# การพัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum')

# IMPROVEMENT OF HARVEST AND POSTHARVEST HANDLING METHODS FOR LOTUS FLOWERS (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum')

ชุมพล มากทอง
CHUMPOL MAKTHONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

ISBN 974-9700-86-4

# การพัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum')

# IMPROVEMENT OF HARVEST AND POSTHARVEST HANDLING METHODS FOR LOTUS FLOWERS (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum')

ชุมพล มากทอง

CHUMPOL MAKTHONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-9700-86-4

# IMPROVEMENT OF HARVEST AND POSTHARVEST HANDLING METHODS FOR LOTUS FLOWERS (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum')

CHUMPOL MAKTHONG

A THESIS SUBMTTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN HORTICUTURE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2004

ISBN 974-9700-86-4

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การพัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') |
| **ชื่อนักศึกษา** | ว่าที่ ร.ต. ชุมพล มากทอง |
| **รหัสประจำตัว** | 44066208 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | พืชสวน |
| พ.ศ. | 2547 |
| **อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์** | รศ.ช. ณิฎฐ์ศิริ สุขสุวรรณ |
| **อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม** | รศ.ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย |

## บทคัดย่อ


จากการทดลองการพัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การทดลองหาวิธีการบรรจุดอกบัวในภาชนะเก็บเกี่ยวในนาบัว เพื่อลดการช้ำและการขาดน้ำของดอกบัว การทดลองที่ 2 การทดลองหาวิธีการบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูก เพื่อลดการผลิต ethylene โดยนำวิธีการที่ดีที่สุดของการทดลองที่ 1 มาใช้กับทุกวิธีการ และการทดลองที่ 3 การทดลองลดอุณหภูมิดอกบัวก่อนการขนส่ง เพื่อชะลอการสูญเสียอาหารสะสม โดยนำวิธีการที่ดีที่สุดของการทดลองที่ 2 มาใช้กับทุกวิธีการ

ผลปรากฏว่าวิธีการที่ดีที่สุดของการทดลองครั้งนี้คือ การหุ้มดอกด้วยโฟมตาข่ายก่อนเก็บเกี่ยว การใช้มีดตัดก้านดอกจากต้นแม่แล้วแช่ดอกในถังโฟมที่มีน้ำกรอง จุ่มก้านดอกในน้ำร้อนก่อนหุ้มปลายก้านดอกด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ห่อสำลีด้วยถุงพลาสติก บรรจุในกล่องพลาสติกเปิดฝา ขนส่งระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร ไปห้องปฏิบัติการ ทำการบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูกกล่องละ 30 ดอก และให้ความเย็นกับดอกบัวด้วยน้ำแข็งเกล็ดจำนวน 4 ถุงๆ ละ 300 กรัม (อัตราส่วนน้ำแข็ง : น้ำหนักดอก 1:1) จากนี้นำไปลดอุณหภูมิที่ 10 °C ระยะเวลา 3 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาพับกลีบดอก ตัดก้านดอกให้เหลือ 1.5 นิ้ว จุ่มก้านดอกในน้ำร้อนแล้วลอยดอกในอ่างน้ำที่มีน้ำกรองจะมีผลทำให้ดอกบัวผลิต ethylene หลังการลำเลียงจากสวนถึงห้องปฏิบัติการน้อยที่สุดเฉลี่ย 57.75 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ ในขณะที่วิธีการควบคุม ผลิต ethylene เฉลี่ย 106.75 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ เมื่อได้จำลองอุณหภูมิระหว่างการขนส่ง ปรากฏว่าหลังการขนส่งดอกบัวผลิต ethylene น้อยที่สุดเฉลี่ย 74.10 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ ในขณะที่วิธีการควบคุม ผลิต ethylene

เฉลี่ย 111.81 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ และเมื่อได้มีการลดอุณหภูมิก่อนการขนส่ง มีผลให้วิธีการนี้ผลิต ethylene น้อยที่สุดเฉลี่ย 95.09 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ ในขณะที่วิธีการควบคุม ผลิต ethylene เฉลี่ย 121.37 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ และอายุการปักแจกันของวิธีการนี้ดีที่สุดเช่นเดียวกันคือ 4.43 วัน และในขณะที่วิธีการควบคุมมีอายุการปักแจกันเฉลี่ย 2.87 วัน

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Improvement of Harvest and Postharvest Handling Methods for Lotus Flowers (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') |
| **Student** | MR.Chumpol Makthong |
| **Student ID** | 44066208 |
| **Degree** | Master of Science in Horticulture |
| **Programme** | Horticulture |
| **Year** | 2004 |
| **Thesis Advisor** | Assoc. Prof. Chornitsiri Suisuwan |
| **Thesis CO-advisor** | Assoc. Prof.Dr. Wanna Thungcharoenchai |

## ABSTRACT

Improving harvest and postharvest handling methods of Lotus flowers (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') was done to optimize handling practice in order to decrease water loss which stimulate ethylene production during the postharvest period. The experiments were carried out in three sets. First experiment was conducted to find out the suitable method of placing and carried lotus flowers during harvesting in different buckets. Second experiment was conducted to find out the suitable method of packing Lotus flower in corrugated fiber board box and third experiment was conducted to find out the suitable precooling Lotus flower before transportion.

The result showed that wrapping the flower in foam net before cutting with sharp knife from the mother plant, and the flowers were placed and carried in foam box contained filtered water was the best treatment which was highly protected water loss and ethylene production was the lowest of all the different treatments, (57.75 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ compared with 106.75 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ in the control). When cooling the flowers by means of 1,200 gm. ice crack (in to 4 plastic bags) inserted into flower box in plastic film was the best treatment which was highly protected water loss and ethylene production was the lowest of all the different treatments, (74.10 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ compared with 111.81 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ in the control) and 10 °C (3 hours) was the best temperature to precool the corrugated fiber board box contained the lotus flower. It was protected water loss and ethylene production was decreased compared with the control (95.09 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ compared with 121.37 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ in the

control). The average postharvest life of flowers in the best treatment was 4.43 days compared with 2.87 days of the control.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตลอดจนท่านอาจารย์ กรรมการทุกท่าน ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแก้ไขปัญหาต่างๆ และตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร, ภาควิชาสัตวศาสตร์ และภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยรามคำแหง ตลอดจนท่านอาจารย์ เจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการดำเนินงานวิจัย และให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือต่างๆ ตลอดจนพี่ เพื่อน และน้องๆ นักศึกษาที่ช่วยเหลือ และให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เสมอมา

ขอขอบคุณ เจ้าของนาบัวมีนบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และดอกบัวหลวงที่นำมาใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้บริหารบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้สนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวพหลเทพ ที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนในการศึกษาด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชุมพล มากทอง

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญภาพ..... X

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์..... 3

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา..... 3

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย..... 3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา..... 4

1.7 ข้อตกลงเบื้องต้น..... 4

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.1 ชนิดพันธุ์ของดอกบัวหลวง..... 5

2.2 อนุกรมวิธานของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช..... 5

2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช..... 7

2.4 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของดอกไม้ตัดดอก..... 10

2.5 ลักษณะของการสูญเสียของไม้ตัดดอก..... 14

2.6 แอนโธไซยานิน (Anthocyanin)..... 17

2.7 ค่า Water Activity ($A_w$)..... 20

2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 20

# สารบัญ (ต่อ)


หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย..... 23

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย..... 23

3.2 สถานที่ดำเนินการ..... 23

3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง..... 23

3.4 วิธีดำเนินงาน..... 23

3.5 การบันทึกข้อมูล..... 25

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 30

บทที่ 4 ผลการทดลอง..... 31

4.1 การทดลองที่ 1..... 31

4.2 การทดลองที่ 2..... 38

4.3 การทดลองที่ 3..... 45

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 52

5.1 การทดลองที่ 1..... 52

5.2 การทดลองที่ 2..... 52

5.3 การทดลองที่ 3..... 54

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง..... 58

บรรณานุกรม..... 60

ภาคผนวก..... 64

ประวัติผู้เขียน..... 86

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

4.1 เส้นผ่าศูนย์กลางดอก ความยาวดอก น้ำหนักดอกสด และเส้นผ่าศูนย์กลางวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ เมื่อเริ่มการทดลอง ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1..... 32

4.2 เปอร์เซนต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง ค่าสีชมพูของกลีบดอก[L และ a(+)] ค่า $A_w$ และความเข้มข้นของ ethylene ก่อนการปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1..... 33

4.3 เปอร์เซนต์การขยายตัวเพิ่มของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ค่า $A_w$ พื้นที่รอยดำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้ และอายุการปักแจกันเมื่อครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1..... 35

4.4 เส้นผ่าศูนย์กลางดอก ความยาวดอก น้ำหนักดอกสด และเส้นผ่าศูนย์กลางวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ เมื่อเริ่มการทดลอง ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2..... 39

4.5 เปอร์เซนต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ค่า $A_w$ และความเข้มข้นของ ethylene ก่อนการปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2..... 40

4.6 เปอร์เซนต์การขยายตัวเพิ่มของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ค่า $A_w$ พื้นที่รอยดำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้ และอายุการปักแจกันเมื่อครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2..... 42

4.7 เปอร์เซนต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ค่า $A_w$ ปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานิน และความเข้มข้นของ ethylene ก่อนการปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3..... 46

# สารบัญตาราง(ต่อ)


ตารางที่ หน้า

4.8 เปอร์เซนต์การขยายตัวเพิ่มของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ค่า $A_w$ พื้นที่รอยตำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้ และอายุการปักแจกันเมื่อครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3..... 48

4.9 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการทดลองที่ 1, 2 และ 3..... 51

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | โครงสร้างของดอกบัวหลวง | 6 |
| 2.2 | ส่วนต่างๆ ของดอกบัวหลวง | 6 |
| 2.3 | เหง้าของบัวหลวง | 8 |
| 2.4 | ลักษณะปลายใบเว้าของบัวหลวง | 8 |
| 2.5 | ลักษณะใบย่นเป็นคลื่นของบัวหลวง | 8 |
| 2.6 | ลักษณะดอกทรงป้อมของบัวหลวง | 8 |
| 2.7 | ขั้นตอนการสังเคราะห์ ethylene | 13 |
| 2.8 | โครงสร้างหลักของสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์ | 18 |
| 2.9 | โครงสร้างแอนโธไซยานิดินที่พบบ่อยในธรรมชาติ | 19 |
| 2.10 | การสังเคราะห์แอนโธไซยานิน | 19 |
| 3.1 | ตำแหน่งของการวัดสีของกลีบดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ตามลูกศรชี้ | 26 |
| 4.1 | คุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ของทุกวิธีการในการทดลองที่ 1 (วิธีการที่ 1 = วิธีการของชาวสวน, วิธีการที่ 2 = ถัง+น้ำ, วิธีการที่ 3 = โฟม+น้ำ, วิธีการที่ 4 = หุ้มดอก+โฟม+ น้ำ และ วิธีการที่ 5 = หุ้มดอก+โฟม) | 36 |
| 4.2 | เปรียบเทียบคุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ( *Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ในวิธีการต่างๆ เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของการทดลองที่ 1 โดยวิธีการที่ 4 มีคุณภาพดีที่สุด คือ เกิดพื้นที่รอยตำหนิสีดำบนก้านชูละอองเกสรตัวผู้น้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 0.47 ตร.ซ.ม. และมีค่าเฉลี่ยอายุการปักแจกันดีที่สุดคือ 5.93 วัน (วิธีการที่ 1 = วิธีการของชาวสวน, วิธีการที่ 2 = ถัง+น้ำ, วิธีการที่ 3 = โฟม+น้ำ, วิธีการที่ 4 = หุ้มดอก+โฟม+น้ำ และ วิธีการที่ 5 = หุ้มดอก+โฟม) | 37 |

# สารบัญภาพ(ต่อ)


ภาพที่ หน้า

4.3 คุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ( *Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ของทุกวิธีการในการทดลองที่ 2 (วิธีการที่ 1 = ฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, วิธีการที่ 2 =ฟิล์มพลาสติกเจาะรู, วิธีการที่ 3 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 50g./1kg., วิธีการที่ 4 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 100g./1kg., วิธีการที่ 5 = 1+น้ำแข็ง 2 ถุงและ วิธีการที่ 6 =1+น้ำแข็ง 2 ถุง)..... 43

4.4 เปรียบเทียบคุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ( *Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ในวิธีการต่างๆ เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของการทดลองที่ 2 โดยวิธีการที่ 6 มีคุณภาพดีที่สุด คือ เกิดพื้นที่รอยตำหนิสีดำบนก้านชูละอองเกสรตัวผู้น้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 0.46 ตร.ซ.ม. และ มีค่าเฉลี่ยอายุการปักแจกันดีที่สุด คือ 5.50 วัน (วิธีการที่ 1 = ฟิล์มพลาสติกไม่ เจาะรู, วิธีการที่ 2 =ฟิล์มพลาสติกเจาะรู, T3 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 50g./1kg., วิธีการที่ 4 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 100g./1kg., วิธีการที่ 5 = 1+น้ำแข็ง 2 ถุงและ วิธีการที่ 6 =1+ น้ำแข็ง 2 ถุง)..... 44

4.5 คุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ( *Nelumbo nueifera* 'Roseum Plenum') ของทุกวิธีการในการทดลองที่ 3 (วิธีการที่ 1 = ไม่ลดอุณหภูมิ, วิธีการที่ 2 = 4°C, วิธีการที่3 = 6°C, วิธีการที่ 4 = 8°C และ วิธีการที่ 5 = 10°C)..... 49

4.6 เปรียบเทียบคุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ( *Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ในวิธีการต่างๆ เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของการทดลองที่ 3 โดยวิธีการที่ 5 มีคุณภาพดีที่สุด คือ เกิดพื้นที่รอยตำหนิสีดำบนก้านชูละอองเกสรตัวผู้น้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 0.38 ตร.ซ.ม. และมีค่าเฉลี่ยอายุการปักแจกันดีที่สุด คือ 4.43 วัน (วิธีการที่ 1 = ไม่ลดอุณหภูมิ, วิธีการที่ 2 = 4°C, วิธีการที่ 3 = 6°C, วิธีการที่ 4 = 8°C และ วิธีการที่ 5 = 10°C)..... 50

5.1 แสดงปริมาณ ethylene ก่อนการปักแจกัน (หลังการขนส่ง) ของดอกบัวหลวงพันธุ์ สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1 (control = วิธีการของชาวสวน, T2 = ถัง+น้ำ, T3 = โฟม+น้ำ, T4 = หุ้มดอก+โฟม+น้ำ และ T5 = หุ้มดอก+โฟม)..... 53

# สารบัญภาพ(ต่อ)


ภาพที่ หน้า

5.2 แสดงอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน จากการทดลองที่ 1 (control = วิธีการของชาวสวน, T2 = ถัง+น้ำ, T3 = โฟม+น้ำ, T4 = หุ้มดอก+โฟม+น้ำ และ T5 = หุ้มดอก+โฟม)..... 53

5.3 แสดงปริมาณ ethylene ก่อนการปักแจกัน (หลังการขนส่ง) ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2 (control = ฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, T2 =ฟิล์มพลาสติกเจาะรู, T3 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 50g./1kg., T4 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 100g./1kg., T5 = 1+น้ำแข็ง 2 ถุงและ T6 =1+น้ำแข็ง 2 ถุง)..... 55

5.4 แสดงอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน จากการทดลองที่ 2 (control = ฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, T2 = ฟิล์มพลาสติกเจาะรู, T3 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 50g./1kg., T4 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 100g./1kg., T5 = 1+น้ำแข็ง 2 ถุง และ T6 =1+น้ำแข็ง 2 ถุง)..... 55

5.5 แสดงปริมาณ ethylene ก่อนการปักแจกัน (หลังการขนส่ง) ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3 (control = ไม่ลดอุณหภูมิ, T2 = 4°C, T3 = 6°C, T4 = 8°C และ T5 = 10°C)..... 56

5.6 แสดงอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน จากการทดลองที่ 3 (control = ไม่ลดอุณหภูมิ, T2 = 4°C, T3 = 6°C, T4 = 8°C และ T5 = 10°C)..... 56

5.7 แสดงปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ก่อนปักแจกันและเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน จากการทดลองที่ 3 (control = ไม่ลดอุณหภูมิ, T2= 4°C, T3 = 6°C, T4 = 8°C และ T5 = 10°C)..... 57

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1.1 ปัญหาของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช บัวหลวงเป็นไม้ตัดดอกประเภทพรรณไม้น้ำเขตร้อน ที่มีคนรู้จัก และใช้ประโยชน์กว่า 4,000 ปี มาแล้ว (สุปราณี วนิชชานนท์. 2541) พุทธศาสนิกชนใช้ดอกบัวบูชาพระรัตนตรัยมาตั้งแต่ครั้งพุทธกาลจวบจนกระทั่งปัจจุบันนี้ (วิชิต สุวรรณปรีชา. 2537) ปัจจุบันนิยมนำดอกบัวหลวงมาพับดอกเพื่อนำมาตกแต่ง และประดับในโอกาสต่างๆ ดังเช่นในประเทศฮ่องกง นิยมนำมาพับดอกแล้วลอยในอ่างน้ำเพื่อประดับสถานที่ เป็นต้น สำหรับการส่งออกในปี พ.ศ. 2543 ดอกบัวมีการส่งออกเป็นอันดับที่ 14 ของดอกไม้ที่มีการส่งออกทั้งหมด (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. 2545) และมีแนวโน้มของความต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศมากขึ้น แต่ดอกบัวมีข้อจำกัดเรื่องการสูญเสียคุณภาพของดอกเร็ว ทั้งนี้ซึ่งเกิดขึ้นจากธรรมชาติของดอกบัวเอง หรืออาจเกิดจากการปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม เพราะกลีบดอกบัวหลวงเกิดการช้ำได้ง่ายมาก รอยช้ำจะเกิดสีดำ เนื่องจากมีเซลล์สะสมน้ำยาง เมื่อเกิดการช้ำน้ำยางจะไหลออกมาสัมผัสกับอากาศเกิดเป็นสีดำ และกลีบนอกสุดสีจะซีดและร่วงง่าย ทำให้การใช้ประโยชน์ไม่คุ้มค่ากับราคา สาเหตุการช้ำซึ่งอาจเกิดจากการปฏิบัติงานของผู้ปลูกเลี้ยงบัว หรือจากการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสมและไม่ถูกต้อง ไม่ระมัดระวังในการเก็บเกี่ยว ตลอดจนไม่มีการให้น้ำในระหว่างขั้นตอนการปฏิบัติงานหลังการเก็บเกี่ยว ส่งผลให้ดอกบัวมีการสูญเสียคุณภาพเร็ว (รุ่งทิวา ธนำธาตุ. 2544)

1.1.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน เมื่อไปสำรวจวิธีการปฏิบัติงานของผู้ปลูก ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

1.1.2.1 เก็บเกี่ยวดอกบัวในเวลาเช้า

1.1.2.2 เก็บเกี่ยวโดยใช้มือหักก้านดอกบัวใต้น้ำ มีความยาวประมาณ 20-25 นิ้ว แล้วรวบรวมไว้โดยพาดไว้บนบ่าของผู้เก็บเกี่ยว หลังจากนั้นนำดอกบัวที่เก็บเกี่ยวมาวางไว้บริเวณริมนาบัว (กลางแจ้ง)

1.1.2.3 ทำการกำดอกบัว โดยใช้ดอกบัว10 ดอกต่อ 1 กำ จัดเรียงเข้าด้วยกัน แล้วใช้ใบบัวห่อหุ้มดอกไว้ จากนั้นพันก้านด้วยตอก (ไม้ไผ่ที่ผ่านการเหลาเป็นเส้น) บริเวณที่หุ้มใบบัวและก้านดอกบัวบริเวณปลายก้าน

1.1.2.4 จัดวางดอกบัวที่กำมัดแล้วบนรถจักรยานยนต์ แล้วใช้ผ้าคลุมกำดอกบัวก่อน

และใช้ยางในรถจักรยานที่ตัดออกเป็นเส้นเล็กๆ มัดกำดอกบัวอีกครั้งหนึ่ง

1.1.2.5 ขนส่งไปตลาด หรือผู้ขายส่งต่อไป

จากขั้นตอนการปฏิบัติงานของผู้ปลูก พบว่าการปฏิบัติงานอาจส่งผลให้ดอกบัวเกิดความช้าและขาดน้ำ หากมีการปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานหลังการเก็บเกี่ยวให้เหมาะสมเพื่อลดความช้า ลดการขาดน้ำ และลดปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการสูญเสียคุณภาพของดอกบัว ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพของดอกบัวดีขึ้น

1.1.3 การศึกษาเพื่อหาสาเหตุของการสูญเสียคุณภาพเร็ว จากที่กล่าวในข้อ 1.1.1 ว่าการสูญเสียคุณภาพเร็วของดอกบัวอาจเกิดจากปัจจัยภายใน คือการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาของดอกบัวเอง อันเนื่องมาจากชนิดพันธุ์ของดอกบัว การควบคุมสภาพทางสรีระของฮอร์โมน เช่น ethylene และ ABA หรืออาจเกิดจากการปฏิบัติงานหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรผู้ปลูก ซึ่งพบว่ามีขั้นตอนที่น่าจะเป็นสาเหตุของการสูญเสียคุณภาพเร็วได้หลายขั้นตอน คือ

1.1.3.1 การเก็บเกี่ยวโดยใช้มือหักก้านดอกแล้วดึงขึ้นทำให้ก้านดอกช้ำ

1.1.3.2 การเก็บเกี่ยวแล้วหอบส่งผลให้ดอกกระทบกันก่อให้เกิดกลีบดอกหลุดร่วงได้ง่ายทำให้เกิดการช้ำ

1.1.3.3 การเก็บเกี่ยวแล้วไม่รีบแช่ก้านดอกในน้ำ ทำให้ดอกบัวขาดน้ำ

1.1.3.4 การมัดกำดอกบัวโดยใช้ใบบัวห่อ ทำให้กลีบดอกเบียดกันเกิดการช้ำ

1.1.3.5 ในระหว่างการรอขนส่งไปตลาดไม่มีการแช่น้ำ ทำให้ดอกบัวขาดน้ำได้

ดังนั้น หากมีวิธีการที่แก้ไขและหลีกเลี่ยงจากปัญหาดังกล่าว หรือปัญหาอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นและมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของดอกบัวหลังการตัดดอกแล้ว อาจจะช่วยให้ดอกบัวมีคุณภาพดอกที่ดี และมีอายุการใช้ประโยชน์ได้นานวันขึ้น ดังเช่น คนึงนิจ พิชญานนท์ (2542) กล่าวถึงการศึกษาผลของการเก็บเกี่ยวระยะต่างๆ ที่มีผลต่ออายุการปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* Gaertn) พบว่าระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควรเก็บเกี่ยวเมื่อดอกบัวโผล่พ้นน้ำประมาณ 10 วัน เพื่อให้มีอายุการใช้ประโยชน์ได้นานที่สุดเพราะถ้าเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น 1 วันและ 2 วันจะทำให้ใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่าวิธีการเก็บเกี่ยวเมื่อดอกโผล่พ้นน้ำ 10 วัน ยังทำให้ดอกมีคุณภาพดี (ทั้งเส้นผ่าศูนย์กลางดอก, ความยาวของดอก, น้ำหนักดอก, สีของดอก และเส้นผ่าศูนย์กลางก้านดอก) และยังมีการผลิต ethylene น้อยกว่าวิธีการอื่นๆ อีกด้วย และชุมพล มากทอง (2545) กล่าวถึงการศึกษาทดลองลดอุณหภูมิดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') หลังการเก็บเกี่ยวพบว่าวิธีการพัฒนาร่วมกับการลดอุณหภูมิที่ 6°C เป็นวิธีที่ดีที่สุด ทำให้ดอกมีคุณภาพดี มีค่าเฉลี่ยอายุการปักแจกันดีที่สุด คือ 5.33 วัน

ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ ยังไม่ได้ให้คำตอบที่แจ่มชัดในเรื่องวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum

Plenum') ดังนั้นจึงควรศึกษาถึงรายละเอียดของวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum')

## 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 เพื่อหาวิธีการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเพื่อลดการช้าและการขาดน้ำ

1.2.2 เพื่อหาวิธีการบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูก เพื่อลดการผลิต ethylene และกำจัด ethylene ที่ดอกบัวผลิตออกมาได้

1.2.3 เพื่อหาวิธีลดอุณหภูมิดอกบัวเพื่อชะลอการสูญเสียอาหารสะสมได้

## 1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

จากข้อ 1.1.2 ทำให้ตั้งสมมุติฐานได้ว่าดอกบัวสูญเสียการใช้ประโยชน์เร็ว อาจเนื่องมาจากการกระทบกระเทือนและการขาดน้ำของดอกในการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

## 1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

จากการเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เริ่มตั้งแต่ในแปลงนาบัวจนถึงผู้บริโภคนั้น น่าจะส่งผลโดยตรงต่ออายุการใช้ประโยชน์ของดอกบัว เพราะหลังจากตัดก้านดอกออกจากต้นแล้ว ดอกบัวก็ยังมีการหายใจ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการใช้อาหารสะสมภายในดอก การคายน้ำของดอก และการเกิด ethylene ดังนั้น เพื่อเป็นการป้องกันและเพื่อยืดอายุการใช้ประโยชน์ของดอกบัวให้มากยิ่งขึ้น ก็ควรศึกษาหาการปฏิบัติที่เหมาะสมเพื่อลดการช้า การขาดน้ำ และลดการผลิต ethylene

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยนี้ เป็นการศึกษาหาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ซึ่งศึกษาวิธีการเก็บเกี่ยว เพื่อลดการช้าและการขาดน้ำ หาวิธีการบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูก เพื่อลดการผลิต ethylene และกำจัด ethylene ที่ดอกบัวผลิตออกมาได้ และหาวิธีลดอุณหภูมิดอกบัวเพื่อชะลอการสูญเสียอาหารสะสมได้

## 1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

ขั้นตอนที่ทำการศึกษามี 3 ขั้นตอนดังนี้

1.6.1 หาวิธีการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

1.6.2 หาวิธีการบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูก เพื่อลดการผลิต ethylene และกำจัด ethylene ที่ดอกบัวผลิตออกมาได้

1.6.3 หาวิธีลดอุณหภูมิดอกบัวเพื่อชะลอการสูญเสียอาหารสะสมได้

## 1.7 ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์ให้ดอกบัวหลังการเก็บเกี่ยวมีคุณภาพในการใช้ประโยชน์ได้นานวันขึ้น และเป็นการเพิ่มมูลค่าการส่งออกของไม้ตัดดอกไปยังตลาดต่างประเทศ

# บทที่ 2
# งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บัวหลวงเป็นพรรณไม้ดอกที่มีความสัมพันธ์กับพุทธศาสนามาช้านาน พุทธศาสนิกชนนิยมนำดอกบัวหลวงมาบูชาพระรัตนตรัยจนกระทั่งปัจจุบัน

ปัจจุบันบัวหลวงเป็นพรรณไม้ตัดดอกที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งได้รับความนิยมนำมาใช้ในงานพิธี การใช้ประดับตามสถานที่ต่าง ๆ รวมถึงการส่งออกไปจำหน่ายในต่างประเทศมากขึ้น แต่ดอกบัวหลวงมีปัญหาในเรื่องการสูญเสียคุณภาพเร็ว คือ การเกิดตำหนิสีดำ และการร่วงหล่นของกลีบดอกง่าย ซึ่งมีสาเหตุมาจากการขาดน้ำ และการช้ำ เป็นผลทำให้ลดคุณค่าในเรื่องของการขาย และใช้ประโยชน์ได้น้อยวัน

## 2.1 ชนิดพันธุ์ของดอกบัวหลวง

บัวหลวง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด (species) คือ

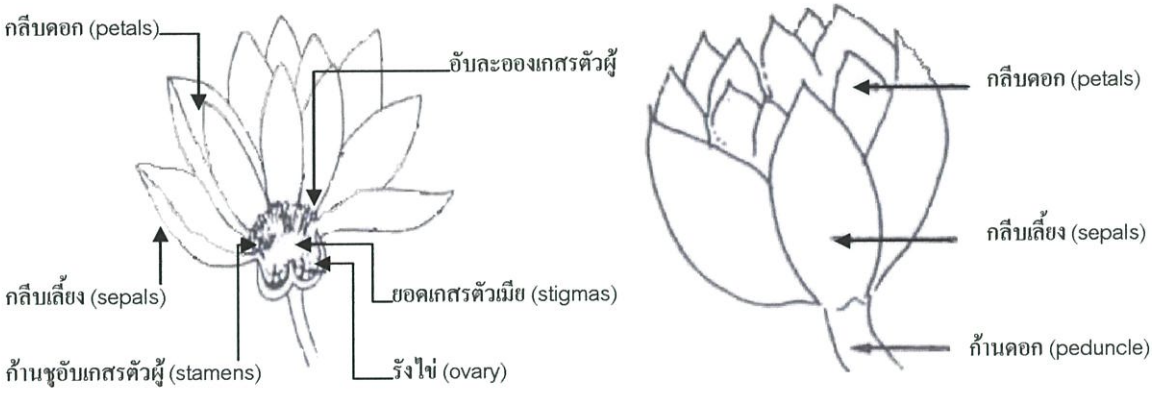
2.1.1 *Nelumbo lutea* หรือชื่อสามัญเรียกว่า American Lotus มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาเหนือ ดอกสีเหลือง มีกลิ่นหอม ลักษณะคล้ายดอกทิวลิป

2.1.2 *Nelumbo nucifera* มีหลายพันธุ์ (variety) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบเอเชีย เช่น ประเทศจีน อินเดีย และไทย (เสริมลาภ วสุวัต. 2537) พันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นพันธุ์ดั้งเดิม ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ บัวหลวงแดง (ดอกมีสีแดง หรือสีชมพูแก่), บัวหลวงขาว หรือปุณฑริก (ดอกมีสีขาวอมเขียวอ่อน), บัวหลวงสัตตบงกช (ดอกทรงป้อม กลีบซ้อนแน่นมีสีชมพูแก่หรือแดง) และบัวหลวงสัตตบุษย์ (ดอกสีขาวบริสุทธิ์ กลีบซ้อนแน่น กลิ่นหอมแรง) สองชนิดแรกนิยมปลูกกันมาก แต่สองชนิดหลังเรียก อีกอย่างว่า "บัวฉัตร" มีผู้ปลูกน้อยกว่า (วิชิต สุวรรณปรีชา. 2537)

## 2.2 อนุกรมวิธานของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช

บัวหลวง มีชื่อสามัญเรียกกันทั่วไปว่า Lotus สำหรับในประเทศไทยนอกจากคำว่าบัวหลวงแล้ว คนโบราณมักจะใช้ชื่อภาษาสันสกฤตเรียก "ปทุม" หรือ "ปทุมชาติ" (สุปราณี วนิชชานนท์. 2540) จัดอยู่ในสกุล Nelumbo ในวงศ์ Nelumbonaceae และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Nelumbo nucifera* (ภาพที่ 2.1 และ 2.2) จัดเป็นพรรณไม้น้ำเนื้ออ่อน และมีเหง้า (rhizome) ในดินใต้น้ำ อยู่ในแถบเขตร้อนและอบอุ่น มี vascular bundle กระจายคล้ายพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ในบริเวณเนื้อเยื่อ parenchyma มี intercellular space ในเซลล์มีน้ำยางอยู่ภายในเซลล์หลายเซลล์ (จารีย์ หอยทอง. 2519)

**ภาพที่ 2.1** โครงสร้างของดอกบัวหลวง
**ที่มา: สุปราณี วนิชชานนท์. 2541**




**ภาพที่ 2.2** ส่วนต่างๆ ของดอกบัวหลวง
**ที่มา: สุปราณี วนิชชานนท์. 2540**

บัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nelumbo nucifera* Gaertn. และมีชื่อสามัญว่า Roseum Plenum มีลักษณะประจำพันธุ์ คือ มีกลีบดอกสีชมพู ขณะตูมมีรูปร่าง แบบรูปไข่ทรงป้อม บัวหลวงต้องการแสงแดดกึ่งร่มกึ่งแดดถึงเต็มที่ ไม่ฟักตัวในฤดูหนาวแต่มักมีศัตรูชนิดต่างๆ ทำลาย เช่นบุ้ง ไรแดง เพลี้ย และหนอน เจาะดูดน้ำเลี้ยง หรือกัดกินใบทำให้เข้าใจว่ามีการพักตัวในฤดูหนาว (เสริมลาภ วสุวัต. 2537) เมื่อบานเต็มที่จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอก 9.00-12.00 เซนติเมตร มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ก้านดอกมีลักษณะสีเหมือนก้านใบ และก้านดอกยาว 85.50 – 177.50 เซนติเมตร (จารีย์ หอยทอง. 2519)

สถานที่อยู่ตามธรรมชาติ บัวหลวงชมพูซ้อนทรงป้อม เจริญได้ดีในแหล่งน้ำที่มีความลึก 75-100 เซนติเมตร สภาพของน้ำนิ่งแต่มีการไหลถ่ายเทได้ น้ำมี pH 7.5 งอกงามดีเมื่อไม่มีวัชพืชน้ำปะปน (จารีย์ หอยทอง. 2519)

## 2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum')

### 2.3.1 ลักษณะภายนอก

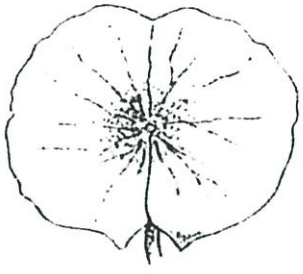
2.3.1.1 ลำต้น มีลักษณะเป็นเหง้า (rhizome) (ภาพที่ 2.3) อยู่ในโคลนลึก 5.00-15.00 เซนติเมตร ตรงข้อส่วนบนมีตา ใบ และดอกส่วนล่างมีราก ช่วงปล้องที่ทอดไปตามดินยาว 14.00-20.00 เซนติเมตร

2.3.1.2 ราก เป็นระบบรากฝอยออกจากข้อมีจำนวนมาก รากอ่อนมีสีขาว และหมวกรากใหญ่ รากแก่มีรากแขนงออกมา ความยาวของรากแก่ 3.00-7.00 เซนติเมตร

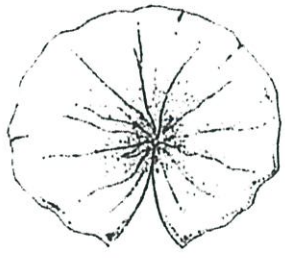
2.3.1.3 ใบ มีก้านใบแข็งและมีหนามสีแดงกระจายอยู่ทั่วไปตามความยาวของก้านใบและหนามจะลดน้อยลงในส่วนที่อยู่ในโคลน ก้านใบยาว 90.00-175.40 เซนติเมตร มีน้ำยางขาวเมื่อดึงถูกกับอากาศแล้วเหนียวเป็นเส้นใย ก้านใบติดกับตัวใบทางด้านใต้ตรงกลางใบ ใบมีรูปร่างเกือบกลมแต่มีส่วนเว้า (ภาพที่ 2.4) ขนาดของใบวัดจากส่วนกว้างที่สุด 36.00-58.50 เซนติเมตร ยาวจากฐานถึงปลาย 27.50-45.50 เซนติเมตร ยาวจากส่วนยื่นถึงปลาย 33.40-55.70 เซนติเมตร ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย (ภาพที่ 2.5) ใบด้านบนมีสีเขียว ด้านล่างมีสีเขียวนวลและเห็นเส้นใบชัดกว่าด้านบน แต่เส้นใบไม่นูนเด่นชัด และใบเป็นแบบ palmately netted venation

2.3.1.4 ดอก เป็นดอกเดี่ยวขนาดใหญ่สีชมพู ขณะตูมมีรูปร่างแบบรูปไข่ ทรงป้อม (ภาพที่ 2.6) เมื่อบานเต็มที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.00-12.00 เซนติเมตร การออกดอกมีลักษณะและสีเหมือนก้านใบ ก้านดอกมีความยาวประมาณ 85.50-177.50 เซนติเมตร การออกดอกมีน้อยมากเมื่อเทียบกับบัวหลวงขาวและบัวหลวงชมพู กลีบนอกมี 4-7 กลีบ รูปรี ขนาดเล็กเรียงตัวเป็นชั้น 2-3 ชั้นสับหว่างกัน ด้านนอกของกลีบจะมีสีเขียวปนชมพู ด้านในมีสีเขียวปนชมพูมากขึ้นเห็นเส้นกลีบมีขนาดใกล้เคียงกันจำนวนมากแต่ไม่นูนเด่นชัด เกสรตัวผู้ชั้นนอกๆ เป็นหมันโดยมีก้านชูเกสรตัวผู้ที่แบนบางและสีชมพูคล้ายกลีบในแต่มีขนาดเล็กกว่า ไม่มีอับเรณูแต่ตอนปลายมีส่วนยื่นออกมาซึ่งมีฐานเรียวเล็กส่วนปลายพองใหญ่สีขาวนวล เกสรตัวผู้ชั้นในเป็นชั้นที่ไม่เป็นหมัน มีอับเรณูแต่มีจำนวนน้อย 7-14 อัน เกสรตัวผู้ชั้นในมีก้านชูเกสรตัวผู้เป็นเส้นเรียวยาวสีเหลืองตอนบนมีอับเรณูสีเหลืองติดตามความยาวของแกน ส่วนปลายที่ยื่นมีฐานเล็ก แล้วส่วนบนใหญ่สีเหลืองนวล เกสรตัวเมียมีรังไข่และ carpel 16-18 อัน รังไข่สีเหลืองนวล ฝังตัวอยู่ที่ส่วนบนของฐาน

**ภาพที่ 2.3** เหง้าของบัวหลวง
ที่มา: สุปราณี วนิชชานนท์. 2541



**ภาพที่ 2.4** ลักษณะปลายใบเว้า ของบัวหลวง
ที่มา: สุปราณี วนิชชานนท์. 2541



ขอบใบเรียบย่น(undulate)

**ภาพที่ 2.5** ลักษณะใบย่นเป็นคลื่น ของบัวหลวง
ที่มา: สุปราณี วนิชชานนท์. 2541

**ภาพที่ 2.6** ลักษณะดอกทรงป้อม ของบัวหลวง
ที่มา: สุปราณี วนิชชานนท์. 2541

รองดอกรูปกรวยและอยู่ตามส่วนต่างๆ ของดอก การฝังตัวของรังไข่นี้ไม่ติดกัน ก้านชูเกสรสั้น ยอดเกสรตัวเมียเป็นแผ่นกลมสีเหลืองเป็นมันแข็งภายในแต่รังไข่มีไข่สีขาวนวล 1 อัน

2.3.1.5 ผล มีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับบัวหลวงขาวและบัวหลวงชมพูเป็นแบบ aggregate fruit มีขนาดกว้าง 3.50-4.00 เซนติเมตร สูง 4.00-5.00 เซนติเมตร มีเขียวเข้ม ผลย่อยเป็นแบบ nut มีเปลือกหนาและมีสีเขียว แต่ส่วนที่ฝังตัวอยู่ในฐานรองดอกมีสีเหลืองปนเขียว ผลย่อยมักไม่เจริญเต็มที่

2.3.1.6 เมล็ด ในผลย่อยเมล็ดไม่เจริญเต็มที่ มีเปลือกหุ้มหนาและนิ่มใบเลี้ยง 2 ใบ และต้นอ่อนขนาดเล็ก 1 ต้น

**2.3.2 ลักษณะภายใน**

2.3.2.1 ลำต้น ตัดเหง้าตามขวางพบว่ามีลักษณะค่อนข้างกลม แต่มีบางส่วนหยักเป็น lobe epidermis มีขนาดเล็กเรียงตัวเพียงชั้นเซลล์เดียว cortex มีเนื้อเยื่อ parenchyma แต่ชั้นนอกสุดของ cortex จะมีน้ำยางสะสมอยู่ stele เป็นแบบ atactostele มี vascular bundle แบบ collateral มีช่องอากาศขนาดใหญ่ 7 ช่อง เรียงเป็นวงโดยรอบช่องอากาศกลางลำต้น ส่วนช่องอากาศขนาดเล็กมีอยู่มากและกระจายอยู่โดยทั่วไปใน stele ระหว่างช่องอากาศขนาดใหญ่จะมี vascular bundle ขนาดใหญ่ ส่วน vascular bundle ที่อยู่ระหว่าง cortex และช่องอากาศจะมีขนาดเล็ก vascular bundle ประกอบด้วย xylem parenchyma, vessel, phloem parenchyma, sieve tube และ companion cell

2.3.2.2 ราก ลักษณะกลม epidermis เรียงตัวเพียงชั้นเซลล์เดียวใต้ลงไปเป็น hypodermis 1 ชั้นเซลล์ cortex ประกอบด้วย aerenchyma และมี astrosclereid แทรกเห็น endodermis ชัด ส่วน pericycle เห็นไม่ค่อยชัด stele เป็นแบบ ectophloic siphonostele มี vascular bundle แบบ alternate ซึ่งประกอบด้วย xylem parenchyma, vessel, phloem parenchyma, sieve tube และ companion cell บริเวณใจกลางรากมีเนื้อเยื่อ parenchyma

2.3.2.3 ใบ upper epidermis มีขนาดเล็กและด้านบนยื่นยาวเป็นหนามแหลม เรียงตัวเพียงชั้นเซลล์เดียว และมี guard cell แทรกอยู่เป็นระยะ ชั้น mesophyll ประกอบด้วย palisade cell เรียงตัวกันแน่นประมาณ 1-2 ชั้นเซลล์ ภายในมี chloroplast มาก ถัดลงไปเป็น spongy cell ภายในมี chloroplast เล็กน้อย เรียงตัวเป็นแถวหนาแน่นมากในบริเวณที่อยู่ใกล้ palisade เมื่ออยู่ห่างออกไปจะอยู่อย่างหลวม โดยมาก spongy จะเรียงตัวเป็นแถวเดียวจากด้านบนลงมาด้านล่างทำให้เกิดช่องอากาศขนาดใหญ่มากและเรียงตัวเป็นแถวเดียวอยู่ติด ๆ กัน ในเซลล์นี้จะมีเซลล์ให้น้ำยางและ vascular bundle ขนาดเล็กกระจายอยู่ vascular bundle ขนาดใหญ่จะอยู่ตรงบริเวณเส้นใบและเป็นแบบ collateral ประกอบด้วย xylem parenchyma, vessel, phloem parenchyma, sieve tube, companion cell บริเวณเส้นใบนี้จะมี vascular bundle ขนาดเล็กเรียงอยู่เป็นระยะและอยู่ใกล้กับ

palisade ชั้นนอกสุด spongy ที่ติดกับ lower epidermis จะมี น้ำยางสะสมอยู่ในเซลล์ด้วย lower epidermis มีขนาดไม่เท่ากัน บริเวณที่ตัวใบจะมีขนาดเล็กกว่าที่เส้นใบ ไม่มีขนและ guard cell เลย

2.3.2.4 ก้านใบ รูปร่างเกือบกลม epidermis มีขนาดเล็กเรียงตัวเพียงชั้นเซลล์เดียว cortex ประกอบด้วย sclerenchyma 2-3 ชั้นเซลล์ ซึ่งชั้นนอกสุดเป็นชั้นที่สะสมน้ำยาง ชั้นเซลล์ที่อยู่ถัดออกมาเป็น parenchyma stele เป็นแบบ atactostele มี vascular bundle ชนิด collatoral มีช่องอากาศขนาดใหญ่ 4 ช่องเรียงเป็นวงรอบช่องอากาศกลางก้าน มีช่องอากาศขนาดรองลงมาอีก 4 ช่อง ส่วนช่องอากาศขนาดเล็กมีจำนวนมากและกระจายอยู่ทั่วไป vascular bundle ที่กระจายอยู่ระหว่างช่องอากาศต่างๆ มีขนาดใหญ่ ส่วนที่อยู่ระหว่าง cortex กับช่องอากาศมีขนาดเล็ก vascular bundle ประกอบด้วย xylem parenchyma,vessel,phloem parenchyma, sieve tube และ companion cell พบน้ำยางสะสมอยู่ในบางเซลล์บริเวณ vascular tissue ด้วย

2.3.2.5 ก้านดอก รูปร่างเกือบกลม epidermis cell มีขนาดเล็กเรียงตัวเพียงชั้นเซลล์เดียว cortex ประกอบด้วย sclerenchyma cell 2-3 ชั้นเซลล์ ซึ่งชั้นบนสุดจะสะสมน้ำยาง ถัดเข้ามามี parenchyma ขนาดใหญ่ stele เป็นแบบ atactostele มี vascular bundle แบบ collatoral มีช่องอากาศขนาดใหญ่ 7-8 ช่องเรียงเป็นวงรอบช่องอากาศกลางก้านขนาดเล็ก 1 ช่อง ระหว่างช่องอากาศขนาดใหญ่นี้ทางด้านบนจะมีช่องอากาศขนาดกลางกระจายอยู่เป็นคู่ ส่วนช่องอากาศขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไปจำนวนมาก vascular bundle ที่อยู่ระหว่างช่องอากาศมีขนาดใหญ่และที่อยู่ระหว่าง cortex กับช่องอากาศขนาดเล็ก vascular bundle ประกอบด้วย xylem parenchyma, vessel, phloem parenchyma, sieve tube และ companion cell นอกจากนี้พบน้ำยางสะสมอยู่ในบางส่วนของ vascular bundle ด้วย (จารีย์ หอยทอง. 2519)

## 2.4 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของดอกไม้ตัดดอก

การเสื่อมคุณภาพของไม้ตัดดอกขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งก่อนเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว การที่ไม้ตัดดอกจะมีคุณภาพที่ดี และมีอายุการใช้ประโยชน์ที่ยาวนานนั้น ต้องมีการปฏิบัติที่ดีและถูกต้องกับชนิดของดอกไม้อีกด้วย สาเหตุการสูญเสียอันจะเกิดกับดอกไม้ ซึ่งมีหลายสาเหตุเช่น

2.4.1 การหายใจ การหายใจของสิ่งมีชีวิตเป็นกระบวนการของปฏิกิริยาทางเคมีที่อาศัยเอมไซม์เป็นตัวเร่ง และใช้ออกซิเจนออกซิไดส์น้ำตาลให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานจำนวนหนึ่งออกมาด้วย น้ำที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหายใจมีจำนวนน้อยไม่ค่อยมีความสำคัญมากนัก ปัจจัยที่สำคัญคือ น้ำตาล หรือสารอาหารที่ถูกออกซิไดส์ผ่านกระบวนการหายใจร่วมกับออกซิเจนให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ดำรงชีวิตต่อไป (นิธิยา รัตนาปนนท์ และ คนัย บุณยเกียรติ. 2537)

การหายใจเป็นกระบวนการสลายอินทรีย์วัตถุที่สะสมของพืชในรูปคาร์โบไฮเดรท โปรตีน และไขมัน โดยก๊าซออกซิเจนเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงาน จัดว่าเป็นกระบวนการทำลายอาหารสะสมไว้ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อพืช (จิรา ณ หนองคาย. 2531) เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตออกมาจากต้นแล้วอาหารสะสมจะมีอยู่อย่างจำกัด ไม่สามารถสร้างใหม่ได้ ถ้าอาหารถูกใช้หมดไปความมีชีวิตก็จะจบสิ้นลง (จริงแท้ ศิริพานิช. 2541) ดังนั้น อัตราการหายใจของดอกไม้สามารถใช้เป็นตัวแสดงอายุการใช้งานของดอกไม้ ดอกไม้ที่มีอัตราการหายใจสูงอายุการใช้งานของดอกไม้ก็จะสั้นกว่าดอกไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำ (สายชล เกตุษา. 2531)

**2.4.2 ภาวะสมดุลของน้ำ** ปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ในก้านดอกภายหลังการตัดออกจากต้น จะใช้ไปเพื่อให้เซลล์มีชีวิตอยู่ได้และบางส่วนของน้ำจะระเหยออกทางรูใบ ทำให้ปริมาณน้ำลดน้อยลง ถ้าอากาศแห้งหรือร้อนจัด หรือมีลมพัดแรงจะยิ่งทำให้น้ำระเหยออกไปได้เร็วขึ้น ดอกไม้ที่ไม่ได้รับน้ำทดแทนจากภายนอกจะเหี่ยว และมีอายุการใช้งานสั้นลง จึงต้องควบคุมอัตราการคายน้ำของดอกไม้ให้สูญเสียน้ำน้อยที่สุด และมีการให้น้ำแก่ดอกไม้โดยการนำโคนก้านดอกไม้ไปแช่น้ำเพื่อจะได้ดูดน้ำเข้าไปทดแทนน้ำที่สูญเสียไปเนื่องจากการคายน้ำ ทำให้เกิดภาวะสมดุลของน้ำภายในก้านดอก ซึ่งเกี่ยวข้องกับอัตราการดูดซึมของน้ำ การขนย้าย อัตราการระเหยของน้ำ และความสามารถของเนื้อเยื่อดอกไม้ที่จะอุ้มน้ำไว้ได้ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาที่มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน (นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2537)

**2.4.3 การสูญเสียน้ำของดอกไม้** การสูญเสียน้ำของดอกไม้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม และปัจจัยภายในดอกไม้เองสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่ออัตราการคายน้ำของดอกไม้ ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อุณหภูมิ กระแสลม ความดันของบรรยากาศ ความแตกต่างของความดันไอ และความสว่าง

2.4.3.1 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และอุณหภูมิ ดอกไม้ที่อยู่ในสภาวะที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จะสูญเสียน้ำได้อย่างรวดเร็ว ถ้าอยู่ในสภาวะที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง การสูญเสียน้ำจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ อุณหภูมิก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศด้วย เพราะปริมาณน้ำที่อากาศสามารถอุ้มไว้ได้จนถึงจุดอิ่มตัวจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น กระแสลม ความดันของบรรยากาศ ความแตกต่างของความดันไอ และความสว่าง

2.4.3.2 การเคลื่อนที่ของกระแสลม การมีลมพัดแรงจะช่วยทำให้น้ำระเหยออกทางรูใบได้อย่างรวดเร็ว กระแสลมจะช่วยพาอากาศที่มีความชื้นสูงออกไป และพาอากาศที่มีความชื้นต่ำเข้ามาแทนที่ ทำให้ดอกไม้มีการคายน้ำอยู่ตลอดเวลา

2.4.3.3 ความดันของบรรยากาศ น้ำจะระเหยเป็นไอน้ำได้เร็วที่ความดันต่ำ และ

ระเหยได้ช้าที่ความดันสูง ดังนั้นอัตราการคายน้ำจะแปรผกผันกับความดันของบรรยากาศ ถ้าความดันของบรรยากาศลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำของดอกไม้จะเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นที่อุณหภูมิสูงความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และความดันของอากาศต่ำ ดอกไม้จะคายน้ำได้เร็วที่สุด

2.4.3.4 แสงสว่าง แสงสว่างช่วยทำให้มีการคายน้ำได้ดีขึ้น เพราะทำให้รูใบเปิด ดอกกุหลาบที่เก็บไว้ในสภาวะที่มีแสง 12 ชั่วโมง และมืด 12 ชั่วโมง จะคายน้ำมากกว่าดอกกุหลาบที่เก็บไว้ที่มืดตลอดเวลาประมาณ 5 เท่า

2.4.3.5 ความแตกต่างของความดันไอ (Vapour Rressure Dificit,VPD) ความแตกต่างของความดันไอน้ำ ก็มีผลต่อการสูญเสียน้ำ ซึ่งผันแปรขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและปริมาณน้ำในดอกไม้ สภาวะที่มีความแตกต่างของความดันไอ 16,000 มิลลิเมตรปรอท ดอกกุหลาบแต่ละดอกจะคายน้ำประมาณ 9 ถึง 12 กรัมต่อวัน และดอกคาร์เนชั่นแต่ละดอกจะคายน้ำ 6 ถึง 7 กรัมต่อวัน แต่ถ้าความแตกต่างของความดันไอลดลงเหลือ 6,700 มิลลิเมตรปรอท ดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นแต่ละดอกจะคายน้ำลดลงเหลือ 4 ถึง 6 กรัม และ 3 ถึง 4 กรัมต่อวัน ตามลำดับ

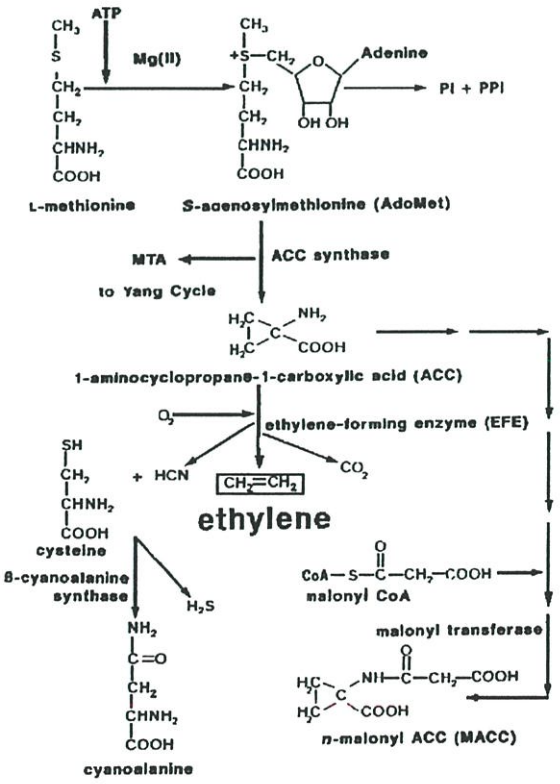
2.4.3.6 ปัจจัยอื่นๆ ใบที่ติดอยู่กับก้านดอกก็มีผลต่อการคายน้ำ ดอกกุหลาบที่ปลิดใบออกหมด การคายน้ำจะลดลง 78 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดอกคาร์เนชั่นลดลง 60 เปอร์เซ็นต์ การที่ดอกคาร์เนชั่นมีการคายน้ำลดลงน้อยอาจเนื่องจากน้ำสามารถระเหยออกตามก้านดอกคาร์เนชั่นได้ด้วย และใบคาร์เนชั่นเรียวเล็กกว่าและมีสารเคลือบใบหนากว่าใบกุหลาบ

ความสามารถในการอุ้มน้ำของดอกไม้ยังผันแปรตามอายุและการเปลี่ยนแปลงผนังเซลล์ของกลีบดอก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้มีผลทำให้เกิดการสูญเสียสภาพการยอมให้น้ำผ่านผนังเซลล์ ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ได้ง่ายขึ้น ทำให้ไอออนภายในเซลล์มีความเข้มข้นมากขึ้น และทำให้เซลล์เกิดการขาดน้ำซึ่งมีผลต่อการขาดน้ำของกลีบดอกด้วย ภาวะการสมดุลของน้ำยังเกี่ยวข้องกับออสโมซิสของเซลล์ด้วย ขณะที่ดอกคาร์เนชั่นร่วงโรยออสโมซิสของเซลล์จะลดลง การให้น้ำตาลหรือไอออนต่างๆ จะช่วยปรับปรุงภาวะการสมดุลของน้ำ และออสโมซิสของเซลล์ให้ดีขึ้น ทำให้ดอกไม้เหี่ยวช้าลง (นิธิยา รัตนาปนนท์ และ ดนัย บุณยเกียรติ. 2537)

2.4.4 Ethylene เป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่มีสถานะเป็นก๊าซ มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_2H_4$ มีน้ำหนักโมเลกุล 28 (กนิษฐ์ ปรุงเรือน. 2545) ethylene มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของพืช (Mattoo and Suttle.1991) ethylene มีการเพิ่มขึ้นในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งการหายใจของผลไม้ การงอกของเมล็ด การชราภาพและการหลุดร่วงของใบและดอก (Bennett and O'Neill.1990) ดอกไม้จะมีการสังเคราะห์ ethylene สูงขึ้นมากระหว่างการชราภาพ และดอกไม้แต่ละชนิดจะตอบสนองต่อ ethylene ในระดับความไวที่ต่างกัน ดอกไม้ที่มีอายุเข้าสู่ระยะร่วงโรยจะมีความไวต่อการตอบสนอง ethylene เพิ่มมากขึ้น (กนิษฐ์ ปรุงเรือน. 2545)

โดยทั่วไปพืชจะสร้าง ethylene มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูง แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะยับยั้งการสร้าง ethylene และพืชจะสร้าง ethylene น้อยเมื่ออุณหภูมิต่ำ การสร้าง ethylene ของดอกไม้แต่ละชนิด และแต่ละส่วนของดอกไม้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมแตกต่างกัน

ขั้นตอนในการสังเคราะห์ ethylene นั้น เริ่มต้นจาก methionine ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาเป็นกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ โดยผ่านสารตัวกลาง คือ S-adenosyl methionine (SAM) โดยอาศัยเอมไซม์ SAM synthase ซึ่งจะมีการใช้ ATP ในกระบวนการ 1 โมเลกุล สารที่เกิดขึ้นจะแตกตัวเป็น 5, S-methylthioadenosine และกรด 1-aminoeyclopropane -1-carboxylic acid (ACC) โดยอาศัยเอมไซม์ กรด 1-aminoeyclopropane -1- carboxylic acid synthase (ACC synthase)ซึ่งกรดอะมิโนที่เกิดขึ้นจะแตกตัวไปเป็น ethylene โดยเอมไซม์ ACC oxidase (ภาพที่ 2.7) (Bennett and O'Neill.1990) อุณหภูมิไม่เพียงแต่มีผลต่อการสร้าง ethylene เท่านั้น แต่ยังมีผลต่อการทำงานของ ethylene อีกด้วย อุณหภูมิสูงทำให้ดอกไม้มีความไวต่อ ethylene มากขึ้น และอุณหภูมิต่ำทำให้ดอกไม้มีความไวต่อ ethylene ลดลง ดังนั้นดอกไม้อยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงและความเข้มข้นของ ethylene มาก จะทำให้ดอกไม้หมดอายุการใช้งานเร็วขึ้น




**ภาพที่ 2.7 ขั้นตอนการสังเคราะห์ ethylene**

ที่มา :Abeles.*et.al.*1992

## 2.5 ลักษณะการสูญเสียของไม้ตัดดอก

ปัจจุบันแนวโน้มการส่งออกในตลาดต่างประเทศมากขึ้น โดยเฉพาะสิงคโปร์ และฮ่องกง มีความต้องการดอกบัวหลวงมาก แต่ดอกบัวที่ส่งออกไปมีปัญหาเรื่องคุณภาพของดอก ซึ่งดอกไม้โดยทั่วไปนั้น คุณภาพภายหลังตัดจากต้นขึ้นอยู่กับสภาวะก่อนเก็บเกี่ยว ได้แก่ น้ำ อาหารที่สะสมในดอก ความเข้มแสงและอุณหภูมิ (Holley. 1963) และขึ้นอยู่กับสภาวะหลังการเก็บเกี่ยวได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และชีวเคมีของดอกไม้ ตลอดจนสภาพแวดล้อมและวิธีปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2526) สำหรับดอกบัวนั้นมีลักษณะการสูญเสียคุณภาพที่ทำให้การใช้ประโยชน์ได้น้อยวัน เนื่องจากสาเหตุดังนี้

**2.5.1 กลีบดอกเป็นจุดดำ** กลีบดอกเป็นจุดดำ ที่กลีบดอกบัวเป็นผลทำให้ลดคุณค่าตั้งแต่การซื้อการขาย สาเหตุเนื่องจากดอกบัวเป็นดอกไม้ที่มียาง โดยเฉพาะเห็นชัดที่ก้านดอก บริเวณรอยตัด น้ำยางที่พบเกิดขึ้นใน laticifer หรือเรียกว่าท่อน้ำยาง มีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยวๆ หรือหลายๆ เซลล์ติดต่อกันลักษณะคล้ายท่อ ภายในมีน้ำยางข้นสีขาวเรียก latex น้ำยางประกอบด้วยเนื้อยาง โปรตีน เรซิน เม็ดแป้ง พบมากในบริเวณท่ออาหาร เมื่อส่วนที่มีน้ำยางเกิดรอยช้ำหรือบาดแผล น้ำยางไหลออกมาถูกกับอากาศจะมีสีคล้ำและเหนียวติดกันเป็นสายเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ขบวนการส่งเสริมการเปลี่ยนสีนี้คือ การเกิดบาดแผล ความร้อน ความมืด และการขาดน้ำหลังการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้การช้ำของพืชเป็นต้นเหตุให้พืชผลิต ethylene เร่งให้ดอกเหี่ยวเร็วยิ่งขึ้น (ช.ณิฎฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. 2538)

**2.5.2 การเปลี่ยนสีของดอก** ดอกบัวสีขาวนั้นมีกลีบดอกชั้นนอก 4-7 กลีบ เรียงตัวเป็น 2-3 ชั้นอยู่สับหว่างกัน ด้านนอกของกลีบมีสีขาวปนเขียว ส่วนกลีบในมีสีเหลืองปนเขียว กลีบในมีประมาณ 12-16 กลีบ เรียงตัวเป็นชั้นรอบฐานรองดอก ส่วนดอกบัวสีชมพู กลีบนอกมีสีเขียวปนชมพู กลีบในมีสีชมพูโดยตลอด แต่โคนกลีบมีสีขาวปนเหลืองเล็กน้อย (จารีย์ หอยทอง. 2519) ดอกบัวเป็นดอกไม้ที่นิยมใช้ในขณะที่ยังเป็นดอกตูม ดังนั้นความสดใสของสีกลีบดอกชั้นนอกจึงเป็นเรื่องสำคัญ ในขณะที่ดอกบัวมีลักษณะตามธรรมชาติหลังการเก็บเกี่ยวแล้วสีกลีบดอกชั้นนอกจะจางเร็วมากโดยเฉพาะสีเขียว ภายในระยะเวลาเพียง 1-2 วันเท่านั้น ถ้าต้องการให้ปักแจกันได้ต่อไป จำเป็นต้องเด็ดกลีบดอกที่เสื่อมคุณภาพนั้นออกไปเรื่อยๆ (ช.ณิฎฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. 2538)

การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกเป็นปัญหาในระหว่างการใช้ประโยชน์และการเก็บรักษา ดอกไม้ที่มีสีแดงและสีม่วงหรือสีน้ำเงิน จะมีปัญหามากที่สุดเพราะสีแดงและสีม่วงหรือสีน้ำเงินนี้เกิดขึ้นจากรงควัตถุพวกแอนโธไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งเปลี่ยนแปลงสีได้ตาม pH (ความเป็นกรดเป็นด่าง) ภายในเซลล์ของกลีบดอกถ้า pH ต่ำกว่า 3.00 แอนโธไซยานินจะเป็นสีแดง ถ้า pH สูงกว่า 7.0 แอนโธไซยานินจะเป็นสีน้ำเงินหรือม่วง สาเหตุของการเปลี่ยนแปลง pH นี้ บางรายกล่าวว่าเนื่องจากการขาดน้ำทำให้การสังเคราะห์โปรตีนผิดไป เกิดการสะสมแอมโมเนียสภาพภายในเซลล์

เกิดเป็นด่าง บางรายกล่าวว่า เมื่อคาร์โบไฮเดรทในกลีบดอกหมดไปจำเป็นต้องใช้โปรตีนเป็นอาหารสำหรับการหายใจ จึงทำให้เกิดการสะสมแอมโมเนีย อย่างไรก็ตามเชื่อว่าแอมโมเนียเป็นสาเหตุให้ pH ภายในเซลล์เพิ่มขึ้น ทำให้รงควัตถุเปลี่ยนแปลงจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. 2538)

สารสีในพืช พบในคลอโรพลาสต์ ซึ่งอยู่ใน lamellae โดยมากพบคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งจะอยู่ใน organell (ส่วนของเซลล์ที่มีหน้าที่เฉพาะ) เล็กๆ เป็นโครงสร้างที่มีรูปร่างทำกิจกรรมต่างๆ อันแสดงถึงภาวะการมีชีวิตภายในเซลล์ที่เรียกว่าคลอโรพลาสต์ (chloroplast) โดยอยู่ที่ผนังชั้นในของคลอโรพลาสต์ ผนังชั้นในของคลอโรพลาสต์ประกอบด้วยลิปิด (lipid) และโปรตีน (protein) ด้วยโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ ประกอบด้วยส่วนหัวที่เรียกว่า prophyrin ซึ่งชอบน้ำและส่วนหางที่เรียกว่า phytol ซึ่งชอบไขมัน ดังนั้นส่วนหัวของคลอโรฟิลล์จะฝังตัวอยู่ที่ส่วนโปรตีนและส่วนหางจะฝังตัวที่ส่วนลิปิด (Gardner.*et.al.* 1985)

ตามปกติคลอโรฟิลล์ถูกสร้างขึ้นและสลายตัวตลอดเวลา ในระหว่างการเสื่อมสภาพของเซลล์ (senescence) การสลายตัวจะเกิดขึ้นมาก กลไกยังไม่ทราบแน่ชัด จริงแท้ ศิริพานิช (2541) รายงานไว้ว่า อาจเกิดมาจาก

2.5.2.1 สภาพกรด ทำให้อะตอมของแมกนีเซี่ยม (Mg) หลุดออกไปจากหัว ได้สาร pheophytin ซึ่งยังมีสีเขียวอยู่

2.5.2.2 การทำงานของเอมไซม์ chlorophyllase จะแยกส่วนหัวและส่วนหางของโมเลกุลคลอโรฟิลล์ออกจากกัน แต่ยังคงมีสีเขียวอยู่ สีเขียวของคลอโรฟิลล์จะหมดไปต่อเมื่อ

2.5.2.3 double bond ในวงแหวน porphyrin ถูกทำลายลง ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยการออกซิไดส์ออกซิเจน

ปัจจัยอย่างหนึ่งที่เชื่อว่าเป็นตัวกระตุ้นให้คลอโรฟิลล์สลายตัวเร็วคือเอธิลีน (ethylene) แต่ยังไม่ทราบกลไกแน่ชัดดังกล่าวข้างต้น ส่วนกลีบดอกที่มีสีสวยงามเป็นที่ล่อตาของแมลงต่างๆ นั้นเกิดมาจากสีของสารสีในคลอโรพลาสต์พวก carotenoid และใน cell sep (ของเหลวในแวคคิวโอล) ได้แก่พวก flavonoid ที่สำคัญคือ anthocyanin ซึ่งอาจเปลี่ยนไปได้ตามสภาพแวดล้อม เป็นต้นว่าสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของ cell sep เป็นต้น (เทียมใจ คมกฤส. 2541)

**2.5.3 การเหี่ยวของกลีบดอก** การเหี่ยวของกลีบดอก โดยเฉพาะกลีบดอกชั้นนอกของดอกบัว จะสังเกตเห็นได้พร้อมๆ กับการจางของสีดอก การเหี่ยวของดอกบัวมีหลายสาเหตุ เช่น

2.5.3.1 ก้านดอกดูดน้ำได้น้อย ดอกบัวเป็นดอกไม้ที่มียาง ดังนั้นก้านดอกเมื่อโดนหักออกจากต้นทำให้น้ำยางไหลออกมาอุดตันท่อน้ำของก้านดอกบัวได้ อีกทั้งการตัดโดนก้านดอกทำให้เกิดรอยแผล อาหารจากท่ออาหารไหลออกมาได้ง่าย และกลายเป็นอาหารให้จุลินทรีย์ ยิ่งถ้าโดนก้านดอกซ้ำจากการเก็บเกี่ยวไม่ถูกต้อง จะทำให้ก้านดอกเน่าได้ (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. 2538)

2.5.3.2 การขาดน้ำหลังการเก็บเกี่ยว ผู้ปลูกดอกบัวไม่มีการให้น้ำดอกบัวเลยหลังจากหักก้านดอกออกจากต้น ดอกบัวอาจได้รับการแช่น้ำแข็งเมื่อถึงผู้ขายปลีก ซึ่งใช้ระยะเวลาหลายชั่วโมง ดังนั้นดอกบัวจึงเกิดการขาดน้ำนานจนเกิดฟองอากาศขึ้นภายในท่อน้ำ เมื่อมีการตัดก้านดอกออกไปบ้างแล้วก่อนผู้ขายปลีกจะแช่ก้านดอกบัวในน้ำ ฟองอากาศนั้นอาจมีระยะทางมากจนตัดทิ้งไม่หมด จึงทำให้โมเลกุลของน้ำในภาชนะที่แช่ก้านดอกและโมเลกุลของน้ำในท่อน้ำของก้านดอกไม่สามารถดึงดูดถึงกันได้ น้ำที่ให้ไปจึงไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นไปได้ ดอกไม้จึงขาดน้ำ นอกจากเซลล์จะเหี่ยวเนื่องจากขาดน้ำแล้ว การขาดน้ำเป็นสาเหตุให้พืชผลิตเอธิลีนเพิ่มขึ้นด้วย (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ และคนึงนิจ พิชญานนท์. 2544)

2.5.3.3 การระเหยน้ำและการดูดน้ำ น้ำมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกันเอง เรียกว่า cohesion ดังนั้นเมื่อน้ำระเหยออกไปสู่ภายนอกปากใบ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า การคายน้ำ (transpiration) ซึ่งขณะที่มีการคายน้ำทางปากใบ จะทำให้เกิดแรงดึง แรงดึงจากการสูญเสียน้ำนี้เรียกว่า แรงดึงจากการคายน้ำ (transpiration pull) ทำให้พืชสามารถดูดน้ำหลังการเก็บเกี่ยวสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) การระเหยน้ำ ดอกไม้เมื่อเก็บเกี่ยวมาจากต้นแล้วทุกส่วนยังคงสัมผัสกับอากาศเหมือนเมื่อยังติดอยู่กับต้น ดังนั้นยังคงมีการถ่ายเทความชื้นระหว่างส่วนของพืชกับอากาศ ถ้าอากาศรอบๆ ดอกไม้มีความชื้นน้อยกว่าในดอกไม้ ความชื้นในดอกไม้จะเคลื่อนออกไป ซึ่งก็คือการระเหยน้ำนั่นเอง นอกจากส่วนของพืชปกติที่สัมผัสกับอากาศแล้ว ไม้ตัดดอกยังมีรอยแผลที่โคนก้านดอก ซึ่งจะเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการสูญเสียได้มากขึ้น (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. 2538)

2) การดูดน้ำ ตามปกติเมื่อดอกไม้ยังติดอยู่กับต้น การเคลื่อนที่ของน้ำจากส่วนของพืชออกไปภายนอกจะมีการดึงน้ำจากส่วนอื่นๆ ที่ต่อเนื่องภายในส่วนของพืชนั้นเข้ามาแทนที่ และต่อเนื่องจนถึงรากทำให้เกิดการดูดน้ำจากรากขึ้นไปในต้นพืช แต่เมื่อมีการเก็บเกี่ยวดอกไม้ออกมาจากต้นถ้าไม่มีการแช่โคนก้านดอกในน้ำก็จะไม่มีน้ำเข้าไปแทนที่น้ำที่สูญเสียดอกไม้จะมีน้ำลดลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งเหี่ยวในที่สุด ดังนั้นจึงควรแช่โคนก้านดอกในน้ำทันทีหลังจากเก็บเกี่ยวจากต้น (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. 2538)

**2.5.4 การร่วงของกลีบดอก** กลีบดอกของดอกบัวหลุดร่วงได้ง่ายมาก โดยเฉพาะกลีบชั้นนอกๆ ซึ่งการร่วงอาจมีสาเหตุจากการขาดน้ำ ซึ่งชักนำให้เกิดการผลิต ethylene และ ethylene มีผลทำให้กลีบดอกร่วงแต่ยังไม่มีรายงานยืนยันเรื่องการร่วงของส่วนของพืชไว้ชัดเจน

การร่วงของดอกมีหลักเช่นเดียวกับการร่วงของใบ ในบริเวณที่เป็น abscission zone ในกลีบดอกมักจะเล็กแคบลง ก่อนการร่วงอาจไม่มีการแบ่งเซลล์เกิดขึ้น และ separation layer ก็มักจะไม่ค่อยเกิดขึ้นด้วย เซลล์ในชั้นนี้จะมีขนาดเล็ก มีแวคคิวโอลเล็ก และติดกันแน่น ภายในเซลล์อาจมีคลอโรพลาสต์ หรือโครโมพลาสต์ และผลึกเซลล์มีรูปกลมหลายเหลี่ยม หรือแบน ถ้าส่วนของกลีบ

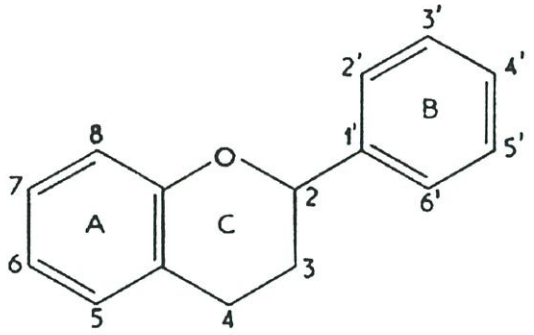
ดอกเล็กลงมากๆ ใต้ epidermis จะมี collenchyma เกิดขึ้น โดยทั่วไปกลีบจะหลุดออกได้เนื่องจากว่า middle lamella อ่อนตัวลง และมีการแบ่งเซลล์แต่จะไม่มีชั้นของซูเบอริน หรือมีคอร์กเกิดขึ้น ส่วนกลีบเลี้ยงก็จะร่วงในลักษณะเดียวกันกับกลีบดอก (เทียมใจ คมกฤส. 2541)

การร่วงตรงบริเวณ abscision layer ได้นี้ เกิดขึ้นเนื่องจากการที่คุณสมบัติทางเคมีของผนังเซลล์เปลี่ยนแปลงไป โดยมีการเปลี่ยนแปลงจากแคลเซี่ยมเพกเทตเป็นกรดเพกทิกและเป็นเพกทิน ซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้ โดยที่เซลลูโลสจะยังอยู่ตามเดิม แต่ว่าจะมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ลดลง พวกเจลาทิน หรือ middle lamella และบางส่วนของผนังเซลล์ชั้นแรกละลาย หรือว่าทั้งเซลล์ละลายหายไป (ช.ณิฎฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2538)

จากการวิจัยเกี่ยวกับสารที่เกี่ยวข้องกับการร่วง พบว่าสารที่มีส่วนเกี่ยวข้องมากที่สุดคือ ออกซิน กับ เอธิลีน ส่วนสารอื่นเช่น จิบเบอเรลลิน ไซโทไคนิน และกรดแอบไซสิคยังไม่รายงานแน่ชัด ถ้าใส่ออกซินจะช่วยให้เกิดการร่วงช้าขึ้น นอกจากนี้ออกซินยังช่วยไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพไปเป็น abscision zone ขึ้นด้วย (ช.ณิฎฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2538) ส่วน ethylene เป็นตัวการสำคัญที่จะทำให้เกิดการร่วงขึ้น (เทียมใจ คมกฤส. 2541) จะเห็นได้ว่าเอธิลีนมีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากในการทำให้ดอกไม้เสื่อมสภาพสี และดอกผิดปกติ กลีบดอกและใบร่วง กรดแอบไซสิค (abscission acid) เป็นฮอร์โมนพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีผลทำให้เกิดการร่วงของดอกและใบ นอกจากนี้การลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยวเป็นสิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่จะช่วยรักษาอาหารสะสมไว้กับดอกไม้ได้นานขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ดอกไม้มีอายุการใช้ประโยชน์ได้นานขึ้น และในขั้นตอนขนส่งการบรรจุหีบห่อที่เหมาะสมจะช่วยลดความช้ำของดอกไม้ ช่วยลดการผลิต ethylene และยังสามารถกำจัด ethylene ได้ด้วย (ช.ณิฎฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2538)

## 2.6 แอนโธไซยานิน (Anthocyanin)

เป็นกลุ่มของสารสีที่มีบทบาทอย่างมากในพืช ซึ่งให้สีชมพู, แดงสด, แดง, ม่วงคราม, ม่วง และสีน้ำเงิน ในส่วนของกลีบดอก, ใบ, ราก, ผล และเมล็ด (Fosket. 1944: Harborne. 1973) แอนโธไซยานินมีรากศัพท์มาจากภาษา กรีก antho แปลว่า ดอกไม้ และ kyanos แปลว่า สี น้ำเงิน สารกลุ่มนี้จัดอยู่ในตระกูลของสารพวกฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เนื่องจากมีโครงสร้างหลักเป็น flavan nucleus ต่ออยู่กับวงอะโรมาติก 2 วงเชื่อมกันโดย 3 carbon unit ดังภาพที่ 2.8 (Gross. 1987) ฟลาโวนอยด์ที่พบมีมากกว่า 4,500 ชนิด พบใน vacuole (Buchanan. 2000) แต่มีเพียง 260 ชนิด ที่แสดงคุณสมบัติเป็นแอนโธไซยานิน (Grisebach. 1982) โดยปกติแอนโธไซยานิดินจะไม่พบเป็นอิสระในเนื้อเยื่อของพืช และแอนโธไซยานิดินแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามจำนวนหมู่ไฮดรอกซี (hydroxyl group) และจำนวนเมทอกซี (methyl group) ดังนั้นการแบ่งชนิดของ แอนโธไซยานิดิน จึงพิจารณาจากตำแหน่ง และจำนวนของหมู่ไฮดรอกซี และหมู่เมทอกซีในโมเลกุล ซึ่งจากการ

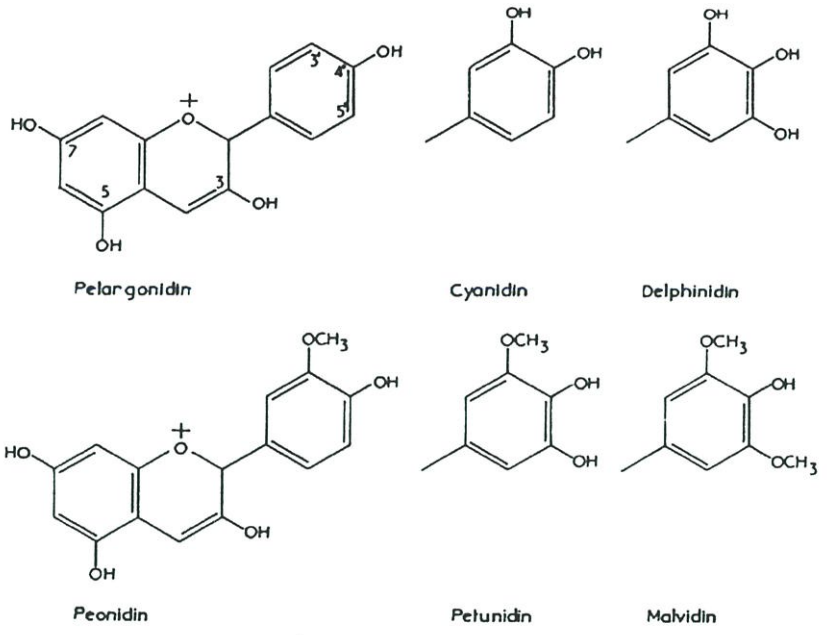



**ภาพที่ 2.8** โครงสร้างหลักของสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์
ที่มา: Gross. 1987

ศึกษาแล้วในปัจจุบันพบว่ามีอยู่ 18 ชนิด แต่ที่มักพบเป็น aglycone ของแอนโธไซยานินจะมีอยู่ 6 ชนิด ดังแสดงในภาพที่ 2.9 และมีขั้นตอนการสังเคราะห์ ดังแสดงใน ภาพที่ 2.10 (Gross. 1987)

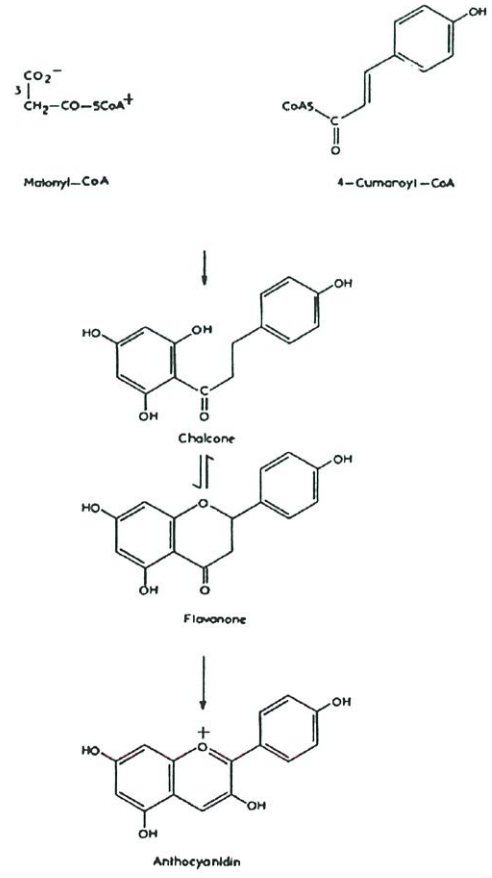
แอนโธไซยานินจัดเป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีโครงสร้างหลักเป็น $C_6C_3C_6$ (Lea and Leegood. 1993) แอนโธไซยานินมักมีโมเลกุลของน้ำตาลเกาะที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 น้ำตาลที่จับกับแอนโธไซยานิดีน อาจเป็น monosaccharide ได้แก่ glucose rhamnose galactose xylose ได้แก่ pelargonidin cyanidin peonidin delphindin petunidin และ malvidin ดังรูปที่ 2.4 (Gross. 1987) ดังนั้นเรียกแอนโธไซยานิดีนเหล่านี้ว่าโมโนเมอริค แอนโธไซยานิน (Harbertson and Adams. 2004)

สำหรับการดูดกลืนแสงในช่วงที่มองเห็นได้ของ pelargonidin, cyanidin และ delphindin (ใน 0.01% HCL ของ methanol) ดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 520, 535 และ 546 นาโนเมตร โดย pelargonidin จะแสดงค่าสีส้ม, สีชมพู และสีแดงสด cyanidin จะแสดงค่าสีแดงเลือดนก, สีม่วงแดง และสีแดงเข้ม และ delphindin จะแสดงค่าสีน้ำเงิน, สีม่วงอมน้ำเงิน และสีน้ำเงิน (Gross. 1987:Buchnan. 2000:) แอนโธไซยานินในเซลล์พืชไม่ค่อยเสถียรจะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับแสง ออกซิเจน ความร้อน สภาพความเป็นกรดด่าง เอนไซม์ เปอร์ออกไซด์ ไวตามินซี ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไอออนของโลหะ โมเลกุลของน้ำตาล เช่นในสภาพที่เป็นกรดนั้น แอนโธไซยานินจะมีสีค่อนข้างแดง แต่เมื่อความเป็นกรดน้อยลงจนถึงระดับที่เป็นกลางจะมีสีน้ำเงิน (จิรา ณ หนองคาย. 2531)




**ภาพที่ 2.9** โครงสร้างแอนโธไซยานิดินที่พบบ่อยในธรรมชาติ

ที่มา: Gross. 1987




**ภาพที่ 2.10** การสังเคราะห์แอนโธไซยานิน

ที่มา: Gross. 1987

## 2.7 ค่า Water Activity ($A_w$)

ในอาหารมีน้ำ 2 ลักษณะคือ รูปของน้ำอิสระ (free water) และน้ำไม่อิสระ (bound water) น้ำอิสระเท่านั้นที่สามารถเกิดปฏิกริยาในอาหารได้ น้ำอิสระในอาหารสามารถวัดได้ในรูปของค่า $A_w$ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่สำคัญในอาหารในด้านการเสื่อมเสียทั้งทางด้านกายภาพ และการเสื่อมเสียทางเคมี ดังนั้นถ้าสามารถทราบค่าใน $A_w$ ในอาหารได้ก็จะหลีกเลี่ยงและป้องกันการเสื่อมเสียได้ (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535)

น้ำอิสระ (Free Water) เป็นน้ำที่พบได้ในไซโตปลาสซึม และช่องระหว่างเซลล์ (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535) ปริมาณน้ำอิสระไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการเกิดพันธะใดๆ ในขณะที่ Water Activity เป็นโมเลกุลของน้ำที่พร้อมจะเปลี่ยนสภาวะจากของเหลวไปเป็นไอ ซึ่งเป็นส่วนของน้ำอิสระเท่านั้น (โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2546)

ค่า $A_w$ เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุด และเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่า $A_w$ ที่จำกัด ดังเช่น แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่า $A_w$ ต่ำกว่า 0.9 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า $A_w$ ต่ำกว่า 0.7 (โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว) นอกจากผลกระทบที่มีต่อการเจริญของ จุลินทรีย์แล้ว ค่า $A_w$ มีความสำคัญต่อเสถียรภาพทางเคมีและคุณสมบัติของอาหาร เช่น การเกิด ออกซิเดชั่นของไขมันในอาหาร, ปฏิกิริยา nonenzymatic browning, การสูญเสียวิตามิน, การสูญเสียรงควัตถุ, และการเปลี่ยนแปลงเอนไซม์อีกด้วย (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535)

## 2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.8.1 การปรับปรุงคุณภาพดอกบัวหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการปักแจกัน

มีรายงานการทดลอง เกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาการเสื่อมคุณภาพเร็วของดอกบัวหลวงหลังการเก็บเกี่ยว ดังนี้

ผกานันท์ กลัดภายี และ สุธารัตน์ ประภารัตน์ (2539) ทดลองใช้เทคนิคพิเศษลดน้ำยางที่ก้านดอกบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก ได้แก่ ให้ก้านดอกจุ่มในแอลกอฮอล์นาน 30 วินาที ผ่านเปลวไฟนาน 30 วินาที จุ่มในน้ำร้อนนาน 30 วินาที และอังไอน้ำร้อนนาน 30 วินาที ก่อนปักแจกัน ผลปรากฏว่า การจุ่มปลายก้านดอกในน้ำร้อนทำให้คุณภาพดีที่สุด

ช. ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ และ คนึงนิจ พิชญานนท์ (2544) ทดลองหาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ( *Nelumbo nucifera* Gaertn. ) แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบการเก็บเกี่ยวดอกบัวในระยะที่โผล่พ้นน้ำ 10, 8, 9, 11 และ 12 วัน โดย 10 วัน เป็น control ( วิธีการของผู้ปลูก ) ปรากฏว่า 10 วัน มีอายุการปักแจกันดีที่สุดเฉลี่ย 3 วัน และมีการผลิต ethylene น้อยที่สุดเฉลี่ย 65.27 nl/ g/ hr.

ในขณะที่ 8 วัน มีอายุการปักแจกันเฉลี่ยน้อยที่สุด และผลิต ethylene มากที่สุดเฉลี่ย 177.78 nl/ g/ hr. การทดลองที่ 2 ทำการปรับปรุงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้ระยะการเก็บเกี่ยวที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 ซึ่งก็คือเก็บเกี่ยวในระยะดอกบัวโผล่พ้นน้ำ 10 วันมาปรับปรุงวิธีการปฏิบัติ เพื่อลดการขาดน้ำและความช้ำ ผลปรากฏว่า การใช้มีดที่คมและสะอาดตัดก้านดอกบัวจากนาบัวเพื่อลดความช้ำ จากนั้นบรรจุลงในถังพลาสติกที่บรรจุน้ำแทนการหอบด้วยมือเพื่อลดความช้ำและการขาดน้ำ แล้วทำการหุ้มดอกด้วยโฟมตาข่ายเพื่อลดความช้ำของกลีบดอกและหุ้มโคนก้านดอกด้วยสำลีชุบน้ำในระหว่างการขนส่งเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ทำให้มีอายุการปักแจกันดีกว่าวิธีการอื่นๆ ที่ปรับปรุงเพียงขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งโดยมีอายุการปักแจกันของ 3 การทดลองเฉลี่ย 5 วัน และผลิต ethylene น้อยที่สุดเฉลี่ย 46.52 nl/ g/ hr.ในขณะที่ control มีอายุการปักแจกันของ 3 การทดลองเฉลี่ย 3.22 วัน และผลิต ethylene มากที่สุดเฉลี่ย 106.62 nl/ g/ hr.

**2.8.2 การทดลองที่เกี่ยวข้องกับการใช้ด่างทับทิมดูดซับเอธิลีนในกล่องกระดาษลูกฟูกบรรจุดอกบัว**

นฤมล อุนทริจันทร์ และพิมลรัตน์ ตันวัฒนเสรี (2536) ทดลองใช้สารซิลเวอร์ไธโอซัลเฟต (Silverthiosulfate, $Ag[S_2O_3]_2^{3-}$, STS) ในระดับความเข้มข้น 100 ppm ฉีดพ่นดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช ก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อลดหรือยับยั้งผลของ Ethylene ในระยะเวลาก่อนการเก็บเกี่ยว 1-3 วัน และในวันเก็บเกี่ยว เปรียบเทียบกับ control ผลปรากฏว่า การฉีดพ่นสารละลาย STS 100 ppm ไปที่โคนกลีบดอกก่อนเก็บเกี่ยว 3 วัน จะทำให้ลักษณะคุณภาพของดอกบัวทั้งก่อนการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวดีที่สุดโดยได้คะแนนรวม 28 คะแนน ในขณะที่ control ได้ 18 คะแนน

อรรถพร สว่างแสง และ ปัญญาพล ปานเกษม (2539) ทดลองใช้แท่งปูนพลาสเตอร์ที่ดูดซับเนื้อสารด่างทับทิม 1.60 กรัม ทำให้ดอกบัวมีอายุการปักแจกันเฉลี่ย 4.61 วัน ในขณะที่ control เฉลี่ย 2.53 วัน

ไพรัช จันทรไกรโรจน์ (2542) : ภูมินทร์ หงษ์รัตน์ (2542) และวันชาติ สวัสดิ์ธนาคูน (2542) ทดลองเปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ดูดซับสารละลายด่างทับทิม ได้แก่ แท่งชอล์คหักขนาด 1 เซนติเมตร แท่งชอล์คสมบูรณ์และเม็ดปูนพลาสเตอร์ ปริมาณ 36.68, 110.04 และ 183.4 กรัม ตามลำดับ ผลปรากฏว่าแท่งชอล์คหักจะช่วยทำให้คุณภาพของดอกบัวดีที่สุด

**2.8.3 การทดลองที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารส่งเสริมคุณภาพดอกบัวในระหว่างการปักแจกัน**

รุ่งทิวา ธนำธาตุ (2544) ทำการปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช โดยใช้สารเคมีต่างๆ แบ่งเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบสารละลายต่างๆ ที่ยืดอายุการปักแจกันนานที่สุด มี 6 วิธีการ คือ control, น้ำกรอง, HQS 200 ppm, STS (Ag 0.463 mM), BA 20 ppm และ ABA 100 ppm (วิธีการที่ 2-6 ใช้ควบคู่กับวิธีการพัฒนาหลังการเก็บเกี่ยวคือ การหุ้มดอกด้วยโฟมตาข่าย หุ้มรอยตัดด้วยสำลีชุบน้ำและบรรจุในกล่องพลาสติก

ในระหว่างการขนส่ง) การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบสารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้นเหมาะสมที่สุด มี 5 วิธีการ คือ control, น้ำกรอง, สารละลายน้ำตาล 2, 4 และ 6 % (วิธีการที่ 2-5 ใช้ควบคู่กับวิธีการพัฒนาหลังการเก็บเกี่ยว) การทดลองที่ 3 นำสารละลายที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 และ 2 ผสมเป็นสารส่งเสริมคุณภาพ มี 4 วิธีการ คือ control, น้ำกรอง, HQS 200 ppm + น้ำตาล 2 % ปรับ pH = 3 และ 4 ตามลำดับ (วิธีการที่ 2-4 ใช้ควบคู่กับวิธีการพัฒนาหลังการเก็บเกี่ยว) จากการทดลองผลปรากฏว่า HQS 200 ppm สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกบัว และน้ำตาล 2 % ก็เช่นกันเมื่อปักแจกันในสารละลาย HQS 200 ppm + น้ำตาล 2 % ปรับ pH = 3 ผลปรากฏว่าสามารถยืดอายุการปักแจกันนานที่สุดคือ 7.00 วัน มากกว่า control 2.34 วัน สำหรับวิธีการที่ทำการส่งเสริมหลังการเก็บเกี่ยวและปักแจกันในน้ำกรองมีผลต่อการดูดน้ำดีกว่าวิธีการอื่น

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินงานวิจัย

## 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* ' Roseum Plenum')

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บเกี่ยว ได้แก่ มีด โฟมตาข่าย สำลี ถังน้ำ กล่องโฟม ถุงพลาสติก เทปกาว

3.1.3 อุปกรณ์สำหรับลอยดอก ได้แก่ อ่างน้ำพลาสติก

3.1.4 อุปกรณ์สำหรับบันทึกผล ได้แก่ เครื่องชั่งไฟฟ้า, เครื่องวัดหาค่า $A_w$ (Thermoconstanter Novasina $A_w$ -Sprint, TH 200), เครื่องวัดสี (Colorimeter Minolta CR-300) โดยใช้ Hunter's Scale อ่านเป็นค่า L, a และ b, เครื่อง Spectrophotometer (Shimadzu UV-1601), เทอร์โมมิเตอร์ , เครื่องคำนวณ, กล้องบันทึกภาพ และเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

3.1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่เครื่อง Growth Chamber (conthern), เครื่อง Gas Chromatography (Shimadzu GC 8A), เครื่องปั่นแยกสารละลาย (Centrifuge DSC156), เครื่อง Rotary Varpolation (Buchi R-205)

## 3.2 สถานที่ดำเนินงาน

ทำการทดลอง โดยเก็บเกี่ยวดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชจากนาบัวของเกษตรกร มีนบุรี กรุงเทพฯ แล้วนำไปห้องปฏิบัติการ

## 3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2546-ตุลาคม 2546

## 3.4 วิธีดำเนินงาน

ทำการทดลองกับดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* ' Roseum Plenum') โดยแบ่งเป็น 3 การทดลองดังนี้

3.4.1 การทดลองที่ 1 การทดลองหาวิธีการบรรจุดอกบัวในภาชนะเก็บเกี่ยวในนาบัว

การวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) มี 5 วิธีการ วิธีการละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ดอก ดังนี้

วิธีการที่ 1 เก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเหมือนผู้ปลูกคือ ใช้มือหักก้านดอกใต้น้ำกำไว้จนเต็มกำมือแล้วพาดดอกบนบ่าแล้วนำไปกองไว้บนแปลงนาบัว จากนั้นกำมัดด้วยตอก ห่อด้วยใบบัว มัดให้แน่นอีกครั้งหนึ่ง

วิธีการที่ 2 เก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเหมือน ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ และคนึงนิจ พิชญานนท์. (2544) คือ ใช้มีดตัดก้านดอกจากต้น บรรจุในถังที่มีน้ำกรอง ถึงโรงเรือนหุ้มดอกด้วยโฟมตาข่าย จุ่มก้านดอกในน้ำร้อนแล้วหุ้มโคนก้านดอกด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำกรอง

วิธีการที่ 3 เหมือนวิธีการที่ 2 แต่ใช้กล่องโฟมแทนถังในขณะเก็บเกี่ยว

วิธีการที่ 4 เหมือนวิธีการที่ 3 แต่ ก่อนตัดดอกบัวออกจากต้น ทำการหุ้มดอกบัวด้วยโฟมตาข่ายก่อน

วิธีการที่ 5 เหมือนวิธีการที่ 4 แต่ ในกล่องโฟมไม่ต้องใส่น้ำ

วิธีการที่ 2 ถึงวิธีการที่ 5 เก็บเกี่ยวแล้วบรรจุดอกบัวในกล่องโฟม เพื่อขนส่งไปห้องปฏิบัติการแล้วนำดอกบัวทุกวิธีการไปพับดอกตามความนิยม จุ่มโคนก้านดอกในน้ำร้อน 2-3 วินาที เพื่อกำจัดยางที่อาจมาอุดตันท่อน้ำ แล้วนำดอกบัวไปลอยน้ำเพื่อดูอายุการใช้ประโยชน์ (ลอยดอกบัวในภาชนะที่มีน้ำสะอาด)

3.4.2 การทดลองที่ 2 การทดลองหาวิธีการบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูก เพื่อลดการผลิต Ethylene ของดอกบัวให้มากที่สุด และกำจัด Ethylene ที่ดอกบัวผลิตออกมาให้มากที่สุด

โดยวางแผนแบบ CRD (Completely Randomized Design) มี 6 วิธีการ วิธีการละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ดอก ดังนี้

วิธีการที่ 1 ปฏิบัติเหมือนวิธีการที่ดีที่สุดของการทดลองที่ 1

วิธีการที่ 2 เหมือนวิธีการที่ 1 แต่บรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูกและรองพื้นกล่องด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกเจาะรู จัดเรียงดอกบัวสลับหัวท้าย

วิธีการที่ 3 และ 4 เหมือนวิธีการที่ 2 และเพิ่มเม็ดปูนพลาสเตอร์ที่ดูดซับด่างทับทิมไว้ในกล่องด้วย โดยใช้ 50 กรัม และ 100 กรัม ต่อน้ำหนักดอก 1 กิโลกรัม

วิธีการที่ 5 และ 6 เหมือนวิธีการที่ 1 และบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงถุงพลาสติกขนาด 5x7 นิ้ว (น้ำหนัก 300 กรัมต่อถุง) จำนวน 2 ถุง และ 4 ถุง ลงไปในกล่องกระดาษลูกฟูก

ทุกวิธีการเก็บรักษากล่องบัวไว้ในอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง (เลียนแบบการขนส่งจากนาบัวไปสนามบิน) และเก็บรักษากล่องบัวไว้ในอุณหภูมิประมาณ 7 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง (เลียนแบบการขนส่งจากดอนเมืองไปสิงคโปร์) จากนี้นำออกไปพับดอกแล้วนำไปลอยในภาชนะที่มีน้ำสะอาด

3.4.3 การทดลองที่ 3 ทดลองลดอุณหภูมิดอกบัวเพื่อชะลอการสูญเสียอาหารสะสม โดยวางแผนแบบ CRD (Completely Randomized Design) มี 5 วิธีการ วิธีการละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ดอก ดังนี้

วิธีการที่ 1 ปฏิบัติเหมือนวิธีการที่ดีที่สุดของการทดลองที่ 2

วิธีการที่ 2-5 ปฏิบัติเหมือนวิธีการที่ 1 แต่ก่อนบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่งระยะไกลทำการลดอุณหภูมิดอกบัวในตู้ปรับอุณหภูมิที่ 4, 6, 8 และ 10 °C ตามลำดับ

## 3.5 การบันทึกข้อมูล

**3.5.1 การทดลองที่ 1**

3.5.1.1 บันทึกข้อมูลเริ่มต้นได้แก่ น้ำหนักดอก, เส้นผ่าศูนย์กลางดอก, ความสูงดอก, เส้นผ่าศูนย์กลางกลีบชูละอองเกสรตัวผู้ และเส้นผ่าศูนย์กลางก้านดอก

3.5.1.2 บันทึกสีของกลีบดอกก่อนนำดอกลอยน้ำ และวันที่ 5 ของการทดลอง

3.5.1.3 บันทึกอายุการขายเมื่อดอกมีการเสียหายไม่ว่าในลักษณะใดๆ ทั้งสิ้น

3.5.1.4 บันทึกอายุการปักแจกันเมื่อจำนวนกลีบดอกเสียหายครบ 50 %

3.5.1.5 บันทึกค่า $A_w$ (Water Activity) ก่อนลอยดอกบัวในน้ำ และวันที่ 5 ของการทดลอง

3.5.1.6 บันทึกปริมาณของ ethylene เป็น ppm. และแปลงค่าหน่วยเป็น $\mu l/kg^{-1}/hr^{-1}$ ก่อนลอยดอกบัวในน้ำ

**3.5.2 การทดลองที่ 2** บันทึกเหมือนการทดลองที่ 1 และเพิ่มเติมดังนี้

3.5.2.1 บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมทั้งภายนอก และภายในกล่องบรรจุดอกไม้ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนสภาพแวดล้อม

3.5.2.2 บันทึกน้ำหนักดอกบัวตั้งแต่เริ่มแรก และเมื่อถึงห้องปฏิบัติการและหลังจำลองการขนส่ง

3.5.2.3 บันทึกสภาพของดอกไม้เมื่อเอาออกจากกล่องบรรจุหีบห่อ เช่น ความสด การเหี่ยวเฉา และการร่วง เป็นต้น

3.5.2.4 บันทึกน้ำหนักกล่องบรรจุหีบห่อดอกบัวทั้งก่อนและขณะบรรจุดอกบัวเรียบร้อยแล้ว

**3.5.3 การทดลองที่ 3** บันทึกเหมือนการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 และเพิ่มเติมดังนี้

3.5.3.1 บันทึกปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานิน ก่อนลอยดอกบัวในน้ำ และวันที่ 5 ของการทดลอง

**3.5.4 การศึกษาข้อมูล**

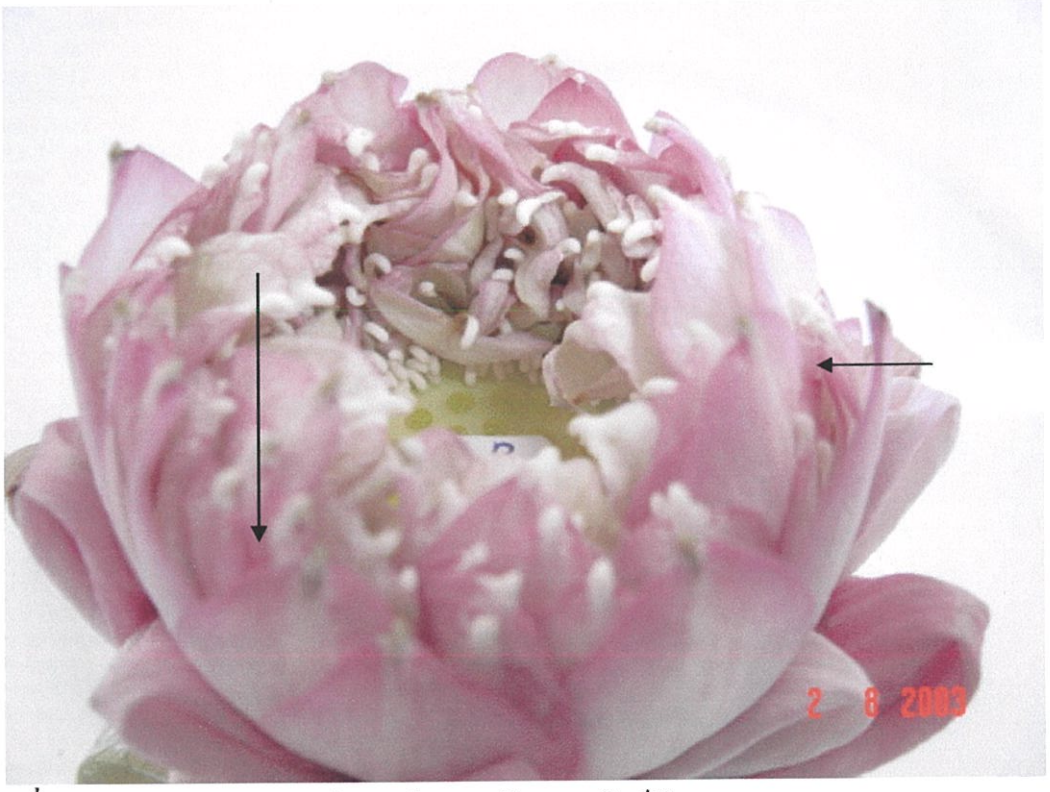
3.5.4.1 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดระหว่างการขนส่ง ทำการชั่งน้ำหนักสดเริ่มต้นตั้งแต่ในแปลงนาบัว แล้วนำน้ำหนักที่ชั่งได้มาคำนวณเป็นเปอร์เซนต์ดังนี้

$$\text{การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น-น้ำหนักหลังการขนส่ง}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

3.5.4.2 การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก วัดด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter Minolta CR-300) ซึ่งรายงานผลเป็นค่า Hunter's Scale อ่านเป็นค่า L, a และ b ดังนี้

- ค่า L เป็นค่าที่รายงานความสว่างของสี โดยให้ค่าความสว่างน้อย-สว่างมาก (0-100)
- ค่า a เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีเขียว ($a^-$) และช่วงสีแดง ($a^+$)
- ค่า b เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีน้ำเงิน ($b^-$) และช่วงสีเหลือง($b^+$)

โดยจะวัดหลังจากพับกลีบดอกแล้ว จะวัดกลีบดอกชั้นในสุด และก้านชูละอองเกสรตัวผู้ โดยจะวัดบริเวณกึ่งกลางของกลีบดอกและก้านชูละอองเกสรตัวผู้ (รูปที่ 3.1) ในการวัดจะใช้หัววัดกดแนบให้สัมผัสกับผิวของกลีบดอกให้มากที่สุด และนำค่าตัวเลขที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ




**ภาพที่ 3.1** ตำแหน่งของการวัดสีของกลีบดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* ' Roseum Plenum') ตามลูกศรชี้

3.5.4.3 อายุการปักแจกัน ทำการบันทึกอายุการปักแจกันโดยตั้งหลักเกณฑ์ไว้ว่าเมื่อจำนวนกลีบดอกเสียหายครบ 5 กลีบ (รวมถึงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ที่มีลักษณะเหมือนกลีบดอกด้วย) ถือว่าหมดอายุการใช้ประโยชน์ (ทั้ง 3 การทดลอง)

3.5.4.4 บันทึกปริมาณการผลิต ethylene ทำการวัด ethylene โดยนำดอกบัวแต่ละซ้ำ (ซ้ำละ 2 ดอก) มาหุ้มโคนก้านดอกด้วยสำลีชุบน้ำสะอาด และหุ้มด้วยอะลูมินัมฟอยด์อีกชั้นหนึ่ง จากนั้นบรรจุลงในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร จำนวน 2 ดอก แล้วปิดปากขวดด้วยแผ่นฟิล์มยึดติดด้วยเทปใสและหุ้มด้วยอะลูมินัมฟอยด์อีกชั้นหนึ่งและยึดติดด้วยเทปใส เมื่อครบ 1ชั่วโมง ดูดอากาศจากโหลแก้วมา 6 มิลลิลิตรโดยฉีดใส่หลอดสูญญากาศ (Vacutainer) แล้วสุ่มตัวอย่างก๊าซมา 1 มิลลิลิตร ด้วยเข็มฉีดยาขนาด 1 มิลลิลิตร แล้วฉีดเข้าเครื่อง gas chromatograph (shimadzu'รุ่น GC 8A) ติดตั้งด้วย flame ionization detector (FID) ที่อุณหภูมิ 80°C และใช้คอลัมน์เป็นท่อแก้วเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3.2 มิลลิเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 5 มิลลิเมตร ยาว 1.93 เมตร ภายในบรรจุด้วย porapak Q mesh 80/100 อุณหภูมิคอลัมน์ 80°C อุณหภูมิ injector และ detector เท่ากับ 110°C ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นหนึ่งส่วนต่อล้านส่วน (ppm) เทียบกับ ethylene มาตรฐาน แล้วนำค่าที่อ่านได้จากเครื่องไปคำนวณ ค่าอัตราการผลิต ethylene ที่ได้จะมีหน่วยเป็นไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง ($\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$)

3.5.4.5 บันทึกปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานินทั้งหมดโดยวิธี pH-differential ตามวิธีการของ Giusti and Wrolstad (2000) ดังนี้

โดยนำดอกบัวของแต่ละวิธีการมาเด็ดกลีบดอกและก้านชูละอองเกสรออก สับให้ละเอียด แล้วนำมาชั่งน้ำหนักจำนวน 15 กรัม เพื่อนำมาหาปริมาณของ monomeric anthocyanin โดยวิธี pH-differential ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

**ตอนที่ 1 เป็นการสกัดแอนโธไซยานินด้วยเมธานอล**

วิธีนี้เป็นวิธีดั้งเดิมที่ใช้สกัดแอนโธไซยานินจากตัวอย่างพืช การสกัดจะแช่ชิ้นส่วนของกลีบดอกและก้านชูละอองเกสรตัวผู้จำนวน 15 กรัม ในเมธานอล ที่มีกรดปริมาณเล็กน้อย

1. โฮโมจีไนซ์ตัวอย่างในสภาพผงแห้ง เติมเมธานอล (0.01% HCL methanol) เป็นจำนวน 2 เท่าโดยปริมาตร ตั้งทิ้งไว้นานหนึ่งชั่วโมง
2. กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1
3. นำกากกลับมาสกัดอีกจนสารสกัดมีสีจาง นำเมธานอล ที่สกัดได้มารวมกัน แล้วทิ้งกากตัวอย่างไป
4. เทเมธานอลสกัดใส่ใน boiling flask ระเหยเมธานอลใน rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40°C ภายใต้สูญญากาศ
5. นำสารสกัดมาปรับปริมาตรด้วยการเติมเมธานอล
6. นำสารสกัดมา centrifuge เพื่อปั่นแยกสารละลายให้ตกตะกอน

ตอนที่ 2 เป็นการหาปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานินในสารสกัดจากตอนที่ 1 ทำได้โดยเตรียมสารละลายเคมี 2 ชุดดังนี้

ชุดที่ 1 0.025 M potassium chloride buffer , pH 1.0 และ

ชุดที่ 2 0.4 M sodium acetate buffer , pH 4.5

วิธีการ

1. เปิดเครื่อง spectrophotometer นานอย่างน้อย 30 นาที ก่อนใช้งาน
2. เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยโปแตสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ pH 1.0 (ให้มีค่า DF ต่างๆ เพื่อนำไปวัดค่า absorbance ณ maximum wavelength)
3. นำสารสกัดมา centrifuge เพื่อปั่นแยกสารละลายให้ตกตะกอน
4. จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างที่มีค่า DF ต่างๆ มาวัดค่า absorbance จนค่า absorbance ณ maximum wavelength อยู่ในช่วงเส้นตรงของ spectrophotometer
5. เมื่อได้ค่า DF ที่มีค่า absorbance ณ maximum wavelength อยู่ในช่วงเส้นตรงของ spectrophotometer
6. นำสารละลาย 2 ชุดที่เตรียมไว้มาเจือจางกับตัวอย่าง (เหมือนอธิบายในข้อ 2) ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที
7. วัดการดูดซับแสงของแต่ละ dilution ที่ $\lambda_{vis\text{-}max}$ และ 700 nm.
8. คำนวณ absorbance ของ diluted sample ดังนี้

$$A = (A\lambda_{vis\text{-}max} - A_{700})_{pH\ 1.0} - (A\lambda_{vis\text{-}max} - A_{700})_{pH\ 4.5}$$

9. คำนวณความเข้มข้นของ monomeric anthocyanin ในตัวอย่างเริ่มต้น

ปริมาณ monomeric anthocyanin pigment (mg/lite) = $(AxMWxDFx1000)(\varepsilon/x1)$

MW = น้ำหนักโมเลกุล 449.2 (cyanidin-3-glucoside)

DF = dilution factor (สำหรับตัวอย่าง เช่นตัวอย่าง 0.2 มิลลิลิตร เจือจางได้ปริมาตร 3 มิลลิลิตร, DF = 15)

$\varepsilon$ = molar absorptivity (26,900)

3.5.4.5 บันทึกปริมาณ $A_w$ (Water Activity) ในเครื่องวัดรุ่น Thermoconstanter Novasina $A_w$ -Sprint, TH 200) โดยนำชิ้นส่วนของตัวอย่างกลีบดอกบัวมาทำการเจาะให้มีขนาดที่เล็กลงสำหรับการทดลองนี้จะใช้ที่เจาะกระดาษมาทำการเจาะตัวอย่าง โดยนำส่วนของกลีบดอกชั้นในจำนวน 3 กลีบ มาพับครึ่งตามแนวยาวของดอก แล้วเจาะบริเวณต่ำกว่าปลายกลีบลงมา 1 เซนติเมตร โดยเจาะ 3 ตำแหน่งแต่ละตำแหน่งจะห่างกัน 1 เซนติเมตร และก้านชูละอองเกสรตัวผู้

จำนวน 3 กลีบโดยเจาะ 3 ตำแหน่งเช่นกัน แต่ไม่ต้องพับกลีบ หลังจากนั้นนำไปทำการวัดหาค่า $A_w$ ตามคำแนะนำของคู่มือเครื่องมือวัด $A_w$ ที่ใช้ดังนี้

วิธีการ Set-up Calibration

ให้ทำการปรับ Calibrate เครื่องก่อนใช้งานทุกครั้ง

1. นำตลับ Salt Standard (ความชื้นมาตรฐาน) มาใส่ใน Measuring Chamber ให้เริ่มต้นด้วย Salt Standard SAL-90 (90.1%)
2. ปิดฝาเครื่องให้เรียบร้อย
3. ให้หมุนปุ่มสีเหลืองของเครื่อง Thermoconstanter ทางด้านขวามือของเครื่องไปยังหมายเลข 2 เพื่อ Set อุณหภูมิ
4. รอประมาณ 1-2 นาที แล้วจึงกดปุ่มสีฟ้า Enter ด้านขวามือกดจนกระทั่งลูกศรรูปสามเหลี่ยมสีดำที่กระพริบอยู่ขึ้นครบ 4 รูป (จอ LCD จะแสดงค่าของ Salt Standard ที่ทำการวัดค่าอยู่
5. ให้กดปุ่มสีฟ้า Enter อีกครั้งหนึ่งจนกระทั่งข้อความบนหน้าจอหยุดกระพริบ
6. เครื่องจะทำการ Calibrate จนเสร็จสิ้นกระบวนการ
7. หลังจากเสร็จสิ้นการ Calibrate แล้วเครื่องจะคืนสู่สภาพปกติ คือพร้อมที่จะวัดและแสดงค่าอุณหภูมิ และ %ERH ($A_w$=ERH/100) ของตัวอย่าง
8. สำหรับ Salt Standard อื่นๆให้ทำการ Calibrate ในทำนองเดียวกับค่า 90 ดังกล่าว

หมายเหตุ การ Calibrate หลายๆ ค่าในคราวเดียวกันเป็นลำดับ ต้องเริ่ม Calibrate ของ Salt Standard จากค่าที่มากจนถึงค่าน้อย อย่างน้อยต้องทำการ Calibrate ของ Salt Standard 2 ค่า ซึ่งสามารถครอบคลุมถึงค่า $A_w$ ที่คาดคิดว่าจะเป็น เช่น ถ้าคาดคิดว่า $A_w$ของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการวัดอยู่ในช่วง 0.6-0.7 ให้ทำการ Calibrate เริ่มต้นจากค่า 90, 75 และ 53 เป็นต้น แต่ถ้าต้องการความแน่นอน และแม่นยำก็ให้ทำการ Calibrate โดยเริ่มต้นจากค่า 90, 75, 53 และ 33 ซึ่งเท่านี้ก็เพียงพอที่จะครอบคลุมได้เกือบทั้งหมด

วิธีการปฏิบัติ

1. ทำการเจาะตัวอย่างกลีบดอกและก้านชูละอองเกสรตัวผู้
2. นำตลับพลาสติก (Sample Cup) มาใส่สารตัวอย่างให้ได้ปริมาตรประมาณ 80-90%
3. นำตลับตัวอย่างมาใส่ไว้ใน Measuring Chamber

4. ปิดฝาให้เรียบร้อย รอจนกว่าเครื่องจะปรากฏตัวเลขอุณหภูมิที่ต้องการและค่า $A_w$ ของตัวอย่าง (โดยทั่วไป อุณหภูมิมาตรฐานที่ใช้คือ 25°C +-3) แล้วนำไปวิเคราะห์

3.5.4.6 เส้นผ่าศูนย์กลางก้าน, เส้นผ่าศูนย์กลางดอก, ความสูงของดอก, เส้นผ่าศูนย์กลางกลีบชูละอองเกสรตัวผู้เมื่อพับดอกแล้ว โดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์วัด

## 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

## 4.1 การทดลองที่ 1

จากการทดลองหาวิธีการบรรจุดอกบัวในภาชนะเก็บเกี่ยวในนาบัว ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่ 1 คือ วิธีการของชาวสวน (แบกดอกไว้บนบ่า), วิธีการที่2 ใช้ถังบรรจุน้ำ, วิธีการที่ 3 ใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ, วิธีการที่ 4 หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ และวิธีการที่ 5 หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมไม่บรรจุน้ำ ผลปรากฏว่า

### 4.1.1 ข้อมูลเมื่อเริ่มการทดลอง

#### 4.1.1.1 ลักษณะของดอกเมื่อเริ่มทดลอง

จากการบันทึกข้อมูลลักษณะดอกเมื่อเริ่มทดลอง ผลปรากฏว่าข้อมูลที่ได้บันทึก ได้แก่ เส้นผ่าศูนย์กลางดอก ความยาวดอก น้ำหนักดอก และเส้นผ่าศูนย์กลางวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ พบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1-4 และตารางที่ 4.1)

### 4.1.2 ข้อมูลของดอกก่อนปักแจกัน (หลังการขนส่ง)

#### 4.1.2.1 เปอร์เซนต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง

จากการบันทึกน้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่งในระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร พบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5 และตารางที่ 4.2)

#### 4.1.2.2 ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ก่อนปักแจกัน

จากการบันทึกค่า L (ความสว่าง) ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 5 (หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมไม่บรรจุน้ำ) มีค่า L มากที่สุด คือ 75.91 (ตารางที่ 4.2) โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับทุกวิธีการ (ตารางที่ 6)

สำหรับค่า a+(สีชมพู) ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 (วิธีการของชาวสวน) มีค่า a+(สีชมพู) มากที่สุดคือ 17.28 (ตารางที่ 4.2) โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7) กับวิธีการที่ 3 และวิธีการที่ 2 (ใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ และใช้ถังบรรจุน้ำ ตามลำดับ) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 4 และวิธีการที่ 5 (หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ และหุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้โฟมไม่บรรจุน้ำ ตามลำดับ) ซึ่งวิธีการที่ 5 มีค่า a+(สีชมพู) น้อยที่สุด คือ 13.933

**ตารางที่ 4.1** เส้นผ่าศูนย์กลางดอก ความยาวของดอก น้ำหนักดอกสด และเส้นผ่าศูนย์กลางวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ เมื่อเริ่มการทดลอง ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* ' Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

| วิธีการที่1/ | ลักษณะของดอก | | | |
|---|---|---|---|---|
| | เส้นผ่าศูนย์กลางดอก (ซ.ม.) | ความยาวของดอก (ซ.ม.) | น้ำหนักดอกสด (กรัม) | เส้นผ่าศูนย์กลางวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ (ซ.ม.) |
| 1. วิธีการของชาวสวน | 5.32 | 6.98 | 35.86 | 5.07 |
| 2. ถัง+น้ำ | 6.77 | 7.20 | 36.90 | 5.00 |
| 3. โฟม+น้ำ | 5.49 | 7.39 | 42.05 | 5.22 |
| 4. หุ้มดอก+โฟม+น้ำ | 5.41 | 7.36 | 40.21 | 5.06 |
| 5.หุ้มดอก+โฟม | 5.10 | 6.91 | 33.93 | 4.88 |
| F-test | ns | ns | ns | ns |
| CV (%) | 18.14 | 2.80 | 9.48 | 4.77 |

1/ วิธีการที่ 1 คือวิธีการของชาวสวน (แบกดอกไว้บนบ่า), วิธีการที่2 ใช้ถังบรรจุน้ำ, วิธีการที่ 3 ใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ, วิธีการที่ 4 หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวและใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ และวิธีการที่ 5 หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแต่กล่องโฟมไม่บรรจุน้ำ

**ตารางที่ 4.2** เปอร์เซนต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ค่า $A_w$ และความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

| วิธีการที่[1/] | ข้อมูลของดอกก่อนปักแจกัน (หลังการขนส่ง) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง (%) | ค่าสีชมพูของกลีบดอก L | a(+) | ค่า $A_w$ | ความเข้มข้นของ ethylene ($\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$) |
| 1. วิธีการของชาวสวน | 30.48 | 73.13b[2/] | 17.28 a[2/] | 0.9703 b[2/] | 106.75 |
| 2. ถัง+น้ำ | 22.84 | 74.06b | 15.73 abc | 0.9757 a | 60.22 |
| 3. โฟม+น้ำ | 24.97 | 73.58b | 16.26 ab | 0.9767 a | 107.02 |
| 4. หุ้มดอก+โฟม+น้ำ | 20.72 | 74.18b | 14.72 bc | 0.9783 a | 57.75 |
| 5. หุ้มดอก+โฟม | 26.22 | 75.91a | 13.93 c | 0.9757 a | 168.85 |
| F-test | ns | ** | * | * | ns |
| CV (%) | 25.00 | 0.97 | 6.94 | 0.27 | 51.70 |

1/ วิธีการที่ 1 คือวิธีการของชาวสวน (แบกดอกไว้บนบ่า), วิธีการที่2 ใช้ถังบรรจุน้ำ, วิธีการที่ 3 ใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ, วิธีการที่ 4 หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ และวิธีการที่ 5 หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมไม่บรรจุน้ำ

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's new multiple range test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

4.1.2.3 ค่า $A_w$

จากการบันทึกค่า $A_w$ ก่อนปักแจกัน ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 4 (หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ) มีค่า $A_w$ ก่อนปักแจกัน มากที่สุด คือ 0.9783 (ตารางที่ 4.2) โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 8) กับวิธีการที่ 1 (วิธีการของชาวสวน) ซึ่งมีค่า $A_w$ เพียง 0.9703 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการอื่นๆ

4.1.2.4 ปริมาณความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน

จากการบันทึกปริมาณความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน ผลปรากฏว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9 และตารางที่ 4.2) อย่างไรก็ตามดอกบัวในวิธีการที่ 4 (หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ) ให้ปริมาณการผลิต ethylene น้อยที่สุด คือ 57.75 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ ในขณะที่วิธีการควบคุม ผลิต ethylene ถึง 106.75 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$

4.1.3 ข้อมูลของดอกเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน

4.1.3.1 จากการบันทึกข้อมูลของดอกเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ผลปรากฏว่าเปอร์เซนต์การขยายตัวเพิ่มของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)]พบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10-12 และตารางที่ 4.3)

4.1.3.2 ค่า $A_w$

จากการบันทึกค่า $A_w$ วันที่ 5 ของการปักแจกัน ผลปรากฏว่าวิธีการมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) และเมื่อเปรียบเทียบในระดับนัยสำคัญ พบว่าวิธีการที่ 4 (หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ) มีค่า $A_w$ วันที่ 5 ของการปักแจกันมากที่สุด คือ 0.9517 (ตารางที่ 4.3) โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติในระดับนัยสำคัญกับวิธีการที่ 1 (วิธีการของชาวสวน) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการอื่นๆ

4.1.3.3 พื้นที่รอยตำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้

จากการบันทึกพื้นที่ขอบบนของก้านชูละอองเกสรตัวผู้ที่เกิดรอยตำหนิสีดำผลปรากฏว่าวิธีการมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 14) และเมื่อเปรียบเทียบในระดับนัยสำคัญ พบว่าวิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) มีพื้นที่เสียหายของก้านชูละอองเกสรตัวผู้มากที่สุดคือ 0.82 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 4.3) โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทุกวิธีการ (ตารางที่ 4.3) โดยวิธีการที่ 4 (หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ) มีพื้นที่เสียหายน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.47 ตารางเซนติเมตร

4.1.3.4 อายุการปักแจกัน

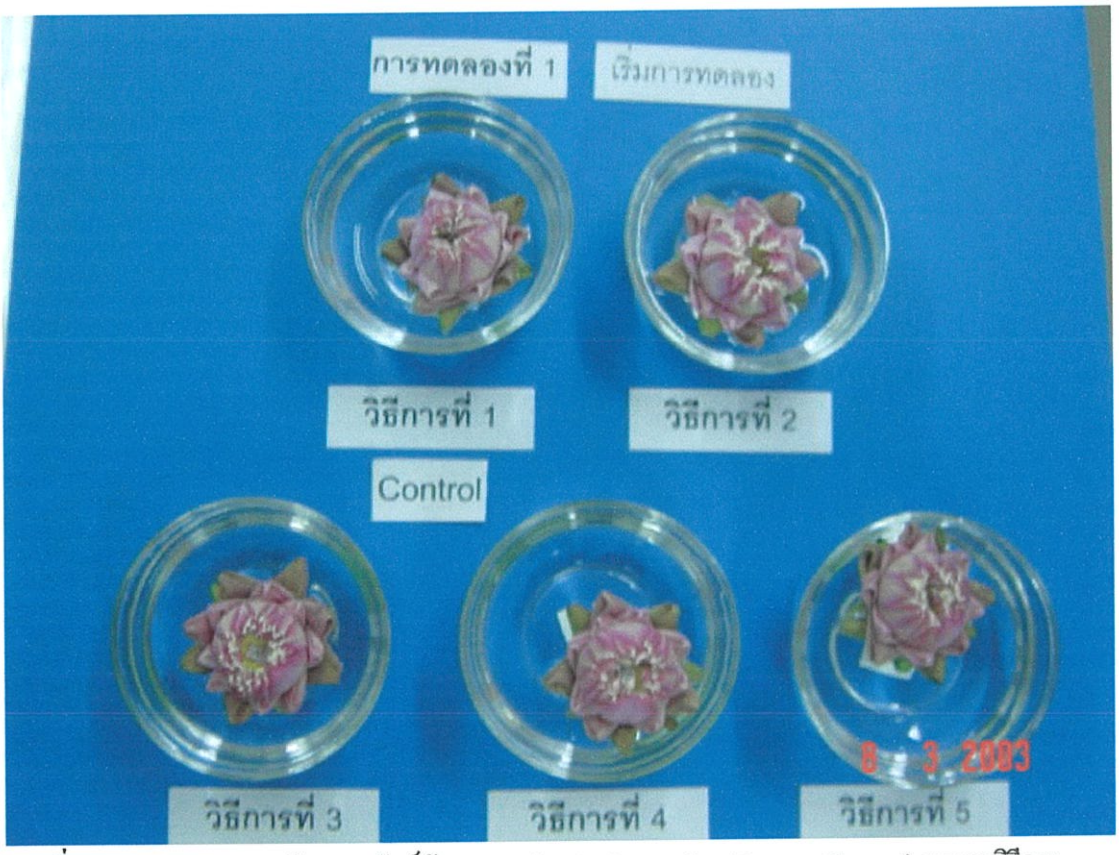
จากการบันทึกอายุการปักแจกัน ผลปรากฏว่า วิธีการมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 15) และเมื่อเปรียบเทียบในระดับนัยสำคัญ พบว่าวิธีการที่ 4 (หุ้มดอกก่อน

**ตารางที่ 4.3** เปอร์เซนต์การขยายตัวเพิ่มของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ค่า $A_w$ พื้นที่รอยตำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้ และอายุการปักแจกันเมื่อปักแจกันครบ 5 วันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* ' Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

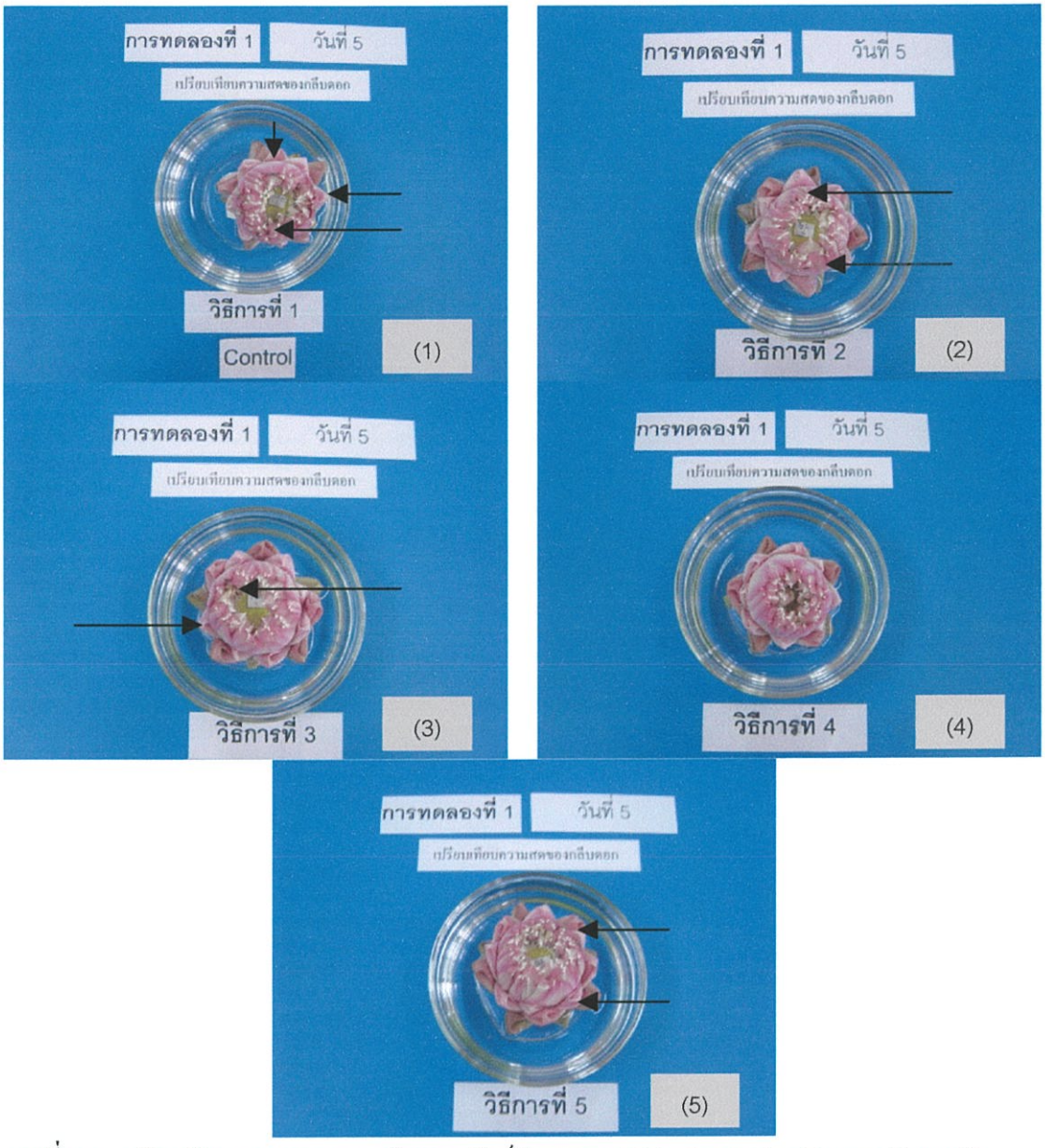
| วิธีการ[1/] | ข้อมูลของดอกเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | การขยายตัวเพิ่มของ วงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ (%) | ค่าสีชมพูของกลีบดอก L | a(+) | ค่า $A_w$ | พื้นที่รอยตำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้ (ตร.ซ.ม.) | อายุการปักแจกัน (วัน) |
| 1. วิธีการของชาวสวน | 4.66 | 77.26 | 12.98 | 0.9100b[2/] | 0.82a[2/] | 4.10b[2/] |
| 2. ถัง+น้ำ | 5.87 | 75.89 | 14.51 | 0.9500a | 0.48c | 4.43b |
| 3. โฟม+น้ำ | 4.70 | 77.91 | 12.67 | 0.9503a | 0.51c | 4.50b |
| 4. หุ้มดอก+โฟม+น้ำ | 6.70 | 76.89 | 13.13 | 0.9517a | 0.47c | 5.93a |
| 5. หุ้มดอก+โฟม | 4.88 | 77.58 | 12.74 | 0.9360a | 0.75b | 4.37b |
| F-test | ns | ns | ns | ** | ** | ** |
| CV (%) | 25.49 | 1.04 | 6.81 | 1.00 | 5.38 | 6.64 |

1/ วิธีการที่ 1 คือวิธีการของชาวสวน (แบกดอกไว้บนบ่า), วิธีการที่2 ใช้ถังบรรจุน้ำ, วิธีการที่ 3 ใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ, วิธีการที่ 4 หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ และวิธีการที่ 5 หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมไม่บรรจุน้ำ

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's new multiple range test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %




**ภาพที่ 4.1** คุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ( *Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ของทุกวิธีการในการทดลองที่ 1 (วิธีการที่ 1 = วิธีการของชาวสวน, วิธีการที่ 2 = ถัง+น้ำ, วิธีการที่ 3 = โฟม+น้ำ, วิธีการที่ 4 = หุ้มดอก+โฟม+น้ำ และ วิธีการที่ 5 = หุ้มดอก+โฟม)




**ภาพที่ 4.2** เปรียบเทียบคุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ( *Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ในวิธีการต่างๆ เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของการทดลองที่ 1 โดยวิธีการที่ 4 มีคุณภาพดีที่สุด คือ เกิดพื้นที่รอยตำหนิสีดำบนก้านชูละอองเกสรตัวผู้น้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 0.47 ตร.ซ.ม. และมีค่าเฉลี่ยอายุการปักแจกันดีที่สุดคือ 5.93 วัน (วิธีการที่ 1 = วิธีการของชาวสวน, วิธีการที่ 2 = ถัง+น้ำ, วิธีการที่ 3 = โฟม+น้ำ, วิธีการที่ 4 = หุ้มดอก+โฟม+น้ำ และ วิธีการที่ 5 = หุ้มดอก+โฟม)

เก็บเกี่ยวแล้วใช้กล่องโฟมบรรจุน้ำ) มีอายุการปักแจกันมากที่สุดคือ 5.93 วัน (ตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.1-4.2) โดยมีความแตกต่างทางสถิติในระดับนัยสำคัญกับทุกวิธีการ

## 4.2 การทดลองที่ 2

จากการทดลองหาวิธีการบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูก เพื่อลดการผลิต ethylene ของดอกบัวให้มากที่สุด และกำจัด ethylene ที่ดอกบัวผลิตออกมาให้มากที่สุด ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') โดยทุกวิธีการเก็บเกี่ยวและลำเลียงในนาบัวด้วยวิธีการที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 คือหุ้มดอกด้วยโฟมตาข่ายแล้วจึงตัดดอกบัวด้วยมีดที่คมและสะอาด จากนั้นใส่ดอกบัวในกล่องโฟมที่มีน้ำกรองลำเลียงไปยังโรงเรือน แล้วจุ่มปลายก้านในน้ำร้อน หุ้มด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำกรอง ห่อด้วยถุงพลาสติกอีกครั้งหนึ่งแล้วเปรียบเทียบวิธีการบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูก คือวิธีการที่ 1 รองพื้นกล่องและห่อดอกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, วิธีการที่2 เหมือนวิธีการที่ 1 แต่แผ่นฟิล์มพลาสติกเจาะรู, วิธีการที่ 3 และ 4 เหมือนวิธีการที่ 2 และเพิ่มสารดูดซับ ethylene 50 กรัม และ 100 กรัม ต่อน้ำหนักดอก 1 กิโลกรัม ตามลำดับ, วิธีการที่ 5 และ 6 เหมือนวิธีการที่ 1 และบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงถุงพลาสติกขนาด 5x7 นิ้ว 2 ถุง และ 4 ถุง ตามลำดับลงไปในกล่องกระดาษลูกฟูก แล้วจำลองการขนส่งด้วยการเก็บรักษาในอุณหภูมิ 25°C เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง และ 7 °C เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า

4.2.1 ข้อมูลเมื่อเริ่มการทดลอง

4.2.1.1 ลักษณะของดอกเมื่อเริ่มทดลอง

จากการบันทึกลักษณะดอกเมื่อเริ่มทดลอง ผลปรากฏว่าข้อมูลที่ได้บันทึก ได้แก่ เส้นผ่าศูนย์กลางดอก ความยาวดอก น้ำหนักดอก และเส้นผ่าศูนย์กลางวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ พบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 16-19 และตารางที่ 4.4)

4.2.2 ข้อมูลของดอกก่อนปักแจกัน (หลังการขนส่ง)

4.2.2.1 จากการบันทึกลักษณะก่อนปักแจกัน ผลปรากฏว่าข้อมูลที่ได้บันทึก ได้แก่ เปอร์เซนต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ก่อนปักแจกัน และค่า $A_w$ ในทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 20-23 และตารางที่ 4.5) อย่างไรก็ตาม วิธีการที่ 6 (บรรจุน้ำแข็ง 4 ถุงในกล่อง) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกลดลงน้อยที่สุดและมีค่า $A_w$ มากที่สุด

4.2.2.2 ปริมาณความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน

จากการบันทึกปริมาณความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน ผลปรากฏว่าทุก

**ตารางที่ 4.4** เส้นผ่าศูนย์กลางดอก ความยาวของดอก น้ำหนักดอกสด และเส้นผ่าศูนย์กลางวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ เมื่อเริ่มการทดลอง ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* ' Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

| วิธีการที่1/ | ลักษณะของดอก | | | |
|---|---|---|---|---|
| | เส้นผ่าศูนย์กลางดอก (ซ.ม.) | ความยาวของดอก (ซ.ม.) | น้ำหนักดอกสด (กรัม) | เส้นผ่าศูนย์กลางวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ (ซ.ม.) |
| 1. ฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู | 5.96 | 7.96 | 42.05 | 5.53 |
| 2. ฟิล์มพลาสติกเจาะรู | 5.94 | 8.02 | 40.39 | 5.32 |
| 3. 2+สารดูดซับ$C_3H_4$ 50g/1kg | 5.96 | 7.87 | 40.14 | 5.29 |
| 4. 2+สารดูดซับ$C_3H_4$ 100g/1kg | 5.73 | 7.59 | 37.17 | 5.10 |
| 5. 1+น้ำแข็ง 2 ถุง | 5.66 | 7.62 | 36.65 | 5.05 |
| 6 1+น้ำแข็ง 4 ถุง | 6.11 | 8.07 | 42.27 | 5.44 |
| F-test | ns | ns | ns | ns |
| CV (%) | 4.20 | 2.63 | 6.18 | 4.32 |

1/ วิธีการที่ 1 คือรองพื้นและห่อดอกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, วิธีการที่2 เหมือนวิธีการที่ 1 แต่แผ่นฟิล์มพลาสติกเจาะรู, วิธีการที่ 3 และ 4 เหมือนวิธีการที่ 2 และเพิ่มสารดูดซับ ethylene 50 กรัม และ 100 กรัม ต่อน้ำหนักดอก 1 กิโลกรัม ตามลำดับ, วิธีการที่ 5 และ 6 เหมือนวิธีการที่ 1 และบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงถุงพลาสติกขนาด 5x7 นิ้ว 2 ถุง และ 4 ถุง ตามลำดับ ลงไปในกล่องกระดาษลูกฟูก

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซนต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ค่า $A_w$ และความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

| วิธีการที่1/ | ข้อมูลของดอกก่อนปักแจกัน (หลังการขนส่ง) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง (%) | ค่าสีชมพูของกลีบดอก L | ค่าสีชมพูของกลีบดอก a(+) | ค่า $A_w$ | ความเข้มข้นของ ethylene ($\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$) |
| 1. ฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู | 26.78 | 74.02 | 11.88 | 0.9807 | 111.81 |
| 2. ฟิล์มพลาสติกเจาะรู | 31.96 | 73.91 | 11.75 | 0.9827 | 98.72 |
| 3. 2+สารดูดซับ$C_3H_4$ 50g/1kg | 31.88 | 75.52 | 12.46 | 0.9890 | 105.30 |
| 4. 2+สารดูดซับ$C_3H_4$ 100g/1kg | 32.22 | 72.91 | 12.07 | 0.9937 | 82.86 |
| 5. 1+น้ำแข็ง 2 ถุง | 29.17 | 75.66 | 9.87 | 0.9953 | 76.31 |
| 6. 1+น้ำแข็ง 4 ถุง | 24.31 | 73.45 | 9.95 | 0.9957 | 74.10 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | ns |
| CV (%) | 17.11 | 4.66 | 32.66 | 1.21 | 22.45 |

1/ วิธีการที่ 1 คือรองพื้นและห่อดอกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, วิธีการที่2 เหมือนวิธีการที่ 1 แต่แผ่นฟิล์มพลาสติกเจาะรู, วิธีการที่ 3 และ 4 เหมือนวิธีการที่ 2 และเพิ่มสารดูดซับ ethylene 50 กรัม และ 100 กรัม ต่อน้ำหนักดอก 1 กิโลกรัม ตามลำดับ, วิธีการที่ 5 และ 6 เหมือนวิธีการที่ 1 และบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงถุงพลาสติกขนาด 5x7 นิ้ว 2 ถุง และ 4 ถุง ตามลำดับ ลงไปในกล่องกระดาษลูกฟูก

วิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 24 และตารางที่ 4.5) วิธีการที่ 6 (ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกและมีน้ำแข็งเกล็ด 4 ถุงบรรจุในกล่อง) ผลิต ethylene น้อยที่สุด เพียง 74.10 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ ในขณะที่ วิธีการที่ 1 (ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู) ผลิต ethylene มากที่สุดถึง 111.81 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$

4.2.3 ข้อมูลของดอกเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน

4.2.3.1 จากการบันทึกข้อมูลของดอกเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ผลปรากฏว่าเปอร์เซนต์การขยายตัวเพิ่มของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] และ ค่า $A_w$ พบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 25-28 และตารางที่ 4.6)

4.2.3.2 พื้นที่รอยตำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้

จากการบันทึกพื้นที่ขอบบนของก้านชูละอองเกสรตัวผู้ที่เกิดรอยตำหนิสีดำ ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) มีพื้นที่เสียหายของก้านชูละอองเกสรตัวผู้มากที่สุดคือ 0.52 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 4.6) โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติในระดับนัยสำคัญ (ตารางที่ 29) กับทุกวิธีการ (ตารางที่ 4.6) โดยวิธีการที่ 6 (บรรจุน้ำแข็งเกล็ด 4 ถุง) มีพื้นที่เสียหายน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.46 ตารางเซนติเมตร

4.2.3.3 อายุการปักแจกัน

จากการบันทึกอายุการปักแจกัน ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 6 (บรรจุน้ำแข็งเกล็ด 4 ถุง) มีอายุการปักแจกันมากที่สุดคือ 5.50 วัน (ตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.3-4.4) โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติในระดับนัยสำคัญกับทุกวิธีการ (ตารางที่ 30)

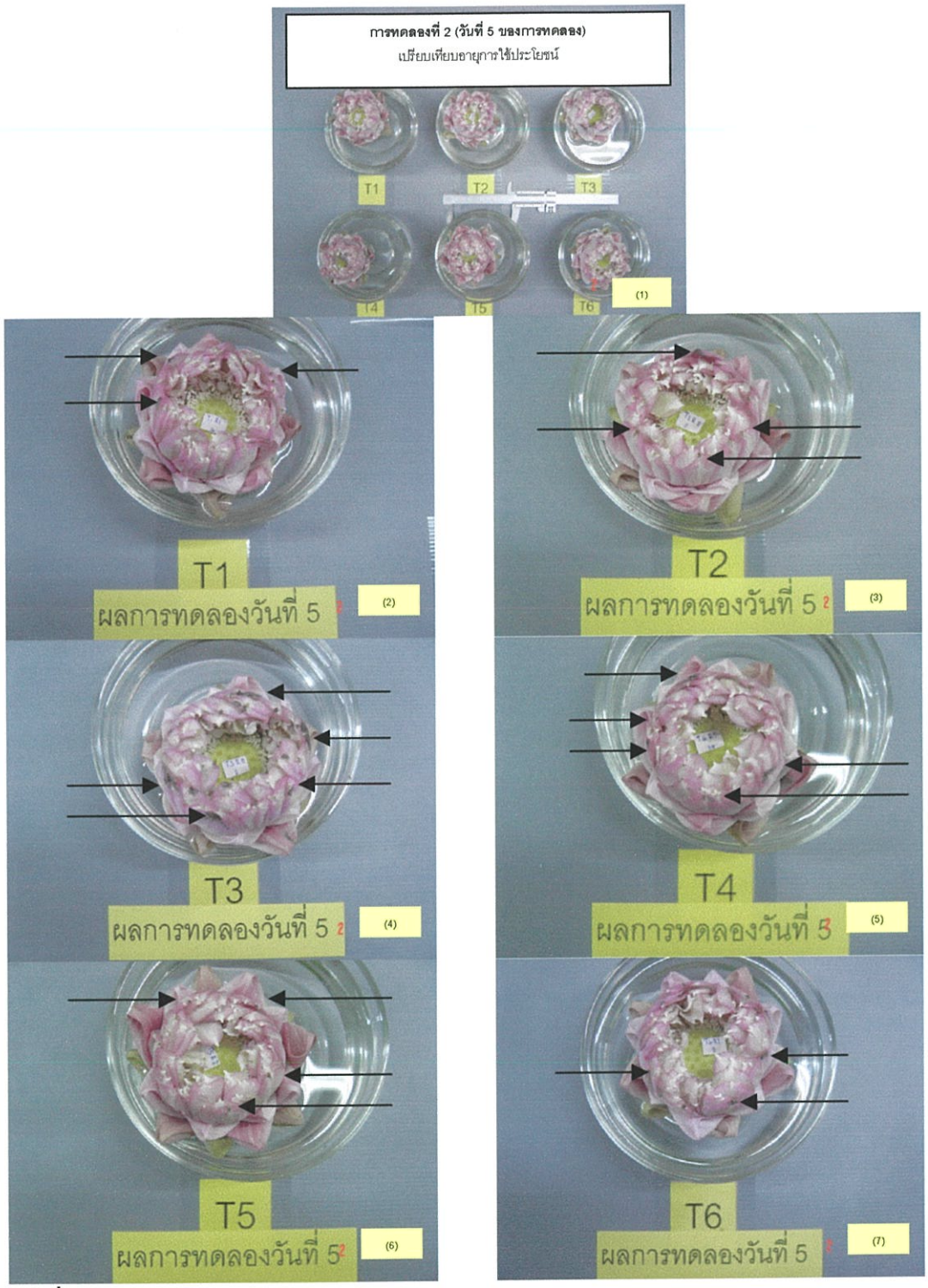
**ตารางที่ 4.6** เปอร์เซนต์การขยายตัวเพิ่มของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ค่า $A_w$ พื้นที่รอยตำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้ และอายุการปักแจกันเมื่อปักแจกันครบ 5 วันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* ' Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

| วิธีการ[1/] | ข้อมูลของดอกเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | การขยายตัวเพิ่มของ วงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ (%) | ค่าสีชมพูของกลีบดอก L | a(+) | ค่า $A_w$ | พื้นที่รอยตำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้ (ตร.ซ.ม.) | อายุการปักแจกัน (วัน) |
| 1. ฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู | 7.57 | 78.13 | 9.75 | 0.9787 | 0.52 a[2/] | 4.60 |
| 2. ฟิล์มพลาสติกเจาะรู | 5.33 | 76.95 | 9.19 | 0.9737 | 0.48 b | 5.30 |
| 3. 2+สารดูดซับ$C_3H_4$ 50g/1kg | 8.59 | 79.17 | 8.50 | 0.9853 | 0.48 b | 4.83 |
| 4. 2+สารดูดซับ$C_3H_4$ 100g/1kg | 6.36 | 76.98 | 10.18 | 0.9863 | 0.47 b | 4.80 |
| 5. 1+น้ำแข็ง 2 ถุง | 6.29 | 78.56 | 8.65 | 0.9877 | 0.47 b | 5.07 |
| 6. 1+น้ำแข็ง 4 ถุง | 6.60 | 76.68 | 10.22 | 0.9893 | 0.46 b | 5.50 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | * | ns |
| CV (%) | 20.82 | 3.06 | 26.40 | 1.21 | 3.80 | 7.96 |

1/ วิธีการที่ 1 คือรองพื้นและห่อดอกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, วิธีการที่2 เหมือนวิธีการที่ 1 แต่แผ่นฟิล์มพลาสติกเจาะรู, วิธีการที่ 3 และ 4 เหมือนวิธีการที่ 2 และเพิ่มสารดูดซับ ethylene 50 กรัม และ 100 กรัม ต่อน้ำหนักดอก 1 กิโลกรัม ตามลำดับ, วิธีการที่ 5 และ 6 เหมือนวิธีการที่ 1 และบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงถุงพลาสติกขนาด 5x7 นิ้ว 2 ถุง และ 4 ถุง ตามลำดับ ลงไปในกล่องกระดาษลูกฟูก

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's new multiple range test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

**ภาพที่ 4.3** คุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ( *Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ของทุกวิธีการ ในการทดลองที่ 2 (วิธีการที่ 1 = ฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, วิธีการที่ 2 =ฟิล์มพลาสติกเจาะรู, วิธีการที่ 3 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 50g./1kg., วิธีการที่ 4 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 100g./1kg., วิธีการที่ 5 = 1+น้ำแข็ง 2 ถุงและ วิธีการที่ 6 =1+น้ำแข็ง 2 ถุง)




**ภาพที่ 4.4** เปรียบเทียบคุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ในวิธีการต่างๆ เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของการทดลองที่ 2 โดยวิธีการที่ 6 มีคุณภาพดีที่สุด คือ เกิดพื้นที่รอยตำหนิสีดำบนก้านชูละอองเกสรตัวผู้น้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 0.46 ตร.ซ.ม. และ มีค่าเฉลี่ยอายุการปักแจกันดีที่สุดคือ 5.50 วัน (วิธีการที่ 1 = ฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, วิธีการที่ 2 = ฟิล์มพลาสติกเจาะรู, วิธีการที่ 3 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 50g./1kg., วิธีการที่ 4 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 100g./1kg., วิธีการที่ 5 = 1+น้ำแข็ง 2 ถุงและ วิธีการที่ 6 =1+ น้ำแข็ง 2 ถุง)

## 4.3 การทดลองที่ 3

จากการทดลองลดอุณหภูมิดอกบัวก่อนการขนส่ง เพื่อชะลอการสูญเสียอาหารสะสม ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') โดยทุกวิธีการเก็บเกี่ยวและปฏิบัติด้วยวิธีที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 คือหุ้มดอกด้วยโฟมตาข่ายแล้วจึงตัดดอกบัวด้วยมีดที่คมและสะอาด จากนั้นใส่ดอกบัวในกล่องโฟมที่มีน้ำกรองลำเลียงไปยังโรงเรือน แล้วจุ่มปลายก้านในน้ำร้อน หุ้มด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำกรอง ห่อด้วยถุงพลาสติกอีกครั้งหนึ่งแล้วบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกที่รองพื้นและห่อดอกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, และบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงถุงพลาสติกขนาด 5x7 นิ้ว 4 ถุง ลงไปในกล่องกระดาษลูกฟูก แล้วเปรียบเทียบระดับอุณหภูมิสำหรับลดอุณหภูมิก่อนการขนส่ง คือ วิธีการที่ 1 ไม่ลดอุณหภูมิ, วิธีการที่ 2 – 5 ก่อนการขนส่งระยะทางไกล ทำการลดอุณหภูมิดอกบัวในตู้ปรับอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 °C ตามลำดับ จากนั้นเก็บรักษากล่องไว้ในอุณหภูมิ 25 °C เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนเป็นอุณหภูมิ 7 °C อีก 1 ชั่วโมง (จำลองอุณหภูมิและระยะเวลาของการขนส่ง) ผลปรากฏว่า

4.3.1 ข้อมูลของดอกก่อนปักแจกัน (หลังจากผ่านการจำลองอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่ง)

4.3.1.1 เปอร์เซนต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงก่อนปักแจกัน

จากการบันทึกน้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลง พบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 31 และตารางที่ 4.7)

4.3.1.2 ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ก่อนปักแจกัน

จากการบันทึกค่า L (ความสว่าง) พบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 32 และตารางที่ 4.7)

สำหรับค่า a+(สีชมพู) ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 5 (10°C) มีค่า a+(สีชมพู) มากที่สุด คือ 25.62 (ตารางที่ 4.7) โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 33) กับวิธีการที่ 1 และ 4 (วิธีการควบคุม และ 8 °C ตามลำดับ ) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 2 และ 3 (4°C และ 6°C ตามลำดับ) ซึ่งวิธีการที่ 3 มีค่า a+(สีชมพู) น้อยที่สุดคือ 18.33

4.3.1.3 ค่า $A_w$

จากการบันทึกค่า $A_w$ พบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 34 และตารางที่ 4.7)

4.3.1.4 ปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานิน

จากการบันทึกปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานินก่อนปักแจกัน ผลปรากฏว่า

ตารางที่ 4.7 เปอร์เซนต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ค่า $A_w$ ปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานิน และความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

| วิธีการที่[1/] | ข้อมูลของดอกก่อนปักแจกัน (หลังการขนส่ง) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง (%) | ค่าสีชมพูของกลีบดอก L | a(+) | ค่า $A_w$ | ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานิน (mg/g) | ความเข้มข้นของ ethylene ($\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$) |
| 1. วิธีควบคุม | 8.85 | 61.09 | 23.31 a[2/] | 0.9897 | 0.0251 a[2/] | 121.37 |
| 2. 4 °C | 6.59 | 58.27 | 18.54 b | 0.9817 | 1.9267 c | 96.53 |
| 3. 6 °C | 6.79 | 64.40 | 18.38 b | 0.9923 | 1.4167 d | 83.48 |
| 4. 8 °C | 7.61 | 68.09 | 22.80ab | 0.9940 | 0.0220 b | 60.51 |
| 5. 10 °C | 6.88 | 62.50 | 25.62 a | 0.9933 | 1.1267 e | 95.09 |
| F-test | ns | ns | * | ns | ** | ns |
| CV (%) | 29.92 | 9.65 | 12.75 | 0.70 | 1.09 | 48.39 |

1/ วิธีการที่ 1 คือบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูก ที่รองพื้นและห่อดอกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, และบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงถุงพลาสติกขนาด 5x7 นิ้ว 4 ถุง ลงไปในกล่องกระดาษลูกฟูก , วิธีการที่ 2 – 5 ก่อนบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่งระยะทางไกลทำการลดอุณหภูมิดอกบัวในตู้ปรับอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 °C ตามลำดับ

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's new multiple range test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

วิธีการมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 35) และเมื่อเปรียบเทียบในระดับนัยสำคัญพบว่าวิธีการที่ 2 (4°C) มีปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานินมากที่สุด คือ 1.9267 mg/g (ตารางที่ 4.7) โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติในระดับนัยสำคัญกับทุกวิธีการ

4.3.1.5 ปริมาณความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน

จากการบันทึกปริมาณความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน ผลปรากฏว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 36 และตารางที่ 4.7) อย่างไรก็ตาม วิธีการที่ 4 (8°C) ผลิต ethylene น้อยที่สุดเพียง 60.51 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ ในขณะที่วิธีการที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิผลิต ethylene ถึง 121.37 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$

4.3.2 ข้อมูลของดอกเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน

4.3.2.1 จากการบันทึกข้อมูลของดอกเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ผลปรากฏว่าเปอร์เซนต์การขยายตัวเพิ่มของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)]พบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 37-39 และตารางที่ 4.8)

4.3.2.2 ค่า $A_w$

จากการบันทึกค่า $A_w$ วันที่ 5 ของการปักแจกัน ผลปรากฏว่าวิธีการมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 40) เมื่อเปรียบเทียบในระดับนัยสำคัญพบว่า วิธีการที่ 5(10°C) มีค่า $A_w$ วันที่ 5 ของการปักแจกันมากที่สุด คือ 0.9863 (ตารางที่ 4.9) โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติในระดับนัยสำคัญกับวิธีการที่ 3, 1 และ 2 (6°C, วิธีการควบคุม และ 4°C) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 4 (8°C)

4.3.2.3 ปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานิน

จากการบันทึกปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานินวันที่ 5 ของการปักแจกันผลปรากฏว่าวิธีการมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 41) และเมื่อเปรียบเทียบในระดับนัยสำคัญพบว่าวิธีการที่ 5 (10 °C) มีปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานินมากที่สุด คือ 2.8133 mg/g (ตารางที่ 4.8) และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทุกวิธีการ

ตารางที่ 4.8 เปอร์เซนต์การขยายตัวเพิ่มของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ ค่าสีชมพูของกลีบดอก [L และ a(+)] ค่า $A_w$ พื้นที่รอยตำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้ และอายุการปักแจกันเมื่อปักแจกันครบ 5 วันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* ' Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

| วิธีการ[1/] | ข้อมูลของดอกเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | การขยายตัวเพิ่มของ วงก้านชูละอองเกสรตัวผู้ | ค่าสีชมพูของกลีบดอก | | ค่า $A_w$ | ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานิน | พื้นที่รอยตำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้ | อายุการปักแจกัน |
| | | L | a(+) | | | | |
| | (%) | | | | (mg/g) | (ตร.ซ.ม.) | (วัน) |
| 1. วิธีควบคุม | 3.33 | 65.56 | 21.61 | 0.9800 c [2/] | 0.0254 c [2/] | 0.55 ab [2/] | 2.87 |
| 2. 4 °C | 2.83 | 63.23 | 21.60 | 0.9790 c | 1.9533 d | 0.66 a | 2.63 |
| 3. 6 °C | 3.66 | 68.15 | 25.89 | 0.9837 b | 0.0176 e | 0.51 abc | 2.67 |
| 4. 8 °C | 3.44 | 68.55 | 24.96 | 0.9853 ab | 2.7867 b | 0.50 bc | 3.20 |
| 5. 10 °C | 4.45 | 69.31 | 24.15 | 0.9863 a | 2.8133 a | 0.38 c | 4.43 |
| F-test | ns | ns | ns | ** | ** | * | ns |
| CV (%) | 29.16 | 4.93 | 8.17 | 0.13 | 0.60 | 14.99 | 28.17 |

1/ วิธีการที่ 1 คือบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูก ที่รองพื้นและห่อดอกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, และบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงถุงพลาสติกขนาด 5x7 นิ้ว 4 ถุง ลงไปในกล่องกระดาษลูกฟูก , วิธีการที่ 2 – 5 ก่อนบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่งระยะทางไกลทำการลดอุณหภูมิดอกบัวในตู้ปรับอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 °C ตามลำดับ

2/ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's new multiple range test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

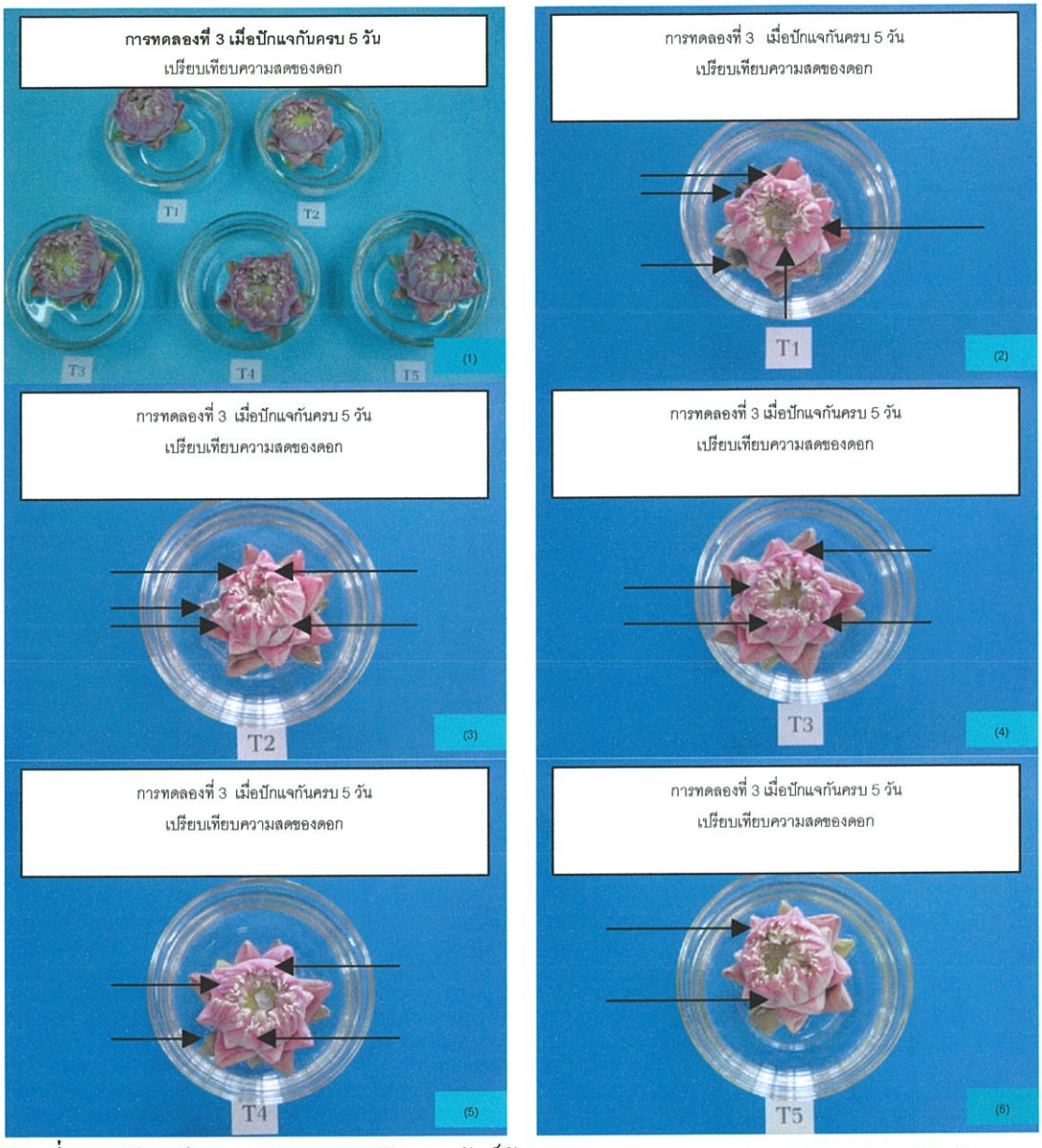
4.3.2.4 พื้นที่รอยตำหนิสีดำที่ก้านชูละอองเกสรตัวผู้

จากการบันทึกพื้นที่ขอบบนของก้านชูละอองเกสรตัวผู้ที่เกิดรอยตำหนิสีดำ ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 2 (4°C) มีพื้นที่เสียหายของก้านชูละอองเกสรตัวผู้มากที่สุดคือ 0.66 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 4.8) โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติในระดับนัยสำคัญ (ตารางที่ 42) กับวิธีการที่ 4 และ 5 (8 °C และ10 °C ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการอื่นๆ โดยวิธีการที่ 5 (10 °C) มีพื้นที่เสียหายน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.38 ตารางเซนติเมตร

4.3.4 อายุการปักแจกัน

จากการบันทึกอายุการปักแจกัน ผลปรากฏว่า พบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 43, ตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.5-4.6) อย่างไรก็ตามวิธีการที่ 5 (10 °C ) มีอายุการปักแจกันดีที่สุด คือ 4.43 วัน

**ภาพที่ 4.5** คุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nueifera* 'Roseum Plenum') ของทุกวิธีการในการทดลองที่ 3 (วิธีการที่ 1 = ไม่ลดอุณหภูมิ, วิธีการที่ 2 = 4°C, วิธีการที่ 3 = 6°C, วิธีการที่ 4 = 8°C และ วิธีการที่ 5 = 10°C)




**ภาพที่ 4.6** เปรียบเทียบคุณภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ( *Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ในวิธีการต่างๆ เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของการทดลองที่ 3 โดยวิธีการที่ 5 มีคุณภาพดีที่สุด คือ เกิดพื้นที่รอยตำหนิสีดำบนก้านชูละอองเกสรตัวผู้น้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 0.38 ตร.ซ.ม. และมีค่าเฉลี่ยอายุการปักแจกันดีที่สุดคือ 4.43 วัน (วิธีการที่ 1= ไม่ลดอุณหภูมิ, วิธีการที่ 2 = 4°C, วิธีการที่ 3 = 6°C, วิธีการที่ 4 = 8°C และ วิธีการที่ 5 = 10°C)

ตารางที่ 4.9 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการทดลองที่ 1, 2 และ 3

| | การทดลองที่ 1 | การทดลองที่ 2 | การทดลองที่ 3 |
|---|---|---|---|
| อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแปลง | 28 °C 82% (มีนาคม) | 27 °C 87% (กรกฎาคม) | 26 °C 85% (ตุลาคม) |
| อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปฏิบัติการ | 25 °C 76% | 23 °C 67% | 29 °C 72% |
| อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในกล่องกระดาษลูกฟูกที่ลดอุณหภูมิต่างๆ | - | - | วิธีการที่ 1 20°C 85%<br>วิธีการที่ 2 3°C 48%<br>วิธีการที่ 3 5°C 50%<br>วิธีการที่ 4 7°C 57%<br>วิธีการที่ 5 9°C 65% |
| อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในกล่องกระดาษลูกฟูกที่อุณหภูมิ 25 °C | - | วิธีการที่ 1 34°C 61%<br>วิธีการที่ 2 30°C 79%<br>วิธีการที่ 3 31°C 77%<br>วิธีการที่ 4 29°C 80%<br>วิธีการที่ 5 24°C 84%<br>วิธีการที่ 6 20°C 85% | วิธีการที่ 1 22°C 82%<br>วิธีการที่ 2 6°C 56%<br>วิธีการที่ 3 9°C 61%<br>วิธีการที่ 4 10°C 63%<br>วิธีการที่ 5 12°C 73% |
| อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในกล่องกระดาษลูกฟูกที่อุณหภูมิ 7 °C | - | วิธีการที่ 1 32°C 61%<br>วิธีการที่ 2 28°C 82%<br>วิธีการที่ 3 30°C 78%<br>วิธีการที่ 4 27°C 87%<br>วิธีการที่ 5 23°C 84%<br>วิธีการที่ 6 18°C 86% | วิธีการที่ 1 19°C 85%<br>วิธีการที่ 2 4°C 63%<br>วิธีการที่ 3 6°C 61%<br>วิธีการที่ 4 8°C 66%<br>วิธีการที่ 5 10°C 75% |

# บทที่ 5
# วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองการพัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') แต่ละการทดลองมีผลดังต่อไปนี้

## 5.1 การทดลองที่1

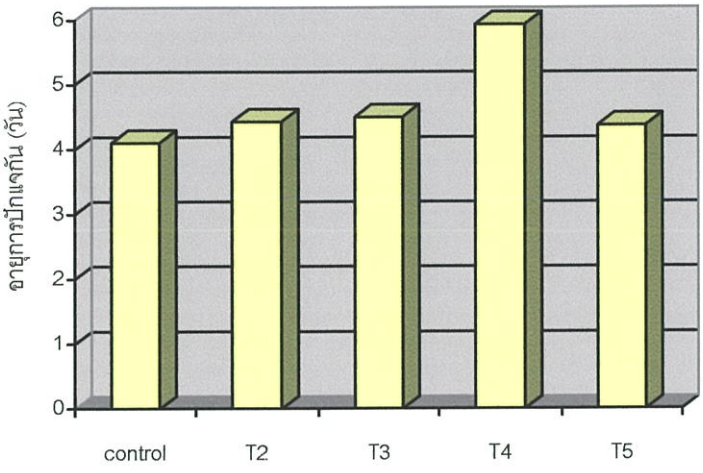
การทดลองหาวิธีการบรรจุดอกบัวในภาชนะเก็บเกี่ยวในนาบัว ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 4 หุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวแล้วแช่ก้านดอกในกล่องโฟมบรรจุน้ำทันทีมีผลให้อายุการปักแจกันดีที่สุดเฉลี่ย 5.93 วัน (ภาพที่5.1) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการ สาเหตุคงเนื่องมาจากวิธีการนี้ได้ป้องกันการขาดน้ำหลังการเก็บเกี่ยว และหุ้มดอกด้วยโฟมตาข่ายตั้งแต่ก่อนเก็บเกี่ยวทำให้ดอกไม่ช้ำ ส่งผลให้น้ำหนักลดลงน้อยที่สุด และปริมาณการผลิต ethylene น้อยที่สุด (ภาพที่ 5.2) ซึ่งตรงกับที่ Suisuwan and Pichayanon (2002) กล่าวไว้ว่าการลดการช้ำ และการขาดน้ำหลังการเก็บเกี่ยว ช่วยให้ดอกบัวผลิต ethylene น้อยลง ส่งผลให้ยืดอายุการปักแจกันได้นานขึ้น

นอกจากนี้เมื่อปักแจกันโดยการพับกลีบและลอยดอกบัวในอ่าง พบว่าวิธีการที่ 4 นี้ยังทำให้ดอกบัวขยายตัวได้มากที่สุด รักษาค่าสีชมพูไว้ได้ดีที่สุด (ตารางที่ 4.3) ซึ่งสาเหตุคงเนื่องจากความสมบูรณ์ของดอกที่มีน้ำอยู่มากที่สุด ทำให้ดอกบัวเจริญเติบโตได้เพิ่มมากขึ้น และผลิต ethylene น้อยแสดงว่าความสมบูรณ์ของดอกบัวยังคงสดกว่าวิธีการอื่นๆ เพราะ ethylene เป็นสาเหตุของการสูญเสียคุณภาพของดอกไม้ ทำให้ดอกไม้สีจางลง (Nowak and Rudnicki. 1990)

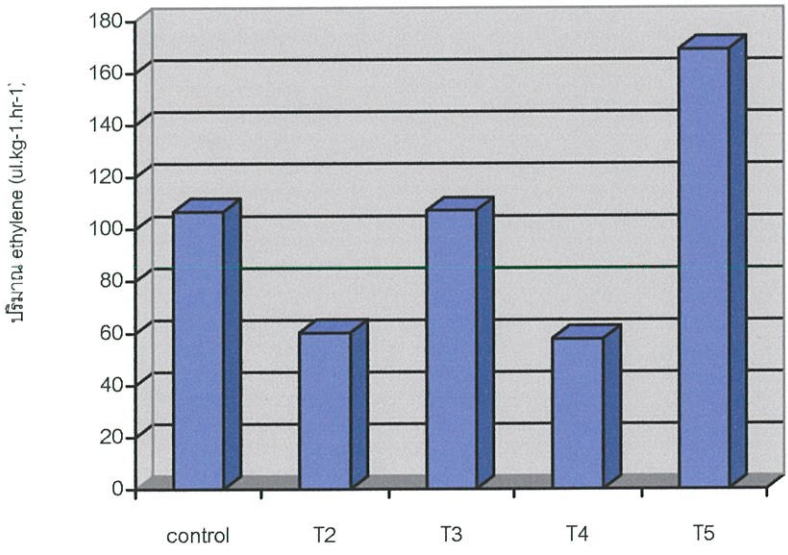
สิ่งที่น่าสนใจสำหรับการทดลองครั้งนี้คือ สาเหตุความเสียหายของกลีบดอกซึ่งเป็นส่วนก้านชูละอองเกสรตัวผู้ ซึ่งมีลักษณะค่อยๆแห้งจากปลายกลีบดอก วิธีการที่ 4 จะเกิดอาการนี้น้อยที่สุด ช้าที่สุดจึงน่าสนใจว่าเกี่ยวข้องกับการขาดน้ำหรือไม่

## 5.2 การทดลองที่ 2

การทดลองหาวิธีการบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูก เพื่อลดการผลิต ethylene ของดอกบัวให้มากที่สุด และกำจัด ethylene ที่ดอกบัวผลิตออกมาให้มากที่สุด ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ผลปรากฏว่าวิธีการที่ 6 ซึ่งเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการที่




**ภาพที่ 5.1** แสดงอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน จากการทดลองที่ 1 (control = วิธีการของชาวสวน, T2 = ถัง+น้ำ, T3 = โฟม+น้ำ, T4 = หุ้มดอก+โฟม+น้ำ และ T5 = หุ้มดอก+โฟม)



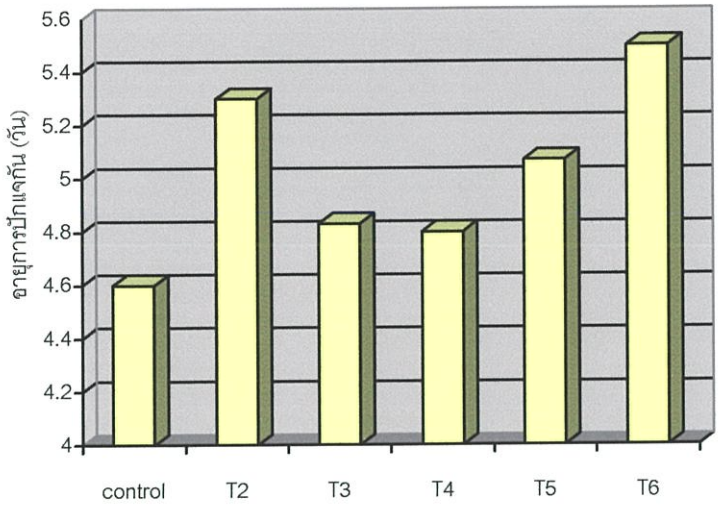

**ภาพที่ 5.2** แสดงปริมาณ ethylene ก่อนการปักแจกัน (หลังการขนส่ง) ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1 (control = วิธีการของชาวสวน, T2 = ถัง+น้ำ, T3 = โฟม+น้ำ, T4 = หุ้มดอก+โฟม+น้ำ และ T5 = หุ้มดอก+โฟม)

ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 คือหุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวและแช่ก้านดอกในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำทันที จากนั้นจุ่มก้านดอกในน้ำร้อน แล้วหุ้มปลายก้านดอกด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำ แล้วทำการบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูก โดยรองพื้นกล่องและหุ้มดอกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู ภายในแผ่นฟิล์มพลาสติกบรรจุถุงน้ำแข็งเกล็ดขนาด 5x7 นิ้ว 4 ถุง จะส่งผลให้อายุการปักแจกันดีที่สุดเฉลี่ย 5.50 วัน (ภาพที่ 5.3) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการอื่นๆ อย่างไรก็ตามการที่มีอายุการปักแจกันได้นานที่สุด สาเหตุอาจเนื่องมาจากเหตุผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 คือน้ำหนักดอกลดลงน้อยที่สุด ค่า $A_w$ มากที่สุด และความเข้มข้นของ ethylene น้อยที่สุด (ภาพที่ 5.4) แต่สาเหตุที่ทำให้น้ำหนักลดลงน้อยที่สุด ค่า $A_w$ มากที่สุด และความเข้มข้นของ ethylene น้อยที่สุด น่าจะมาจากการบรรจุถุงน้ำแข็งเกล็ดไว้ในกล่องบรรจุดอกบัวซึ่งน้ำแข็งที่ใช้นี้ นอกจากให้ความเย็นต่ำที่เหมาะสมแล้วยังให้ความชื้นสูงด้วย ดังนั้นเมื่อมีความเย็นและความชื้นสัมพัทธ์สูง (ตารางที่ 4.9) ดอกไม้ก็จะคายน้ำน้อยลง (จริงแท้ ศิริพานิช. 2541)

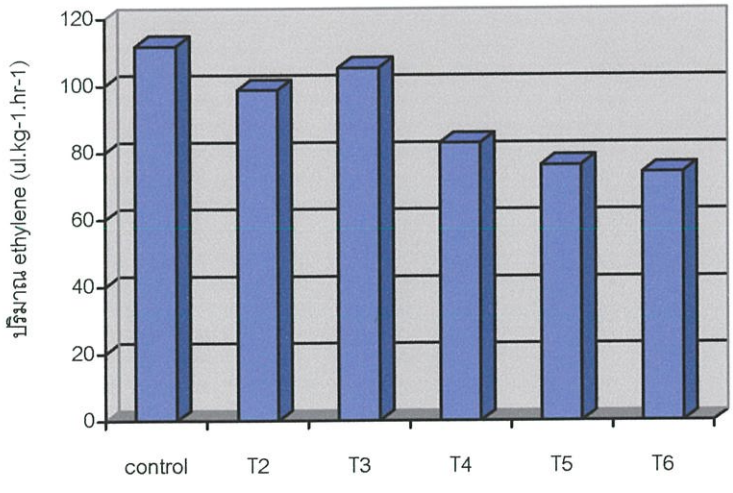
นอกจากนี้วิธีการที่ 4 ยังผลิต ethylene น้อยที่สุดก็คงจะสาเหตุที่อุณหภูมิต่ำช่วยลดการผลิต ethylene ลง (Nowak and Rudnicki. 1990)

## 5.3 การทดลองที่ 3

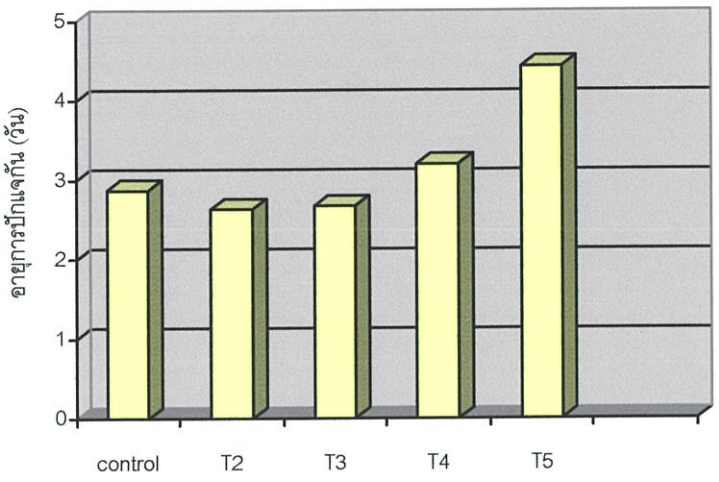
จากการทดลองลดอุณหภูมิดอกบัวก่อนการขนส่ง เพื่อชะลอการสูญเสียอาหารสะสม ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') โดยทุกวิธีการเก็บเกี่ยวและปฏิบัติด้วยวิธีที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 คือหุ้มดอกด้วยโฟมตาข่ายแล้วจึงตัดดอกบัวด้วยมีดที่คมและสะอาด จากนั้นใส่ดอกบัวในกล่องโฟมที่มีน้ำกรองลำเลียงไปยังโรงเรือน แล้วจุ่มปลายก้านในน้ำร้อน หุ้มด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำกรอง ห่อด้วยถุงพลาสติกอีกครั้งหนึ่งแล้วบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกที่รองพื้นและห่อดอกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, และบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงถุงพลาสติกขนาด 5x7 นิ้ว 4 ถุง ลงไปในกล่องกระดาษลูกฟูก แล้วเปรียบเทียบระดับอุณหภูมิสำหรับลดอุณหภูมิก่อนการขนส่ง คือ วิธีการที่ 1 ไม่ลดอุณหภูมิ, วิธีการที่ 2 – 5 ก่อนการขนส่งระยะทางไกล ทำการลดอุณหภูมิดอกบัวในตู้ปรับอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 °C ตามลำดับ จากนั้นเก็บรักษากล่องไว้ในอุณหภูมิ 25 °C เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนเป็นอุณหภูมิ 7 °C อีก 1 ชั่วโมง (จำลองอุณหภูมิและระยะเวลาของการขนส่ง) ผลปรากฏว่าวิธีการที่ 5 คือการลดอุณหภูมิที่ 10 °C ให้อายุการปักแจกันดีที่สุดเฉลี่ย 4.43 วัน (ภาพที่ 5.5) ในขณะที่วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) เฉลี่ย 2.87 วัน สาเหตุคงเนื่องมาจากการลดอุณหภูมิที่เหมาะสมช่วยให้ภายในกล่องดอกไม้อุณหภูมิต่ำมากขึ้นจึงมีผลรักษาคุณภาพของดอกไม้ได้ดีกว่า ดังจะเห็นได้ว่าน้ำหนักดอกสดลดลงน้อยกว่าวิธีการที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิ (ตารางที่ 4.7) วิธีการที่ 5 นี้ ดอกยังมีโอกาสบานเพิ่มได้มากที่สุด การขยายตัวของวงก้านชูละอองเกสรมากที่สุด ค่า $A_w$ มากที่สุด พื้นที่เกิดรอยตำหนิก้านชูละอองเกสรตัวผู้น้อยที่สุด ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลให้อายุการปักแจกันดีที่สุด (ภาพที่ 5.6)



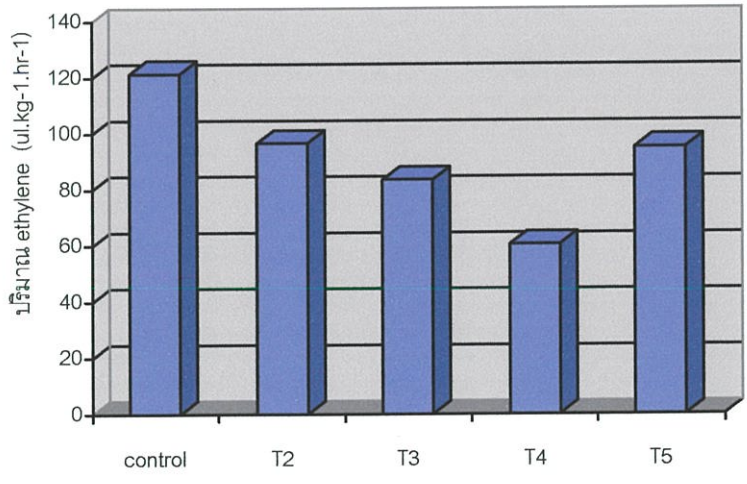

**ภาพที่ 5.3** แสดงอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน จากการทดลองที่ 2 (control = ฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, T2 =ฟิล์มพลาสติกเจาะรู, T3 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 50g./1kg., T4 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 100g./1kg., T5 = 1+น้ำแข็ง 2 ถุงและ T6 =1+น้ำแข็ง 2 ถุง)




**ภาพที่ 5.4** แสดงปริมาณ ethylene ก่อนการปักแจกัน (หลังการขนส่ง) ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2 (control = ฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, T2 =ฟิล์มพลาสติกเจาะรู, T3 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 50g./1kg., T4 = 2+สารดูดซับ $C_3H_4$ 100g./1kg., T5 = 1+น้ำแข็ง 2 ถุงและ T6 =1+น้ำแข็ง 2 ถุง)



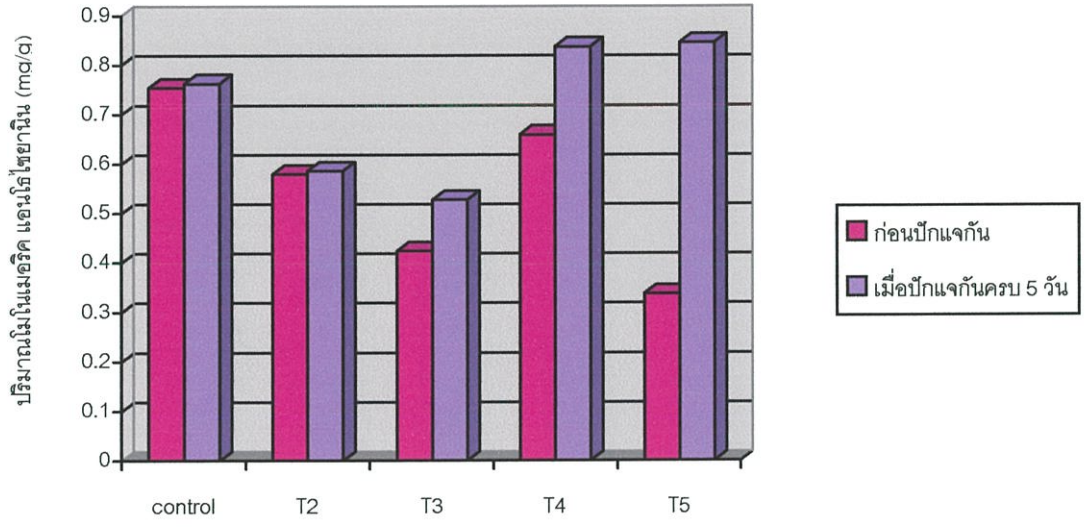

**ภาพที่ 5.5** แสดงอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน จากการทดลองที่ 3 (control = ไม่ลดอุณหภูมิ, T2 = 4°C, T3 = 6°C, T4 = 8°C และ T5 = 10°C)




**ภาพที่ 5.6** แสดงปริมาณ ethylene ก่อนการปักแจกัน (หลังการขนส่ง) ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3 (control = ไม่ลดอุณหภูมิ, T2 = 4°C, T3 = 6°C, T4 = 8°C และ T5 = 10°C)

เมื่อพิจารณาถึงความเข้มข้นของ ethylene ปรากฏว่าทุกวิธีการที่ลดอุณหภูมิ ผลิต ethylene น้อยกว่าวิธีการควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 5.6) ดังที่ Nowak and Rudnicki. (1990) รายงานไว้ว่า อุณหภูมิต่ำช่วยลดการผลิต ethylene ของดอกไม้ได้

สำหรับการวัดค่าปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานิน ก่อนลอยดอกและเมื่อลอยดอกไปครบ 5 วัน ปรากฏว่าปริมาณเพิ่มขึ้นทุกวิธีการ แต่ในอัตราที่ไม่เท่ากัน โดยวิธีการที่ 5 ซึ่งเป็นวิธีการที่ปักแจกันได้นานที่สุดมีปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานินเพิ่มมากที่สุด (ภาพที่ 5.7)




**ภาพที่ 5.7** แสดงปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') ก่อนปักแจกันและเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน จากการทดลองที่ 3 (control = ไม่ลดอุณหภูมิ, T2= 4°C, T3 = 6°C, T4 = 8°C และ T5 = 10°C)

# บทที่ 6

# สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการพัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') สรุปได้ว่า

1. จากการทดลองหาวิธีการบรรจุดอกบัวในภาชนะเก็บเกี่ยวในนาบัว ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') สรุปได้ว่าวิธีการที่4 คือ การหุ้มดอกด้วยโฟมตาข่ายก่อนเก็บเกี่ยว การใช้มีดตัดก้านดอก แล้วแช่ดอกในถังโฟมที่มีน้ำกรอง จุ่มก้านดอกในน้ำร้อนก่อนหุ้มปลายก้านดอกด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ห่อสำลีด้วยถุงพลาสติก บรรจุในกล่องพลาสติกเปิดฝา ขนส่งระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร ไปห้องปฏิบัติการ พับกลีบดอก ตัดก้านดอกให้เหลือ 1.5 นิ้ว จุ่มก้านดอกในน้ำร้อนแล้วลอยดอกในอ่างน้ำที่มีน้ำกรอง ส่งผลให้ผลิต ethylene น้อยที่สุดเฉลี่ย 57.75 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ และอายุการปักแจกันดีที่สุดเฉลี่ย 5.93 วัน ในขณะที่วิธีการควบคุมผลิต ethylene เฉลี่ยถึง 106.75 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ และอายุการปักแจกันดีที่สุดเฉลี่ย 4.10 วัน

2. การทดลองหาวิธีการบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูกเพื่อลดการผลิต ethylene ของดอกบัวให้มากที่สุด และกำจัด ethylene ที่ดอกบัวผลิตออกมาให้มากที่สุด ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') สรุปได้ว่าวิธีการที่ 6 ซึ่งเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 คือหุ้มดอกก่อนเก็บเกี่ยวและแช่ก้านดอกในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำทันที จากนั้นจุ่มก้านดอกในน้ำร้อนแล้วหุ้มปลายก้านดอกด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำ แล้วทำการบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูก โดยรองพื้นกล่องและหุ้มดอกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู ภายในแผ่นฟิล์มพลาสติกบรรจุถุงน้ำแข็งเกล็ดขนาด 5x7 นิ้ว 4 ถุง ผลปรากฏว่าการใช้น้ำแข็งเกล็ด 4 ถุง (1,200 กรัม) ต่อน้ำหนักดอกเฉลี่ยประมาณ 1,200 กรัม (อัตราน้ำหนักน้ำแข็ง : น้ำหนักดอก 1:1) มีผลทำให้ผลิต ethylene น้อยที่สุด เฉลี่ย 74.10 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ และอายุการปักแจกันดีที่สุดเฉลี่ย 5.50 วัน ในขณะที่วิธีการควบคุมผลิต ethylene เฉลี่ยถึง 111.81 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ และอายุการปักแจกันดีที่สุดเฉลี่ย 4.60 วัน

3. การทดลองลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวก่อนการขนส่งเพื่อชะลอการสูญเสียอาหารสะสม ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') โดยทุกวิธีการเก็บเกี่ยวและปฏิบัติด้วยวิธีที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 คือหุ้มดอกด้วยโฟมตาข่ายแล้วจึงตัดดอกบัวด้วยมีดที่คมและสะอาด จากนั้นใส่ดอกบัวในกล่องโฟมที่มีน้ำกรองลำเลียงไปยังโรงเรือน แล้วจุ่มปลายก้านในน้ำร้อน หุ้มด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำกรอง ห่อด้วยถุงพลาสติกอีกครั้งหนึ่งแล้วบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกที่รองพื้นและห่อดอกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกไม่เจาะรู, และบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงถุงพลาสติกขนาด 5x7 นิ้ว 4 ถุง ลงไปในกล่องกระดาษลูกฟูก แล้วเปรียบเทียบระดับอุณหภูมิ

สำหรับลดอุณหภูมิก่อนการขนส่ง คือ วิธีการที่ 1 ไม่ลดอุณหภูมิ, วิธีการที่ 2 – 5 ก่อนการขนส่ง ระยะทางไกลทำการลดอุณหภูมิดอกบัวในตู้ปรับอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 °C ตามลำดับ จากนั้น เก็บรักษากล่องไว้ในอุณหภูมิ 25 °C เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนเป็นอุณหภูมิ 7 °C อีก 1 ชั่วโมง (จำลองอุณหภูมิและระยะเวลาของการขนส่ง) สรุปได้ว่าวิธีการที่ 5 คือการลดอุณหภูมิที่ 10 °C ช่วยให้คุณภาพดอกดีที่สุด มีผลทำให้การผลิต ethylene น้อยกว่าวิธีที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิ และอายุการปักแจกันดีที่สุดเฉลี่ย 4.43 วัน ในขณะที่วิธีการควบคุม ผลิต ethylene ถึง 121.37 $\mu l.kg^{-1}.hr^{-1}$ และอายุการปักแจกันเฉลี่ย 2.87 วัน

# บรรณานุกรม


กษิษฐ์ ปรุงเรือน. 2545. "ผลของ Benzyladenine และ Naphthalene acetic acid ก่อนยืดอายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้ (*Dendrobium Walter Oumae* 4n)". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

คนึงนิจ พิชญานนท์. 2542. "การทดลองหาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* Gaertn)". วิทยานิพนธ์วิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษา และวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2546. บทความน่ารู้. [Online]. Availble:http://www.phtnet.org/detail.aspid=art0008&gid=04.

จารีย์ หอยทอง. 2519. "การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบัวบางชนิดในประเทศไทย". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ :** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิรา ณ หนองคาย. 2531. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้ และดอกไม้.** กรุงเทพฯ: แมส พับลิชชิ่ง.

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. 2538. **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอกไม้ตัดใบ.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

_____ . 2545. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอก. กรุงเทพฯ: ประดิพัทธ์.

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ และคนึงนิจ พิชญานนท์. 2544. "การทดลองหาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* Gaertn)". น. 167. ใน **รายงานการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 1.** กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

ชุมพล มากทอง. 2545. "การทดลองลดอุณหภูมิดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* "Roseum Plenum") หลังการเก็บเกี่ยว". ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เทียมใจ คมกฤส. 2541. **กายวิภาคของพฤกษ์.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นฤมล อุนทริจันทร์ และ พิมลรัตน์ ตันวัฒนเสรี. 2536. "การใช้ซิลเวอร์ไธโอซัลเฟตก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการปักแจกันของดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช". ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2526. **การปฏิบัติภายหลังการตัดดอกไม้. เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.**

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2537. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวดอกไม้.** กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์.

ไพรัช จันทรไกรโรจน์. 2542. การเปรียบเทียบวัสดุชนิดต่างๆที่ดูดซับสารละลายด่างทับทิมเพื่อใส่ในกล่องหีบห่อดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ( *Nelumbo nucifera* Gaertn.): 1. วัสดุดูดซับสารละลายด่างทับทิม 36.68 กรัม/กล่อง. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ภูมินทร์ หงษ์รัตน์. 2542. "การเปรียบเทียบวัสดุชนิดต่างๆที่ดูดซับสารละลายด่างทับทิมเพื่อใส่ในกล่องหีบห่อดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* Gaertn.): 2. วัสดุดูดซับสารละลายด่างทับทิม 110.04 กรัม/กล่อง". ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รุ่งทิวา ธนำธาตุ. 2544. "ผลของการดูดสารละลายเคมีต่างๆ ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. **วิศวกรรมแปรรูปอาหาร : การถนอมอาหาร. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์**

วันชาติ สวัสดิ์ธนาคูณ. 2542. การเปรียบเทียบวัสดุชนิดต่างๆที่ดูดซับสารละลายด่างทับทิมเพื่อใส่ในกล่องหีบห่อดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* Gaertn.): 3. วัสดุดูดซับสารละลายด่างทับทิม 183.4 กรัม/กล่อง. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิชิต สุวรรณปรีชา. 2537. **การปลูกไม้ตัดดอก. กรุงเทพฯ : ทิพย์วิสุทธิ์การพิมพ์.**

สุปราณี วนิชชานนท์. 2540. **ไม้ตัดดอก.** กรุงเทพฯ : เพื่อนเกษตร.

———. 2541. **ไม้ประดับ. กรุงเทพฯ : เพื่อนเกษตร.**

เสริมลาภ วสุวัต. 2537. บัว : ไม้ดอกไม้ประดับ. กรุงเทพฯ : อมรินทร์ พริ้นติ้ง แอนพับลิชชิ่ง.

อรรถพร สว่างแสง และ ปัญญาพล ปานเกษม. 2539. "การใช้ด่างทับทิมในกล่องบรรจุหีบห่อระหว่างการขนส่งดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)". ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สายชล เกตุษา. 2531. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Abeles, F.B., et.al. 1992. **Ethylene in Plant Biology, Second Edition**, California : Academic Press.

Bennett, A. B. and O'Neill, S.D., editor. 1990. **Horticultural Biotechnology**. New York : Wiley Liss, Inc.

Buchanan, B. B. 2000. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. Rockville : Courier Companies, Inc.

Fosket, D.E. . 1944. **Plant Growth and Development, A Molecular, Approach**. California : Academic Press.

Gardner , F.P. *et al.* 1985 . **Physiology of Crop Plants**. Iowa :The Iowa State University.

Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E. 2000. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York : John Wiley & Son.

Grisebach, H. 1982. **Biosynthesis of anthocyanin, In Anthocyanins as Food Colors**. New York : Academic Press.

Gross. J. 1987. **Pigment in Fruits**. London : Academic Press.

Harbertson, J.F. and Adams, D.O. 2004. **Protocol for Red Winegrape Maturity Assay**. (Online). Available :http://www.rinovation.com/maturity.protocol.html.

Harborne, J.B. 1973. **Phytochemical Methods**. New York :John Wiley & Sons.

Holley, W.D. 1963. Grow keeping quality into your flowers, pp.9-18. in Rogers, M.N., editor. **Living Flowers That Last** . Columbia :University of Missouri Press.

Lea, P.J. and Leegood, R.C. 1993. **Plant Biochemistry and Molecular Biology**. Singapore : John Wiley & Sons Ltd.

Mattoo, A.K. and Suttle, J.C. 1991. **The Plant Hormone Ethylene**. Florida : CRC Press.

Nowak, J. and Rudnicki R.M. 1990. **Postharvest Handling and Storage of Cut Flowers, Florist Greens, and Potted Plants**. Singapore : Timber Press, Inc.

Suisuwan, C. and K. Pichayanon. 2002. **Study on harvest and postharvest handling of lotus flowers.** Thai Journal of Agricultural Science. 35(3): 303-308

# ภาคผนวก

**ตารางที่ 1** วิเคราะห์ผลทางสถิติเส้นผ่าศูนย์กลางดอกเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 5.207 | 1.302 | $1.254^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 10.378 | 1.038 | | | |
| Total | 14 | 15.585 | 1.113 | | | |

GRAND MEAN = 5.62

CV = 18.14 %

**ตารางที่ 2** วิเคราะห์ผลทางสถิติความยาวของดอกเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 0.551 | 0.138 | $3.425^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 0.402 | 0.040 | | | |
| Total | 14 | 0.953 | 0.068 | | | |

GRAND MEAN = 7.17

CV = 2.80 %

**ตารางที่ 3** วิเคราะห์ผลทางสถิติน้ำหนักดอกสดเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 130.339 | 32.585 | $2.540^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 128.278 | 12.828 | | | |
| Total | 14 | 258.617 | 18.473 | | | |

GRAND MEAN = 37.79

CV = 9.48 %

**ตารางที่ 4** วิเคราะห์ผลทางสถิติเส้นผ่าศูนย์กลางวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้เมื่อเริ่มต้นการทดลองของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 0.182 | 0.045 | $0.785^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 0.579 | 0.058 | | | |
| Total | 14 | 0.761 | 0.054 | | | |

GRAND MEAN = 5.05

CV = 4.77 %

**ตารางที่ 5** วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่งของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 163.461 | 40.865 | $1.043^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 391.937 | 39.194 | | | |
| Total | 14 | 555.398 | 39.671 | | | |

GRAND MEAN = 25.05

CV = 25.00 %

**ตารางที่ 6** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (L) ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวง พันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 13.411 | 3.353 | 6.460** | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 5.190 | 0.519 | | | |
| Total | 14 | 18.602 | 1.329 | | | |

GRAND MEAN = 74.17

CV = 0.97 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T5 | | 75.91 | A |
| T4 | | 74.18 | B |
| T2 | | 74.06 | B |
| T3 | | 73.58 | B |
| T1 | | 73.13 | B |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

ตารางที่ 7 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (a+) ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวง พันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 20.497 | 5.124 | 4.379* | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 11.703 | 1.170 | | | |
| Total | 14 | 32.200 | 2.300 | | | |

GRAND MEAN = 15.59

CV = 6.94 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T1 | | 17.28 | A |
| T3 | | 16.26 | AB |
| T2 | | 15.73 | ABC |
| T4 | | 14.72 | BC |
| T5 | | 13.93 | C |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

**ตารางที่ 8** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่า $A_w$ ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 0.000 | 0.000 | 3.879* | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 0.000 | 0.000 | | | |
| Total | 14 | 0.000 | 0.000 | | | |

GRAND MEAN = 0.98

CV = 0.27 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T4 | | .9783 | A |
| T3 | | .9767 | A |
| T5 | | .9757 | A |
| T2 | | .9757 | A |
| T1 | | .9703 | B |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

**ตารางที่ 9** วิเคราะห์ผลทางสถิติความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 24609.327 | 6152.332 | 2.297$^{NS}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 26789.252 | 2678.925 | | | |
| Total | 14 | 51398.567 | 3671.326 | | | |

GRAND MEAN = 100.116

CV = 51.70 %

**ตารางที่ 10** วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การขยายตัวเพิ่มขึ้นของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้หลังปักแจกันครบ 5 วันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 9.611 | 2.403 | 1.287$^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 18.671 | 1.867 | | | |
| Total | 14 | 28.282 | 2.020 | | | |

GRAND MEAN = 5.36

CV = 25.49 %

**ตารางที่ 11** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (L) เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 7.296 | 1.824 | 2.834$^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 6.437 | 0.644 | | | |
| Total | 14 | 13.732 | 0.981 | | | |

GRAND MEAN = 77.10

CV = 1.04 %

**ตารางที่ 12** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (a+) เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 6.797 | 1.699 | $2.101^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 8.088 | 0.809 | | | |
| Total | 14 | 14.886 | 1.063 | | | |

GRAND MEAN = 13.21

CV = 6.81 %

**ตารางที่ 13** วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์ค่า $A_w$ เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 0.004 | 0.001 | $10.704^{**}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 0.001 | 0.000 | | | |
| Total | 14 | 0.005 | 0.000 | | | |

GRAND MEAN = 0.94

CV = 1.00 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T4 | | 0.9517 | A |
| T3 | | 0.9503 | A |
| T2 | | 0.9500 | A |
| T5 | | 0.936 | A |
| T1 | | 0.9100 | B |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY

BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

**ตารางที่ 14** วิเคราะห์ผลทางสถิติพื้นที่ขอบบนของก้านชูละอองเกสรตัวผู้ที่เกิดรอยตำหนิสีดำเมื่อครบอายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 0.333 | 0.083 | 78.436** | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 0.011 | 0.001 | | | |
| Total | 14 | 0.343 | 0.025 | | | |

GRAND MEAN = 0.61

CV = 5.38 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T1 | | 0.82 | A |
| T5 | | 0.75 | B |
| T3 | | 0.51 | C |
| T2 | | 0.48 | C |
| T4 | | 0.47 | C |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

**ตารางที่ 15** วิเคราะห์ผลทางสถิติอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวง พันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 1

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 6.293 | 1.573 | 16.389** | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 0.960 | 0.096 | | | |
| Total | 14 | 7.253 | 0.518 | | | |

GRAND MEAN = 4.67

CV = 6.64 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T4 | | 5.93 | A |
| T3 | | 4.50 | B |
| T2 | | 4.43 | B |
| T5 | | 4.37 | B |
| T1 | | 4.10 | B |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

**ตารางที่ 16** วิเคราะห์ผลทางสถิติเส้นผ่าศูนย์กลางดอกเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ของดอกบัวหลวง พันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 0.421 | 0.084 | 1.377ns | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 0.733 | 0.061 | | | |
| Total | 17 | 1.154 | 0.068 | | | |

GRAND MEAN = 5.89

CV = 4.20 %

**ตารางที่ 17** วิเคราะห์ผลทางสถิติความยาวของดอกเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 0.637 | 0.127 | 2.976$^{ns}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 0.514 | 0.043 | | | |
| Total | 17 | 1.151 | 0.068 | | | |

GRAND MEAN = 7.85

CV = 2.63 %

**ตารางที่ 18** วิเคราะห์ผลทางสถิติน้ำหนักดอกสดเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 85.612 | 17.122 | 2.873$^{ns}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 72.420 | 6.035 | | | |
| Total | 17 | 158.031 | 9.296 | | | |

GRAND MEAN = 39.78

CV = 6.18 %

**ตารางที่ 19** วิเคราะห์ผลทางสถิติเส้นผ่าศูนย์กลางวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้เมื่อเริ่มต้นการทดลองของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 0.525 | 0.105 | 2.011$^{ns}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 0.627 | 0.052 | | | |
| Total | 17 | 1.152 | 0.068 | | | |

GRAND MEAN = 5.29

CV = 4.32 %

**ตารางที่ 20** วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่งของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 160.245 | 32.049 | 1.267$^{ns}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 303.553 | 25.296 | | | |
| Total | 17 | 463.798 | 27.282 | | | |

GRAND MEAN = 29.39

CV = 17.11 %

**ตารางที่ 21** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (L) ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 18.623 | 3.725 | 0.311$^{ns}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 143.554 | 11.963 | | | |
| Total | 17 | 162.175 | 9.540 | | | |

GRAND MEAN = 74.24

CV = 4.66 %

**ตารางที่ 22** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (a+) ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 19.056 | 3.811 | 0.278$^{ns}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 164.325 | 13.694 | | | |
| Total | 17 | 183.380 | 10.787 | | | |

GRAND MEAN = 11.33

CV = 32.66 %

**ตารางที่ 23** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่า $A_w$ ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 0.001 | 0.000 | $0.891^{ns}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 0.002 | 0.000 | | | |
| Total | 17 | 0.002 | 0.000 | | | |

GRAND MEAN = 0.99

CV = 1.21 %

**ตารางที่ 24** วิเคราะห์ผลทางสถิติความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 3788.480 | 757.696 | $1.795^{NS}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 5065.826 | 422.152 | | | |
| Total | 17 | 8854.304 | 520.841 | | | |

GRAND MEAN = 91.51

CV = 22.45 %

**ตารางที่ 25** วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การขยายตัวเพิ่มขึ้นของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้หลังปักแจกันครบ 5 วันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 19.382 | 3.876 | $1.938^{ns}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 23.999 | 2.000 | | | |
| Total | 17 | 43.381 | 2.552 | | | |

GRAND MEAN = 6.79

CV = 20.82 %

**ตารางที่ 26** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (L) เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 15.560 | 3.112 | 0.551$^{ns}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 67.751 | 5.646 | | | |
| Total | 17 | 83.310 | 4.901 | | | |

GRAND MEAN = 77.75

CV = 3.06 %

**ตารางที่ 27** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (a+) เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 8.442 | 1.688 | 0.273$^{ns}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 74.181 | 6.182 | | | |
| Total | 17 | 82.623 | 4.860 | | | |

GRAND MEAN = 9.42

CV = 26.40 %

**ตารางที่ 28** วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์ค่า $A_w$ เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 0.001 | 0.000 | 0.773$^{ns}$ | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 0.002 | 0.000 | | | |
| Total | 17 | 0.002 | 0.000 | | | |

GRAND MEAN = 0.98

CV = 1.21 %

**ตารางที่ 29** วิเคราะห์ผลทางสถิติพื้นที่ขอบบนของก้านชูละอองเกสรตัวผู้ที่เกิดรอยตำหนิสีดำเมื่อครบอายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 0.007 | 0.001 | 4.377* | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 0.004 | 0.000 | | | |
| Total | 17 | 0.011 | 0.001 | | | |

GRAND MEAN = 0.48

CV = 3.80 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T1 | | 0.52 | A |
| T3 | | 0.48 | B |
| T2 | | 0.47 | B |
| T5 | | 0.47 | B |
| T4 | | 0.47 | B |
| T6 | | 0.46 | B |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

**ตารางที่ 30** วิเคราะห์ผลทางสถิติอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวง พันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 2

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 5 | 1.712 | 0.342 | 2.147ns | 3.11 | 5.06 |
| Ex.Error | 12 | 1.913 | 0.159 | | | |
| Total | 17 | 3.625 | 0.213 | | | |

GRAND MEAN = 5.02

CV = 7.96 %

**ตารางที่ 31** วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกสดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่งของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 10.257 | 2.564 | $0.531^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 48.285 | 4.829 | | | |
| Total | 14 | 58.542 | 4.182 | | | |

GRAND MEAN = 7.34

CV = 29.92 %

**ตารางที่ 32** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (L) ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 162.144 | 40.536 | $1.101^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 368.325 | 36.833 | | | |
| Total | 14 | 530.471 | 37.891 | | | |

GRAND MEAN = 62.87

CV = 9.65 %

**ตารางที่ 33** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (a+) ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 120.512 | 30.128 | 3.926* | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 76.746 | 7.675 | | | |
| Total | 14 | 197.258 | 14.090 | | | |

GRAND MEAN = 21.73

CV = 12.75 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T5 | | 25.62 | A |
| T1 | | 23.31 | AB |
| T4 | | 22.80 | AB |
| T2 | | 18.54 | B |
| T3 | | 18.38 | B |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

**ตารางที่ 34** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่า $A_w$ ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 0.000 | 0.000 | 1.597ns | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 0.000 | 0.000 | | | |
| Total | 14 | 0.001 | 0.000 | | | |

GRAND MEAN = 0.99

CV = 0.70 %

ตารางที่ 35 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานิน ก่อนปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 0.000 | 0.000 | 2388.403** | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 0.000 | 0.000 | | | |
| Total | 14 | 0.000 | 0.000 | | | |

GRAND MEAN = 0.18

CV = 1.09 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T1 | | 0.0251 | A |
| T4 | | 0.0220 | B |
| T2 | | 1.9267 | C |
| T3 | | 1.4167 | D |
| T5 | | 1.1267 | E |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

**ตารางที่ 36** วิเคราะห์ผลทางสถิติความเข้มข้นของ ethylene ก่อนปักแจกัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 5865.701 | 1466.425 | $0.750^{NS}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 19561.200 | 1956.120 | | | |
| Total | 14 | 25426.904 | 1816.207 | | | |

GRAND MEAN = 91.39

CV = 48.39 %

**ตารางที่ 37** วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การขยายตัวเพิ่มขึ้นของวงก้านชูละอองเกสรตัวผู้หลังปักแจกันครบ 5 วันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 4.186 | 1.046 | $0.981^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 10.668 | 1.067 | | | |
| Total | 14 | 14.853 | 1.061 | | | |

GRAND MEAN = 3.54

CV = 29.16 %

**ตารางที่ 38** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (L) เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 75.987 | 18.997 | $1.743^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 109.017 | 10.902 | | | |
| Total | 14 | 185.003 | 13.215 | | | |

GRAND MEAN = 66.96

CV = 4.93 %

**ตารางที่ 39** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีชมพูของกลีบดอก (a+) เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 46.069 | 11.517 | $3.089^{ns}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 37.281 | 3.728 | | | |
| Total | 14 | 83.350 | 5.954 | | | |

GRAND MEAN = 23.64

CV = 8.17 %

**ตารางที่ 40** วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์ค่า $A_w$ เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 0.000 | 0.000 | $19.604^{**}$ | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 0.000 | 0.000 | | | |
| Total | 14 | 0.000 | 0.000 | | | |

GRAND MEAN = 0.98

CV = 0.13 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T5 | | 0.9863 | A |
| T4 | | 0.9853 | AB |
| T3 | | 0.9837 | B |
| T1 | | 0.9800 | C |
| T2 | | 0.9790 | C |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY

BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

**ตารางที่ 41** วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานิน เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 0.000 | 0.000 | 3544.111** | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 0.000 | 0.000 | | | |
| Total | 14 | 0.000 | 0.000 | | | |

GRAND MEAN = 2.37

CV = 0.60 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T5 | | 2.8133 | A |
| T4 | | 2.7867 | B |
| T1 | | 0.0254 | C |
| T2 | | 1.9533 | D |
| T3 | | 0.0176 | E |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

**ตารางที่ 42** วิเคราะห์ผลทางสถิติพื้นที่ขอบบนของก้านชูละอองเกสรตัวผู้ที่เกิดรอยตำหนิสีดำเมื่อครบอายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 0.121 | 0.030 | 4.984* | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 0.061 | 0.006 | | | |
| Total | 14 | 0.182 | 0.013 | | | |

GRAND MEAN = 0.51

CV = 14.99 %

| NAME | ID | MEAN | .05 |
|---|---|---|---|
| T2 | | 0.66 | A |
| T1 | | 0.55 | AB |
| T3 | | 0.51 | ABC |
| T4 | | 0.50 | BC |
| T5 | | 0.38 | C |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SINIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

**ตารางที่ 43** วิเคราะห์ผลทางสถิติอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวง พันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* 'Roseum Plenum') จากการทดลองที่ 3

Analysis of variance

| Source | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4 | 6.689 | 1.672 | 2.110ns | 3.48 | 5.99 |
| Ex.Error | 10 | 7.927 | 0.793 | | | |
| Total | 14 | 14.616 | 1.044 | | | |

GRAND MEAN = 3.16

CV = 28.17 %

# ประวัติผู้เขียน

ว่าที่ร้อยตรีชุมพล มากทอง เกิดเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2515 ที่จังหวัดนครสวรรค์ สำเร็จการศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรกรรม) จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2538

ปี พ.ศ. 2539-2541 เข้ารับราชการในตำแหน่งนักวิชาการเกษตร 3 สังกัดกรมส่งเสริมสหกรณ์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2541-2544 เข้ารับราชการตำแหน่งพนักงานวิทยาศาสตร์ 3 สังกัดคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปี พ.ศ. 2544-ปัจจุบัน ศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง