = 0.235x + 24.13$	-0.247	$y = -0.045x^2 + 7.12x - 236.30$
	Hday	0.006	$y = 0.006x + 41.73$	0.012	$y = 40.692e^{0.001x}$
	Hnight	0.366*	$y = 0.615x - 12.25$	-0.416*	$y = -0.046x^2 + 8.45x - 344.89$
	Temperature (T)	-0.473**	$y = -1.501xx + 84.00$	-0.473**	$y = -0.015x^2 - 0.653x + 72.46$
	Tday	-0.397**	$y = -1.259x + 81.40$	0.405*	$y = 0.101x^2 - 7.516x + 177.76$
	Tnight	-0.514**	$y = -1.513x + 79.35$	-0.526**	$y = -0.117x^2 + 4.048x + 13.93$
	Wind	0.271	$y = 1.519x + 39.08$	-0.374*	$y = -0.886x^2 + 7.095x + 32.70$
จำนวนดอกต่อช่อ	Light	-0.254	$y = -0.007x + 12.06$	0.256	$y = 0.001x^2 - 0.014x + 13.13$
	Rain	-0.038	$y = -0.001x + 9.56$	0.098	$y = 0.0001x^2 - 0.011x + 9.80$
	Humidity (H)	0.135	$y = 0.071x + 4.06$	-0.252	$y = -0.019x^2 + 2.887x - 102.40$
	Hday	-0.030	$y = -0.012x + 10.22$	-0.031	$y = -0.0001x^2 + 0.048x + 8.33$
	Hnight	0.361*	$y = 0.218x - 9.82$	-0.429*	$y = -0.019x^2 + 3.52 - 145.00$
	Temperature (T)	-0.476**	$y = -0.543x + 24.61$	0.486**	$y = 0.042x^2 - 2.84x + 55.88$
	Tday	-0.391**	$y = -0.446x + 23.37$	0.447**	$y = 0.095x^2 - 6.354x + 114.36$
	Tnight	-0.528**	$y = -0.558x + 23.18$	-0.528**	$y = -0.01x^2 - 0.063x + 17.37$
	Wind	0.191	$y = 0.384x + 8.69$	-0.383*	$y = -0.411x^2 + 2.971x + 5.74$

## ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
ขนาดดอก	Light	-0.121	$y = 0.001x + 7.70$	0.161	$y = 0.0001x^2 - 0.005x + 8.41$
	Rain	0.189	$y = 0.001x + 7.39$	0.194	$y = 7.3730e^{0.001x}$
	Humidity (H)	0.085	$y = 0.008x + 6.85$	0.176	$y = 0.002x^2 - 0.364x + 20.91$
	Hday	0.204	$y = 0.015x + 6.53$	0.219	$y = 6.502e^{0.002x}$
	Hnight	-0.119	$y = -0.013 + 8.64$	0.171	$y = 0.002x^2 - 0.335x + 22.30$
	Temperature (T)	0.204	$y = 0.043x + 6.28$	0.205	$y = 1.168\ln x + 3.59$
	Tday	0.105	$y = 0.022x + 6.78$	0.106	$y = 0.68\ln x + 5.13$
	Tnight	0.281	$y = 0.055x + 6.13$	0.282	$y = 1.287\ln x + 3.36$
	Wind	0.391**	$y = 0.144x + 7.18$	0.403*	$y = 0.022x^2 + 0.003x + 7.34$
เส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอก	Light	0.149	$y = 0.004x + 44.17$	-0.421*	$y = 0.0001x^2 + 0.092 + 30.01$
	Rain	0.121	$y = 0.004x + 45.39$	0.129	$y = 0.0001x^2 + 0.001x + 45.51$
	Humidity (H)	-0.100	$y = -0.053x + 49.71$	0.226	$y = 0.018x^2 - 2.725 + 150.73$
	Hday	0.002	$y = 0.001x + 45.64$	0.106	$y = 0.006x^2 - 0.717x + 68.54$
	Hnight	-0.235	$y = -0.142x + 58.26$	0.256	$y = 0.008x^2 - 1.572 + 118.95$
	Temperature (T)	0.299*	$y = 0.341x + 36.19$	-0.446**	$y = -0.14x^2 + 8.034 - 68.55$
	Tday	0.238	$y = 0.271x + 37.24$	-0.462**	$y = -0.175x^2 + 11.09x - 129.46$
	Tnight	0.340*	$y = 0.359x + 36.85$	-0.403*	$y = -0.082x^2 + 4.235x - 8.75$
	Wind	0.182	$y = 0.365x + 44.95$	0.243	$y = 0.200x^2 - 0.896x + 46.39$
อายุปักแจกัน	Light	0.243	$y = 0.012x + 19.09$	-0.281	$y = -0.0001x^2 + 0.066x + 10.35$
	Rain	0.238	$y = 0.015x + 22.38$	-0.357*	$y = 0.0001x^2 + 0.063 + 21.18$
	Humidity (H)	0.128	$y = 0.116x + 14.48$	0.365*	$y = 0.051x^2 - 7.65 + 307.99$
	Hday	0.238	$y = 0.160x + 13.01$	0.352	$y = 0.023x^2 - 2.861x + 109.39$
	Hnight	-0.079	$y = -0.082 + 30.65$	0.219	$y = 0.029x^2 - 5.079x + 242.74$
	Temperature (T)	0.242	$y = 0.475x + 10.12$	-0.316	$y = -0.149x^2 + 8.66x - 101.30$
	Tday	0.145	$y = 0.286x + 14.46$	-0.270	$y = -0.173x^2 + 10.98x - 150.31$
	Tnight	0.311*	$y = 0.565x + 9.46$	0.332*	$y = 12.352e^{0.025x}$
	Wind	-0.320*	$y = -1.109x + 25.6$	0.502**	$y = 0.825x^2 - 6.303x + 31.54$

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r	สมการเส้นตรง	ค่า r	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
		(เส้นตรง)		(ไม่เป็นเส้นตรง)	
ปริมาณ TNC	Light	-0.209	$y = -0.044x + 133.62$	-0.233	$y = 134.64e^{-0.0001x}$
	Rain	-0.067	$y = -0.017x + 119.44$	-0.093	$y = 118.62e^{-0.0001x}$
	Humidity (H)	0.045	$y = 0.172x + 105.08$	0.091	$y = 0.049x^2 - 7.287x + 387.07$
	Hday	0.137	$y = 0.385x + 93.34$	0.158	$y = 92.576e^{0.004x}$
	Hnight	-0.112	$y = -0.487x + 161.38$	0.112	$y = 0.003x^2 - 0.956x + 181.27$
	Temperature (T)	0.004	$y = 0.035 + 117.28$	-0.029	$y = 123.687e^{-0.002x}$
	Tday	-0.064	$y = -0.524x + 134.59$	-0.099	$y = 144.029e^{-0.007x}$
	Tnight	0.069	$y = 0.529x + 105.25$	0.107	$y = 0.222x^2 - 10.03x + 229.50$
	Wind	-0.007	$y = -0.096x + 118.45$	0.427*	$y = 3.814x^2 - 24.103x + 145.92$

หมายเหตุ \*,\*\* ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ตามลำดับ

Light คือ ความเข้มแสงเฉลี่ย

Rain คือ ปริมาณน้ำฝนสะสม

Humidity คือ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

Hday คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย

Hnight คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย

Temperature คือ อุณหภูมิเฉลี่ย

Tday คือ อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย

Tnight คือ อุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย

Wind คือ ความเร็วลมเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน 4 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’

สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง	
ปริมาณผลผลิต	Light	0.332*	$y = 0.156x + 0.006$	0.350	$y = 0.001x^2 - 0.377x + 91.06$
	Rain	0.189	$y = 0.099x + 48.942$	-0.223	$y = -0.0001x^2 + 0.285x + 44.35$
	Humidity (H)	-0.149	$y = -1.14x + 142.64$	0.196	$y = 0.161x^2 - 25.623x + 1068.37$
	Hday	-0.063	$y = -0.362x + 78.98$	0.065	$y = 0.012x^2 - 1.891x + 127.77$
	Hnight	-0.243	$y = -2.128x + 243.94$	-0.243	$y = -0.002x^2 - 1.731x + 227.09$
	Temperature (T)	0.415**	$y = 6.828x - 134.36$	0.462**	$y = 1.251x^2 - 61.642x + 796.58$
	Tday	0.402**	$y = 6.638x - 151.12$	0.429*	$y = 0.995x^2 - 52.41x + 757.60$
	Tnight	0.393**	$y = 5.991x - 91.17$	0.450**	$y = 1.203x^2 - 51.15x + 580.17$
	Wind	-0.046	$y = -1.355x + 58.44$	0.065	$y = 46.167e^{-0.046x}$
ความยาวช่อดอก	Light	-0.308*	$y = -0.027x + 51.98$	0.354	$y = 0.0001x^2 - 0.183x + 78.50$
	Rain	-0.036	$y = -0.004x + 42.501$	-0.071	$y = -0.0001x^2 + 0.014x + 42.06$
	Humidity (H)	0.074	$y = 0.106x + 34.154$	-0.362	$y = -0.084x^2 + 12.876x - 448.66$
	Hday	-0.069	$y = -0.075x + 47.06$	-0.102	$y = -0.011x^2 + 1.30x + 3.33$
	Hnight	0.276	$y = 0.454x + 2.07$	-0.485**	$y = -0.089x^2 + 15.64x - 642.73$
	Temperature (T)	-0.394**	$y = -1.217x + 76.13$	-0.398*	$y = -0.063x^2 + 2.205x + 29.60$
	Tday	-0.313*	$y = -0.97x + 72.49$	-0.315	$y = -0.039x^2 + 1.439x + 35.41$
	Tnight	-0.450**	$y = -1.289x + 73.86$	-0.456**	$y = -0.073x^2 + 2.158x + 33.36$
	Wind	0.263	$y = 1.44x + 39.32$	-0.516**	$y = -1.516x^2 + 11.024x + 28.34$
จำนวนดอกต่อช่อ	Light	-0.301*	$y = -0.009x + 12.70$	0.412*	$y = 0.0001x^2 - 0.096x + 27.49$
	Rain	-0.059	$y = -0.002x + 9.57$	-0.075	$y = -0.0002x^2 + 0.003x + 9.46$
	Humidity (H)	0.015	$y = 0.007x + 8.88$	-0.396*	$y = -0.032x^2 + 4.924x - 176.99$
	Hday	-0.144	$y = -0.053x + 12.87$	-0.173	$y = -0.005x^2 + 0.555x - 6.55$
	Hnight	0.255	$y = 0.145x - 3.36$	-0.515**	$y = -0.034x^2 + 6.01x - 252.37$
	Temperature (T)	-0.433**	$y = -0.461x + 22.27$	0.437*	$y = 0.021x^2 - 1.636x + 38.24$
	Tday	-0.327*	$y = -0.349x + 20.30$	0.337	$y = 0.035x^2 - 2.484x + 53.15$
	Tnight	-0.511**	$y = -0.504x + 21.78$	-0.512**	$y = -11.861\ln x + 47.32$
	Wind	0.211	$y = 0.399x + 8.62$	-0.565**	$y = -0.614x^2 + 4.285x + 4.17$

## ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
ขนาดดอก	Light	0.011	$y = 0.00006x + 7.42$	0.120	$y = 0.0001x^2 - 0.007x + 8.58$
	Rain	0.273	$y = 0.002x + 7.32$	-0.273	$y = -0.00001x^2 + 0.002x + 7.32$
	Humidity (H)	-0.032	$y = -0.003x + 7.66$	0.143	$y = 0.002x^2 - 0.323x + 19.78$
	Hday	0.015	$y = 0.001x + 7.37$	0.160	$y = 0.001x^2 - 0.186x + 13.35$
	Hnight	-0.097	$y = -0.01x + 8.33$	-0.129	$y = -0.001x^2 + 0.197x - 0.45$
	Temperature (T)	0.400**	$y = 0.079x + 5.25$	0.400*	$y = 0.002x^2 - 0.012x + 6.48$
	Tday	0.362*	$y = 0.072x + 5.21$	0.368*	$y = 0.005x^2 - 0.241x + 10.03$
	Tnight	0.415**	$y = 0.076x + 5.58$	0.417**	$y = 5.761e^{0.01x}$
	Wind	0.173	$y = 0.06x + 7.32$	-0.180	$y = -0.011x^2 + 0.132x + 7.23$
เส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอก	Light	0.047	$y = 0.001x + 45.10$	-0.295	$y = -0.0001x^2 + 0.095x + 29.14$
	Rain	-0.196	$y = -0.007x + 46.10$	-0.228	$y = -0.00005x^2 + 0.005x + 45.80$
	Humidity (H)	-0.177	$y = -0.091x + 52.60$	0.205	$y = 0.009x^2 - 1.42x + 102.83$
	Hday	-0.060	$y = -0.23x + 47.13$	-0.079	$y = -0.003x^2 + 0.312x + 36.42$
	Hnight	-0.312*	$y = -0.184x + 61.92$	0.344	$y = 0.012x^2 - 2.176x + 146.46$
	Temperature (T)	0.283	$y = 0.313x + 36.90$	-0.422*	$y = -0.131x^2 + 7.49x - 60.64$
	Tday	0.226	$y = 0.252x + 37.78$	-0.428*	$y = -0.157x^2 + 9.993x - 112.13$
	Tnight	0.309*	$y = 0.318x + 37.84$	-0.402*	$y = -0.096x^2 + 4.855x - 15.47$
	Wind	0.212	$y = 0.418x + 44.77$	0.233	$y = 0.117x^2 - 0.321x + 45.62$
อายุปักแจกัน	Light	0.386**	$y = 0.021x + 15.56$	-0.442*	$y = -0.0001x^2 + 0.142x - 4.97$
	Rain	0.324*	$y = 0.02x + 21.81$	0.346	$y = 0.00001x^2 + 0.042x + 21.27$
	Humidity (H)	-0.041	$y = -0.037x + 26.00$	0.228	$y = 0.033x^2 - 5.07x + 216.77$
	Hday	0.159	$y = 0.107x + 16.28$	-0.167	$y = -0.005x^2 + 0.692x - 2.40$
	Hnight	-0.335*	$y = -0.344x + 53.56$	0.491**	$y = 0.05x^2 - 8.89x + 416.34$
	Temperature (T)	0.316*	$y = 0.610x + 6.20$	-0.341	$y = -0.092x^2 + 5.663x - 62.50$
	Tday	0.240	$y = 0.464x + 8.72$	-0.315	$y = -0.154x^2 + 9.992x - 137.91$
	Tnight	0.366*	$y = 0.655x + 7.12$	0.394**	$y = 11.092e^{0.029x}$
	Wind	-0.127	$y = -0.434x + 24.06$	0.155	$y = 0.191x^2 - 1.642x + 25.44$

## ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
ปริมาณ TNC	Light	0.035	$y = 0.008x + 115.74$	-0.210	$y = -0.0001x^2 + 0.481x + 35.02$
	Rain	0.122	$y = 0.031x + 116.49$	0.174	$y = 0.0001x^2 - 0.062x + 118.784$
	Humidity (H)	-0.079	$y = -0.289x + 140.67$	0.082	$y = 0.014x^2 - 2.43x + 221.49$
	Hday	0.057	$y = 0.16x + 1008.48$	-0.209	$y = -0.104x^2 + 13.56x - 319.19$
	Hnight	-0.272	$y = -1.143x + 219.68$	0.506**	$y = 0.243x^2 - 42.57x + 1978.59$
	Temperature (T)	0.104	$y = 0.824x + 95.66$	0.123	$y = 0.194x^2 - 9.80x + 240.13$
	Tday	0.067	$y = 0.534x + 101.96$	-0.093	$y = -0.199x^2 + 12.831x - 87.29$
	Tnight	0.142	$y = 1.041x + 93.07$	0.218	$y = 0.434x^2 - 19.59x + 335.50$
	Wind	-0.072	$y = -1.01x + 120.63$	0.075	$y = 119.484e^{-0.008x}$

หมายเหตุ \*,\*\* ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ตามลำดับ

Light คือ ความเข้มแสงเฉลี่ย

Rain คือ ปริมาณน้ำฝนสะสม

Humidity คือ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

Hday คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย

Hnight คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย

Temperature คือ อุณหภูมิเฉลี่ย

Tday คือ อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย

Tnight คือ อุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย

Wind คือ ความเร็วลมเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง ระหว่างสภาพอากาศภายในโรงเรือน 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’

สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
ปริมาณผลผลิต	Light	0.339*	$y = 0.152x - 0.13$	0.451* $y = 0.002x^2 - 1.224x + 232.53$
	Rain	0.273	$y = 0.148x + 45.11$	0.274 $y = 0.0001x^2 + 0.11x + 45.97$
	Humidity (H)	-0.269	$y = -1.962x + 203.68$	-0.274 $y = 1638.033e^{-0.048x}$
	Hday	-0.229	$y = -1.268x + 135.47$	0.231 $y = 0.023x^2 - 4.154x + 226.77$
	Hnight	-0.262	$y = -0.212x + 241.61$	-0.272 $y = 4531.90e^{-0.053x}$
	Temperature (T)	0.434**	$y = 6.597x - 128.53$	0.452* $y = 0.734x^2 - 33.625x + 418.45$
	Tday	0.477**	$y = 7.285x - 171.81$	0.493** $y = 0.761x^2 - 39.768x + 551.93$
	Tnight	0.370*	$y = 5.254x - 73.83$	0.396* $y = 0.712x^2 - 28.57x + 323.63$
	Wind	-0.041	$y = -1.145x + 56.44$	-0.336 $y = -6.16x^2 + 39.03x + 8.87$
ความยาวช่อดอก	Light	-0.449**	$y = -0.038x + 56.38$	0.486** $y = 0.0001x^2 - 0.203x + 84.25$
	Rain	0.114	$y = 0.012x + 42.05$	-0.182 $y = -0.00001x^2 + 0.049x + 41.19$
	Humidity (H)	0.188	$y = 0.260x + 22.92$	-0.283 $y = -0.052x^2 + 8.155x - 274.04$
	Hday	0.098	$y = 0.103x + 36.15$	0.124 $y = 0.011x^2 - 1.324x + 81.28$
	Hnight	0.276	$y = 0.424x + 5.29$	-0.420* $y = -0.067x^2 + 11.86x - 479.54$
	Temperature (T)	-0.420**	$y = -1.211x + 76.29$	-0.412** $y = 150.185e^{-32.381x}$
	Tday	-0.383*	$y = -1.112x + 77.23$	-0.383* $y = -0.018x^2 - 0.006x + 60.23$
	Tnight	-0.428**	$y = -1.153x + 70.84$	-0.473** $y = -0.193x^2 + 8.004x - 36.77$
	Wind	0.196	$y = 1.03x + 40.63$	-0.447* $y = -1.411x^2 + 10.23x + 29.74$
จำนวนดอกต่อช่อ	Light	-0.430**	$y = -0.013x + 14.09$	0.500** $y = 0.0001x^2 - 0.090x + 27.10$
	Rain	0.106	$y = 0.004x + 9.37$	0.149 $y = 8.955e^{0.001x}$
	Humidity (H)	0.145	$y = 0.069x + 4.311$	-0.287 $y = -0.021x^2 + 3.244x - 115.11$
	Hday	0.037	$y = 0.013x + 8.74$	0.061 $y = 0.002x^2 - 0.302x + 18.70$
	Hnight	0.272	$y = 0.144x - 3.122$	-0.431* $y = -0.024x^2 + 4.30x - 179.46$
	Temperature (T)	-0.449**	$y = -0.447x + 21.97$	-0.454* $y = -0.024x^2 + 0.868x + 4.077$
	Tday	-0.389*	$y = -0.388x + 21.64$	0.393* $y = 0.023x^2 - 1.809x + 43.48$
	Tnight	-0.480**	$y = -0.445x + 20.44$	-0.503** $y = -0.05x^2 + 1.92x - 7.36$
	Wind	0.162	$y = 0.294x + 8.99$	-0.457* $y = -0.516x^2 + 3.659x + 5.002$

## ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r (เส้นตรง)	สมการเส้นตรง	ค่า r (ไม่เป็นเส้นตรง)	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
ขนาดดอก	Light	-0.009	$y = -0.00005x + 7.43$	0.163	$y = 0.00001x^2 - 0.01x + 9.05$
	Rain	0.061	$y = 0.00001x + 7.39$	-0.100	$y = 0.0001x^2 + 0.002x + 7.35$
	Humidity (H)	-0.266	$y = -0.025x + 9.29$	0.296	$y = 0.002x^2 - 0.35x + 21.52$
	Hday	-0.202	$y = -0.014x + 8.32$	0.283	$y = 0.002x^2 - 0.265x + 16.256$
	Hnight	-0.291	$y = -0.030x + 10.051$	-0.296	$y = -0.0001x^2 + 0.105x + 4.33$
	Temperature (T)	0.426**	$y = 0.082x + 5.135$	0.429*	$y = 0.004x^2 - 0.117x + 7.85$
	Tday	0.423**	$y = 0.082x + 4.87$	0.446*	$y = 0.011x^2 - 0.574x + 14.96$
	Tnight	0.405**	$y = 0.073x + 5.64$	0.407**	$y = 5.803e^{0.01x}$
	Wind	0.104	$y = 0.037x + 7.34$	-0.210	$y = -0.043x^2 + 0.315x + 7.007$
เส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอก	Light	-0.037	$y = -0.001x + 45.95$	-0.273	$y = 0.0001x^2 + 0.09x + 30.61$
	Rain	-0.105	$y = -0.004x + 45.77$	0.233	$y = 0.0001x^2 - 0.025x + 46.26$
	Humidity (H)	-0.197	$y = -0.104x + 53.47$	0.252	$y = 0.015x^2 - 2.362x + 138.40$
	Hday	-0.113	$y = -0.045x + 48.43$	-0.128	$y = -0.003x^2 + 0.4x + 34.36$
	Hnight	-0.280	$y = -0.165x + 60.08$	0.386*	$y = 0.022x^2 - 3.835x + 215.7$
	Temperature (T)	0.184	$y = 0.204x + 39.89$	-0.275	$y = -0.085x^2 + 4.864x - 23.49$
	Tday	0.162	$y = 0.18x + 39.94$	-0.357	$y = -0.139x^2 + 8.777x - 92.29$
	Tnight	0.192	$y = 0.198x + 40.69$	-0.215	$y = -0.036x^2 + 1.89x + 20.80$
	Wind	0.124	$y = 0.25x + 45.01$	0.148	$y = 0.108x^2 - 0.455x + 45.84$
อายุปักแจกัน	Light	0.407**	$y = 0.023x + 15.08$	0.467**	$y = 0.0001x^2 + 0.155x - 7.33$
	Rain	0.233	$y = 0.016 + 22.29$	0.262	$y = 21.88e^{0.001x}$
	Humidity (H)	-0.166	$y = -0.152x + 34.81$	0.289	$y = 0.039x^2 - 5.99x + 254.68$
	Hday	0.017	$y = 0.012x + 22.51$	-0.060	$y = -0.006x^2 + 0.732x - 0.271$
	Hnight	-0.393*	$y = -0.399x + 58.54$	0.460*	$y = 0.034x^2 - 6.14x + 302.13$
	Temperature (T)	0.362*	$y = 0.691x + 4.11$	0.373*	$y = 10.08e^{0.03x}$
	Tday	0.300	$y = 0.576x + 5.41$	0.308*	$y = 10.68e^{0.025x}$
	Tnight	0.403**	$y = 0.717x + 5.79$	0.417*	$y = 0.069x^2 - 2.543x + 44.10$
	Wind	0.147	$y = 0.513x + 22.20$	0.322	$y = 0.665x^2 - 3.824x + 27.33$

## ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

	สภาพอากาศ	ค่า r	สมการเส้นตรง	ค่า r	สมการที่ไม่เป็นเส้นตรง
		(เส้นตรง)		(ไม่เป็นเส้นตรง)	
ปริมาณ TNC	Light	0.125	$y = 0.028x + 109.42$	0.156	$y = 0.0001x^2 - 0.187x + 145.90$
	Rain	-0.251	$y = -0.069x + 123.74$	0.263	$y = 0.0001x^2 - 0.013x + 122.45$
	Humidity (H)	-0.198	$y = -0.731x + 175.28$	0.438*	$y = 0.257x^2 - 39.58x + 1636.44$
	Hday	-0.081	$y = -0.0226x + 134.10$	0.179	$y = 0.063x^2 - 8.29x + 389.17$
	Hnight	-0.320*	$y = -1.311x + 235.43$	0.371	$y = 0.107x^2 - 19.53x + 1007.98$
	Temperature (T)	0.309*	$y = 2.376x + 53.79$	0.515**	$y = 1.2x^2 - 63.32x + 947.18$
	Tday	0.249	$y = 1.93x + 59.73$	0.498**	$y = 1.311x^2 - 79.14x + 1306.68$
	Tnight	0.341*	$y = 2.449x + 59.95$	0.497**	$y = 0.926x^2 - 41.543x + 576.89$
	Wind	0.183	$y = 2.57x + 114.26$	0.271	$y = 1.868x^2 - 9.611x + 128.68$

หมายเหตุ \*,\*\* ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ตามลำดับ

Light คือ ความเข้มแสงเฉลี่ย

Rain คือ ปริมาณน้ำฝนสะสม

Humidity คือ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

Hday คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย

Hnight คือ ความชื้นสัมพัทธ์กลางคืนเฉลี่ย

Temperature คือ อุณหภูมิเฉลี่ย

Tday คือ อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย

Tnight คือ อุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย

Wind คือ ความเร็วลมเฉลี่ย



**ภาคผนวก ค**

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) แสดงความสัมพันธ์  
ระหว่างปริมาณ TNC ในใบและลำลูกกล้วยช่วง 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว  
กับปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณ TNC

ตารางผนวกที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TNC ที่สะสม  
ในใบและลำลูกกล้วยช่วง 5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวกับปริมาณผลผลิต คุณภาพ  
ผลผลิต และปริมาณ TNC ของช่อดอกกล้วยไม้หาย ‘เอียสกุล’

		ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)							
		จำนวน			เส้นผ่าน				
		เดือน	ปริมาณ	ความยาว	จำนวน	ขนาดดอก	ศูนย์กลาง	อายุปัก	ปริมาณ
		ก่อนเก็บ	ผลผลิต	ช่อดอก	ดอกต่อช่อ	ช่อดอก	ก้านช่อ	แจกัน	TNC
		เกี่ยว				ดอก			
ปริมาณ TNC สะสมในใบ	เดือนที่เก็บเกี่ยว								
	1 เดือน					0.342**			
	2 เดือน								
	3 เดือน								
	4 เดือน								
	5 เดือน								
ปริมาณ TNC สะสมในลำลูกกล้วย	เดือนที่เก็บเกี่ยว	0.314*						0.305*	
	1 เดือน			-0.336*	-0.351**				
	2 เดือน					0.344**			
	3 เดือน			-0.338*	-0.299*	0.267*			
	4 เดือน						0.314*		
	5 เดือน			-0.282*	-0.262*			0.303*	

หมายเหตุ \*,\*\* ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล	นายไมตรี มัณยานนท์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	13 ธันวาคม พ.ศ. 2529
สถานที่เกิด	อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	- งานวิจัยเรื่อง “ผลของรังสีแกมมาต่ออายุปักแจกันและการเปลี่ยนแปลงช่อดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์เอื้องสกุลและชาวสวนาน” ได้รับรางวัลชมเชย การนำเสนอผลงานวิชาการ ภาคโปสเตอร์งานประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 8 พ.ศ. 2552 - เสนอผลงานวิจัยเรื่อง “ผลของรังสีแกมมาและ 1-Methylcyclopropene ต่อการเปลี่ยนแปลงช่อดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์เอื้องสกุลและชาวสวนาน” ภาคบรรยายงานประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 9 พ.ศ. 2553 - เสนอผลงานวิจัยเรื่อง “การตอบสนองของผลผลิตกล้วยไม้หวายต่อสภาพแวดล้อมในโรงเรือน” การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 พ.ศ. 2554
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนวิจัยจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)