สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของการให้ความเย็นก่อนการขนส่งต่อคุณภาพดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)

EFFECT OF PRECOOLING BEFORE TRANSPORTATION ON LOTUS (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) CUT FLOWER QUALITY.

T 074849

QK
468ผ
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....74849
วัน,เดือน,ปี.....11 ต.ค. 2550

.b.....11820837
.i.....

นันทนา หรั่งเจริญ

NUNTANA RUNGJA-REAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2007-AG-M-021-008

EFFECT OF PRECOOLING BEFORE TRANSPORTATION ON LOTUS (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) CUT FLOWER QUALITY.

NUNTANA RUNGJA-REAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2007-AG-M-021-008

COPYRIGHT 2007

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการให้ความเย็นก่อนการขนส่งต่อคุณภาพดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)
นักศึกษา	นางสาวนันทนา หรั่งเจริญ
รหัสประจำตัว	47062252
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	พืชสวน
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ

บทคัดย่อ

จากการทดลองหาพันธุ์ดอกบัวหลวงที่เหมาะสมสำหรับการพับกลีบดอกก่อนการบรรจุกล่องเพื่อเพิ่มพันธุ์และมูลค่าการส่งออกให้มากขึ้น โดยแบ่งเป็น 2 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 การทดลองหาอุณหภูมิของอากาศเย็นที่เหมาะสมสำหรับให้ความเย็นกล่องบรรจุดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช ก่อนการขนส่งเพื่อช่วยลดการผลิตเอทิลีนระหว่างการขนส่ง ซึ่งอาจทำให้ดอกบัวมีอายุการปักแจกันที่นานวันขึ้น และการทดลองที่ 2 เป็นการทดลองเพื่อศึกษาหาพันธุ์ดอกบัวหลวงที่เหมาะสมสำหรับการส่งออกที่มีขายอยู่ในท้องตลาดเมืองไทยทั้ง 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สัตตบุษย์ สัตตบงกช บุณฑริก และปทุม โดยการใช้อุณหภูมิของอากาศเย็นที่ดีที่สุด จากการทดลองที่ 1 มาเปรียบเทียบกับการให้ความเย็นด้วยน้ำแข็งเกล็ด (ในอัตราส่วน น้ำหนักดอก : น้ำหนักน้ำแข็ง เท่ากับ 1:1) จากผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิของอากาศเย็นที่ดีที่สุด สำหรับการลดอุณหภูมิกล่อง ก่อนการส่งออก คือ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เนื่องจากช่วยลดการผลิตเอทิลีนของดอกบัวหลวงลงได้ ส่งผลให้มีอายุการปักแจกันที่นานวันขึ้น ส่วนการทดลองที่ 2 พบว่าดอกบัวพันธุ์ปทุมที่ให้ความเย็นด้วยอากาศเย็นเป็นวิธีการที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการที่ทำให้ดอกบัวหลวง มีอายุการปักแจกันนานถึง 3.67 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Effect Of Precooling before Transportation on Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) Cut Flower Quality.
Student	Miss. Nuntana Rungja-rean
Student ID.	47062252
Degree	Master of Science
Program	Horticulture
Year	2007
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Chornitsiri Suisuwan

ABSTRACT

The purpose of this study was to find the best lotus varieties which can maintain good quality when it is packed with folding petals in package in order to increase basic price of exporting value. The experiment was carried out in 2 sets. The first set was to find the suitable temperature for air cooling methods to be applied for packaging of lotus flowers var. Sattabongkot in order to decrease ethylene production during transportation and prolong vase life. The second set was conducted to find the suitable variety of lotus flowers for export. The best air cooling method from the first experiment was applied to the packaging of four varieties of lotus flowers available in markets: Sattaboot, Sattabongkot, Boondharik and Patoom. The effect was compared with ice cooling method (weight ratio 1:1 of flower fresh weight and ice crack). The result of the fisrt experiment showed that the best air cooling method was 8 °C for 1 hour. It decreased ethylene production and prolonged vase life. In the second experiment, the result showed that Patoom variety with the best air-cooling method was the best treatment. It exhibited the longest vase life of 3.67 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้านางสาวนันทนา หรั่งเจริญ ขอกราบขอบพระคุณ รศ. ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ ให้แนวทางการแก้ปัญหา ในการทำงานทดลองชิ้นนี้ และยังช่วยตรวจทาน แก้ไข วิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอบคุณ คุณนิภาพร ยลสวัสดิ์ ผู้ให้ความอนุเคราะห์ยานพาหนะในการออกนอกสถานที่

ขอบคุณ คุณณัฐธิดา อุบลรัศมี ผู้ช่วยให้คำแนะนำในการจัดทำเล่มวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ กราบขอบพระคุณ คุณพ่อประชา คุณแม่มะลิวัลย์ หรั่งเจริญ และเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคน ที่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนช่วยเหลือ จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่า และประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบให้แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นันทนา หรั่งเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.6 ขั้นตอนของการศึกษา	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบัว	4
2.2 บัวหลวงสายพันธุ์ต่างๆที่พบในประเทศไทย	4
2.3 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของดอกไม้ตัดดอก	6
2.4 ผลของอุณหภูมิสูงต่อคุณภาพผลิตผลสด	7
2.5 หลักของการทำให้เย็น	8
2.6 วิธีการลดความร้อน	9
2.7 การเลือกวิธีการทำให้เย็น	13
2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	16
3.1 เครื่องมือและวิธีการ	16
3.2 สถานที่ดำเนินงาน	17
3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 วิธีการดำเนินงาน 18
3.5 การบันทึกผล 19
3.6 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 20

บทที่ 4 ผลการทดลอง 21
4.1 การทดลองที่ 1 21
4.2 การทดลองที่ 2 34

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 55
5.1 การทดลองที่ 1 55
5.2 การทดลองที่ 2 56

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง 62
6.1 การทดลองที่ 1 59
6.2 การทดลองที่ 2 59

บรรณานุกรม 60

ประวัติผู้เขียน 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดน้ำดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช ในระหว่างการปักแจกัน	22
4.2	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางและเปอร์เซ็นต์การขยายตัวดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกชในระหว่างปักแจกัน	23
4.3	น้ำหนักเริ่มต้นของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช และน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป ในระหว่างปักแจกัน	24
4.4	การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช เมื่อเริ่มต้นการทดลองและในระหว่างการปักแจกัน	25
4.5	การเปลี่ยนแปลงสี petaloid staminode ของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช เมื่อเริ่มต้นการทดลอง และในระหว่างการปักแจกัน	27
4.6	ปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช ผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง	28
4.7	พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบน petaloid staminode ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกชในระหว่างการปักแจกัน	29
4.8	ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดน้ำดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ในระหว่างปักแจกัน	36
4.9	ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดน้ำดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย A (พันธุ์)	37
4.10	ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดน้ำดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย B (วิธีการให้ความเย็น)	37
4.11	น้ำหนักสดของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างปักแจกัน	38
4.12	น้ำหนักสดของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย A (พันธุ์)	39
4.13	น้ำหนักสดของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย B (วิธีการให้ความเย็น)	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.14	ปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ผลิตในระหว่างการทดลอง	41
4.15	ปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย A (พันธุ์)	42
4.16	ปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย B (วิธีการให้ความเย็น)	42
4.17	อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กล่องบรรจุดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ในแต่ละช่วงของการทดลอง	44
4.18	พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบนดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)ในระหว่างการปักแจกัน	45
4.19	พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบนดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)ในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย A (พันธุ์)	46
4.20	พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบนดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)ในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย B (วิธีการให้ความเย็น)	46
4.21	อายุการปักแจกันของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)	47
4.22	อายุการปักแจกันของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย A (พันธุ์)	48
4.23	อายุการปักแจกันของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย B (วิธีการให้ความเย็น)	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์	16
3.2	ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช	16
3.3	ดอกบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก	16
3.4	ดอกบัวหลวงพันธุ์ปทุม	16
4.1	ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชเมื่อเริ่มต้นการทดลอง	30
4.2	ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชเมื่อปักแจกันครบ 1 วัน ของการทดลองที่ 1	31
4.3	ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชเมื่อปักแจกันครบ 2 วัน ของการทดลองที่ 1	32
4.4	ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชเมื่อปักแจกันครบ 3 วัน ของการทดลองที่ 1	33
4.5	ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชเมื่อปักแจกันครบ 4 วัน ของการทดลองที่ 1	34
4.6	ดอกบัวหลวงเมื่อเริ่มต้นการทดลอง	49
4.7	ดอกบัวหลวงเมื่อปักแจกันครบ 1 วัน ของการทดลองที่ 2	50
4.8	ดอกบัวหลวงเมื่อปักแจกันครบ 2 วัน ของการทดลองที่ 2	51
4.9	ดอกบัวหลวงเมื่อปักแจกันครบ 3 วัน ของการทดลองที่ 2	52
4.10	ดอกบัวหลวงเมื่อปักแจกันครบ 4 วัน ของการทดลองที่ 2	53
4.11	ดอกบัวหลวงเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ของการทดลองที่ 2	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันดอกบัวหลวงเป็นไม้ตัดดอกอีกชนิดหนึ่งที่ตลาดต่างประเทศต้องการ (อรวรรณ วิชัยลักษณ์ และภูริพันธุ์ สุวรรณเมฆ. 2547) แต่ดอกบัวที่ส่งออกได้มีเพียง 2 พันธุ์เท่านั้น คือ สัตตบงกช และสัตตบุษย์ รวมทั้งยังมีปัญหาเรื่องสูญเสียคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเร็วมาก คือดอกบัวจะมีลักษณะ เช่น กลีบดอกช้ำ ทำให้มีน้ำยางซึมออกมาถูกกับอากาศเกิดการออกซิเดชั่นปรากฏจุดดำที่กลีบดอก และการเก็บเกี่ยวดอกบัวด้วยการหักด้วยมือ แล้วหอบไว้บนบ่า ทำให้ดอกบัวขาดน้ำและช้ำ การปฏิบัติงานที่ขาดความระมัดระวังเช่นนี้ มีผลทำให้ดอกบัวมีการผลิตเอทิลีนที่สูงขึ้น (Suisuwan and Pichayanon. 2002) การเก็บเกี่ยวโดยการป้องกันการช้ำ ไม่ให้ขาดน้ำ การใช้โฟมตาข่ายหุ้มดอกระหว่างการขนส่ง และการให้ความเย็นในกล่องด้วยน้ำแข็งเกล็ดระหว่างการขนส่งช่วยให้ดอกผลิตเอทิลีนน้อยลง และยืดอายุการใช้ประโยชน์ของดอกได้ (ช. ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ และคณะ. 2549) แต่การใช้น้ำแข็งเกล็ดในอัตราส่วนของน้ำหนักดอก :น้ำหนักน้ำแข็ง 1:1 ทำให้ค่าขนส่งเพิ่มขึ้น 1 เท่าตัว (Vongchoomyen. n.d.) วิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ดอกไม้ลดการผลิตเอทิลีนระหว่างการขนส่ง คือ การลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกไม้ด้วยอากาศเย็นก่อนการขนส่ง (Nowak and Rudnicki. 1990 ; Brosnan and Sun. 2000) ซึ่งดอกไม้แต่ละชนิดต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมไม่เหมือนกัน (Vaughan. 1988 ; Watkins and Ekman. 2005) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้ จึงต้องหาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวหลวงก่อนการขนส่ง เพื่อลดต้นทุนการขนส่งและนำอุณหภูมิที่เหมาะสมนี้ไปทดลองใช้กับดอกบัวหลวงพันธุ์อื่น ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยมีการทดลองพับกลีบดอกเพื่อเพิ่มมูลค่าการส่งออกด้วย ซึ่งน่าจะทำให้ได้ดอกบัวที่ส่งออกมากขึ้น และเพิ่มมูลค่าการส่งออกให้มากขึ้นด้วย

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวหลวงด้วยอากาศเย็น

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวด้วยอากาศเย็นและน้ำแข็งเกล็ด

1.2.3 เพื่อหาพันธุ์ดอกบัวหลวงตัดดอกที่เหมาะสมสำหรับตัดดอกพับกลีบดอกส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

1.3.1 การลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวด้วยอากาศเย็นที่อุณหภูมิเหมาะสม น่าจะช่วยลดการผลิตเอทิลีนของดอกบัวลงได้ และยืดอายุการปักแจกันให้นานวันขึ้น

1.3.2 วิธีการปฏิบัติกับดอกบัวด้วยการพับกลีบก่อนการขนส่ง และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม น่าจะช่วยให้ดอกบัวมีคุณภาพดีขึ้น โดยเฉพาะดอกบัวทรงแหลมสามารถมีกลีบดอกที่แข็งแรงทนทานต่อการบรรจุหีบห่อ และระยะเวลาการขนส่งได้ จะทำให้มีพันธุ์ดอกบัวที่ส่งออกได้เพิ่มมากขึ้น

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การลดอุณหภูมิด้วยอากาศเย็นในระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมกับกล่องที่บรรจุดอกบัวเรียบร้อยแล้วจะช่วยให้ดอกบัวลดการผลิตเอทิลีนลง และยืดอายุการปักแจกันให้นานวันขึ้น

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวด้วยอากาศเย็นเพื่อช่วยยืดอายุการปักแจกันให้กับดอกบัวหลวง และเพื่อทดลองศึกษาว่าดอกบัวหลวงตัดดอกที่มีขายในตลาดเมืองไทยทั้ง 4 พันธุ์ พันธุ์ใดที่ความเหมาะสมสำหรับการพับกลีบเพื่อการส่งออก โดยเปรียบเทียบวิธีการให้ความเย็นกับดอกบัวในกล่อง ระหว่างการลดอุณหภูมิด้วยอากาศเย็นก่อนการขนส่ง และการให้ความเย็นด้วยน้ำแข็งเกล็ดลงไปในกล่องบรรจุดอกบัวในระหว่างการขนส่ง

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

ขั้นตอนการที่ทำการศึกษามี 2 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 การทดลองเปรียบเทียบการใช้อากาศเย็นที่อุณหภูมิต่างๆ กับดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 5 วิธีการๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 8 ดอก โดยมีอุณหภูมิเป็นวิธีการ

การทดลองที่ 2 ทดลองนำดอกบัวหลวง 4 สายพันธุ์ คือ ดอกบัวสายพันธุ์สัตตบุษย์ ปทุมสัตตบงกช และ บุณฑริก มาทดลองหาวิธีการให้ความเย็นด้วยอากาศเย็นกับกล่องบรรจุหีบห่อ โดยนำผลการทดลองที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 มาใช้ เปรียบเทียบกับการใช้น้ำแข็งเกล็ด ในอัตราส่วนน้ำหนักดอก : น้ำหนักน้ำแข็ง 1:1 จากรายงานของ ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ และคณะ (2549) มาใช้ มีการวางแผนการทดลองแบบ Factorial ใน CRD มี 2 ปัจจัย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัย A บัวพันธุ์ต่างๆ มี 4 พันธุ์ ได้แก่

A_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์

A_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช

A_3 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริก

A_4 = ดอกบัวพันธุ์ปทุม

ปัจจัย B วิธีการให้ความเย็น มี 2 วิธีการ ได้แก่

B_1 = อากาศเย็น

B_2 = น้ำแข็งเกล็ด

ดังนั้น มี 8 วิธีการๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 8 ดอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบัว

บัวหลวงเป็นไม้ยืนต้น (ปริมลาภ ชูเกียรติมั่น และเสริมลาภ วสุวัต. 2547) จัดอยู่ในวงศ์ Nelumbonaceae สกุล Nelumbo มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nelumbo nucifera* Gaertn. (สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2547)

ในประเทศไทยมีบัวหลวงหลายพันธุ์ ซึ่งมีลักษณะภายนอกส่วนใหญ่คล้ายคลึงกันคือ ลำต้นเป็นเหง้าใต้ดิน และเป็นไหลเหนือดินใต้น้ำ รากเป็นระบบรากฝอย ใบเดี่ยวรูปร่างเกือบกลม ก้านใบติดกับแผ่นใบตรงกลางทางด้านใต้ ดอกเดี่ยวสีชมพูหรือขาว กลีบเลี้ยงและกลีบดอกคล้ายกัน เกสรตัวผู้มีจำนวนมาก สำหรับบัวพันธุ์สัตตบุษย์และสัตตบงกชนั้นจะมีเกสรตัวผู้ที่คล้ายกลีบดอกอยู่ด้วย รังไข่มีหลายอันเรียงฝังอยู่ทางด้านบนของฐานรองดอกที่บวมขยายใหญ่ เรียกว่าฝัก ก้านใบและก้านดอกมีลักษณะแข็งและมีหนามประปรายคล้ายกัน ใบและดอกเกิดที่ข้อเดียวกันของลำต้นใต้ดิน ลักษณะภายในของลำต้น ลำต้นเหนือดิน ก้านดอก ก้านใบ และใบ เหมือนกัน ประกอบด้วยช่องอากาศเซลสะสมน้ำยางแบบ articulated anastomosing laticifer และมีกลุ่มท่อลำเลียงกระจายทั่วไปโดยมีมากบริเวณรอบช่องอากาศ ใบเป็นแบบ epistomatic leaf ปากใบแบบ anomocytic stomata การเจริญเติบโตจากการนำเหง้ามาปลูกจนเริ่มมีดอกใช้เวลา 1-3 เดือน ระยะเวลาที่ดอกเริ่มออกจนกลายเป็นฝักโตเต็มที่ 1-2 เดือน ลักษณะเรณูของบัวหลวงทั้ง 6 พันธุ์คล้ายกันคือ รูปทรงกลมค่อนข้างรี มีช่องเปิด 3 ร่อง ผนังตรงช่องเปิดมีลักษณะเป็นตุ่มเห็นได้ชัด ผนังด้านนอกหนากว่าด้านในลวดลายบนผนังเป็นแบบ reticulate-rugulate. muri และ lumina ไม่ต่อเนื่องกัน โดยจะมีช่องแคบ ๆ กั้นระหว่างส่วนของ tectum เป็นช่วง ๆ ส่วนล่างของ muri มีส่วนที่คล้ายเสา (columella) พยุงไว้โดยรอบ และมีรูเล็ก ๆ กระจายอยู่ทางด้านบน จำนวนโครโมโซม 2n = 16 (วาสนา มิตรานนท์. 2527)

2.2 บัวหลวงสายพันธุ์ต่างๆที่พบในประเทศไทย

มีหลายสายพันธุ์ (ปริมลาภ ชูเกียรติมั่น และเสริมลาภ วสุวัต. 2547) ได้แก่

2.2.1 บัวหลวงฉัตรขาว ป้อมขาว หรือ สัตตบุษย์ (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)

เป็นบัวที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย โดยเฉพาะในอินเดีย เพราะมีเรื่องราวของบัวพันธุ์นี้ในภาษามคธและพระไตรปิฎก ในพุทธศาสนา ดอกตูม ทรงค่อนข้างป้อมตรงกลางโคนกว้าง และ

เอกสารนี้เป็นสิ่งที่ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ดาวน์โหลด ทั้งส่วนหรือทั้งหมด เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายยาวเรียว โคนสีเขียวอ่อน ปลายสีขาว กลีบดอกสีขาวนวล สีกลีบเลี้ยงด้านในขาวนวลเช่นกัน อับเรณู และก้านอับเรณูสีเหลือง เกสรเพศเมียสีเหลือง และจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเขียวเมื่อดอกโรย กลีบดอกมีโคนกว้าง ปลายกลีบเรียว ทรงดอกบานเหมือนรูปถ้วยจนถึงแผ่ครึ่งวงกลม กลีบดอกซ้อนมาก มีกลิ่นหอมอ่อนๆ เป็นพันธุ์ที่มีดอกค่อนข้างดก ดอกบานอยู่ได้ประมาณ 4 วัน เป็นพันธุ์ที่นิยมนำมาบูชาพระ และประดับตามสถานที่ต่างๆ

2.2..2 บัวหลวงแหลมขาว บุณฑริก หรือ ปุณฑริก (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)

ชื่อสามัญคือ Hindo Lotus มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียมีการนำมาใช้ประโยชน์หลายปีก่อนคริสตกาล ดอกตูมมีทรงดอกตรงโคนกว้าง ปลายเรียว สีเขียวอ่อน เมื่อดอกบาน มีกลีบดอกสีขาว กลีบเลี้ยงสีขาว อับเรณูสีขาว ก้านอับเรณูสีเหลือง เกสรเพศเมียสีเหลือง ทรงกลีบดอกตรงโคนและปลายเรียวตรงกลางกว้าง ทรงดอกเมื่อบานตั้งแต่วันแรกถึงวันที่สาม แผ่ครึ่งวงกลมและแผ่ค่อนวงกลมเมื่อบานเป็นวันที่สี่ กลีบดอกซ้อน กลิ่นหอมอ่อนๆ ดอกค่อนข้างดก บานประมาณ 4 วัน

2.2.3 บัวหลวงฉัตรแดง ป้อมแดง หรือ สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)

ชื่อสามัญคือ Roseum Plenum มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย ดอกตูม มีทรงดอกตรงโคนกว้าง ปลายเรียวมีลักษณะอ้วนป้อมเมื่อกำลังจะบาน โคนดอกมีสีเขียวอ่อน ปลายดอกสีเหลือบชมพูเมื่อดอกบานสีกลีบดอกเป็นสีชมพูแก่ เช่นเดียวกับกลีบเลี้ยงด้านในอับเรณูสีขาว ก้านอับเรณูสีเหลือบชมพูอ่อนๆทรงกลีบดอกเรียวยาว ทรงดอกเมื่อบานเป็นรูปถ้วยถึงแผ่ครึ่งวงกลม กลีบดอกซ้อนมากและกลีบเกสรซ้อนมาก กลิ่นหอมอ่อนๆ ดอกค่อนข้างดก บานประมาณ 4 วัน เริ่มโรยช่วงบ่าย หรือค่ำของวันที่ 4 บัวฉัตรแดงนิยมใช้เป็นบัวบูชาพระ

2.2.4 บัวหลวงแหลมแดง หรือ ปทุม (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)

ชื่อสามัญคือ Sacred Lotus , East Indian Lotus มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย ดอกตูมมีทรงดอกตรงโคนกว้าง ปลายเรียว มีสีเขียวอ่อน ดอกบานมีกลีบดอกและกลีบเลี้ยงด้านในสีชมพู อับเรณูสีขาว ก้านอับเรณูสีเหลือง เกสรเพศเมียสีเหลือง ทรงกลีบดอกตรงโคนและปลายเรียวตรงกลางกว้าง ทรงดอกเมื่อบานจะแผ่ครึ่งวงกลม กลีบดอกซ้อน กลิ่นหอมโดยเฉพาะเมื่อบานวันแรกและวันที่ 2 ให้ดอกค่อนข้างดก บานประมาณ 4 วัน เป็นบัวที่ใช้ประโยชน์ในการบูชาพระและเก็บฝักเก็บเมล็ดมารับประทาน

2.2..5 บัวหลวงพระราชินี (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)

ชื่อสามัญคือ Lotus เป็นบัวหลวงที่สมเด็จพระนางเจ้าฯพระบรมราชินีนาถ ทรงมีรับสั่งให้เจ้าหน้าที่ไปเก็บต้นพันธุ์บัวที่ทรงโปรดมาจากจังหวัดเพชรบุรี นำไปปลูกอนุรักษ์ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองจังหวัดนราธิวาส เมื่อปี พ.ศ. 2543 ดร. เสริมลาภ วสุวัต ได้ไปเก็บต้นพันธุ์ชุดหนึ่งมาจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองเพื่อนำมาปลูกศึกษาที่บ้านปางอุบล ปี พ.ศ. 2544 และขยายพันธุ์เผยแพร่เพื่อร่วมกันอนุรักษ์ในปี พ.ศ.2546 ดอกบัวมีลักษณะเด่นพิเศษคือ ก้านใบก้านดอกยาวเต็มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า 2 เมตร ดอกตูมมีทรงดอกตรงโคนกว้าง ปลายเรียว ช่วงแรกสีเขียวอ่อนเมื่อแก่เต็มที่ก่อนจะเริ่มบานสีกลีบด้านนอกจะเริ่มอ่อนลงเป็นสีชมพูเกือบขาว ปลายกลีบสีชมพูจะเริ่มเด่นขึ้น ดอกบาน จะมีสีกลีบดอกตรงโคนสีขาวเหลือบเขียวอ่อน ปลายกลีบสีชมพูเข้ม วันที่ 2 และ 3 ปลายกลีบสีอ่อนลง วันที่ 4 หลังจากดอกแผ่บานเต็มที่แล้วดอกจะโรย กลีบจะร่วง สีกลีบเลี้ยงด้านในสีเดียวกับกลีบดอก อับเรณูและก้านอับเรณูสีเหลือง เกสรเพศเมียเมื่อบานวันแรกมีสีเหลืองหลังจากนั้นจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลือบเขียว และเป็นสีเขียวเมื่อดอกโรยและเมื่อกลีบดอกร่วงหมดแล้ว รังไข่ในฝักจะอยู่ระหว่าง 25-30 รังหรือเมล็ด ทรงกลีบดอกตรงโคนและปลายเรียว ตรงกลางกว้าง ทรงดอกบานเมื่อวันแรกแย้มบานคล้ายแจกันวันที่สองแผ่บานรูปพาน วันที่สามแผ่บานเต็มที่รูปจาน กลีบดอกซ้อนมีกลิ่นหอมอ่อน ดอกค่อนข้างดกบานประมาณ 4 วัน

2.3 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของดอกไม้ตัดดอก

คุณภาพของดอกไม้ภายหลังตัดจากต้นขึ้นอยู่กับสภาวะก่อนเก็บเกี่ยว ได้แก่ น้ำ อาหารที่สะสมในดอกไม้ ความเข้มแสงและอุณหภูมิ และขึ้นอยู่กับสภาวะหลังการเก็บเกี่ยวได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของดอกไม้ ตลอดจนสภาพแวดล้อมและวิธีปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2526) ดอกไม้ที่ตัดจากต้นแล้วมีการชราภาพ (senescence) หรือหมดอายุการใช้งานอย่างรวดเร็วกว่าอยู่บนต้นเดิม อาจเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้

2.3.1 การขาดน้ำ ปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่มีต่อการเก็บรักษาและอายุการบานของดอกภายหลังการตัดออกจากต้นคือ สภาวะการสมดุลของน้ำในก้านดอก ดอกไม้ที่มีการสูญเสียน้ำมากเกินไปหรือจำนวนน้ำไม่สมดุลจะเกิดอาการเหี่ยว ซึ่งสภาวะการสมดุลของน้ำเกี่ยวข้องกับอัตราการดูดซึมของน้ำ การขนย้าย อัตราการระเหยของน้ำ (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2526)

2.3.2 การหายใจ การหายใจเป็นกระบวนการเมตาบอลิซึมที่ใช้ออกซิเจน เผาผลาญอาหารได้คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานออกมาใช้ในการดำรงชีวิต ดอกไม้เมื่อตัดออกจากต้นจะขาดแหล่งสร้างอาหารเหลือแต่อาหารสะสมที่อยู่ในใบและกลีบดอกเท่านั้น ในขณะที่เซลล์ยังมีชีวิตอยู่อาหารที่สะสมไว้จะถูกใช้ไปเรื่อย ๆ โดยถูกย่อยสลายให้อยู่ในรูปของน้ำตาล และถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ เมื่ออาหารที่สะสมไว้ถูกใช้หมดไป เซลล์จะเริ่มชราภาพและตายในที่สุด ลักษณะการหายใจของดอกไม้บางชนิดคล้ายผลไม้พวก climacteric เมื่อดอกเริ่มบานมีอัตราการหายใจสูงสุดแล้วลดลงเมื่อดอกเข้าสู่ระยะชราภาพ ดอกไม้ที่มีอัตราการหายใจสูงมีอายุสั้นกว่าดอกไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำ ในช่วงเวลาที่ดอกไม้มีอัตราการหายใจสูงสุด ดอกไม้มีการเปลี่ยนแปลงภายในซึ่งนำไปสู่การชราภาพของดอก (สายชล เกตุษา. 2531)

2.3.3 ก๊าซเอทิลีน เอทิลีนเป็นฮอร์โมนที่สามารถผลิตได้จากทุกส่วนของพืช เช่น ในต้น ราก ดอก และผล มีคุณสมบัติทำให้เซลล์เสื่อมสภาพ นอกจากนี้ ถ้าเซลล์หนึ่งเซลล์ใดเกิดการผลิตเอทิลีนขึ้น เอทิลีนซึ่งเป็นก๊าซนี้สามารถแทรกซึมไปเซลล์ใกล้เคียง และสามารถชักนำให้เซลล์ข้างเคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตเอทิลีนไปด้วย และสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้ผลิตเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น คือ รอยแผลและรอยช้ำของเซลล์พืช ลักษณะของดอกไม้ที่มีการผลิตเอทิลีนสูง หรือได้รับเอทิลีนจากสภาพแวดล้อม ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์ เช่น การจางของสีดอก การจางของสีใบ กลีบดอกเหี่ยว เป็นต้น (Nowak and Rudnicki. 1990)

2.3.4 อุณหภูมิสูง อุณหภูมิเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญที่สุด เพราะอุณหภูมิที่สูงขึ้นย่อมกระตุ้นให้สสารทุกอย่างมีพลังงานสูงขึ้น ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ก็สามารถเกิดขึ้นได้ในอัตราที่สูงขึ้น รวมถึงการหายใจซึ่งประกอบด้วยปฏิกิริยาชีวเคมีหลายอย่างเกิดขึ้นต่อเนื่องหรือพร้อมๆ กัน โดยทั่วไปเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 10 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาเคมีก็จะเกิดขึ้นเร็วประมาณ 2 เท่า (จริงแท้ ศิริพานิช. 2546)

2.4 ผลของอุณหภูมิสูงต่อคุณภาพผลผลิตสด

อุณหภูมิสูงมีผลกระทบต่อผลผลิตหลายประการดังนี้

2.4.1 ทำให้อัตราการหายใจสูง การใช้สารอาหารในผลผลิตมีอัตราสูงด้วย ทำให้สูญเสียสารอาหารที่พืชสะสมไว้ ถ้าเป็นผลไม้จะไปเร่งให้เกิดการแก่ การสุก และการเสื่อมสลายเร็วขึ้นด้วย

2.4.2 ทำให้จุลินทรีย์ต่างๆ เจริญได้อย่างรวดเร็ว อุณหภูมิมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และในทำนองเดียวกันอุณหภูมิก็มีผลกระทบต่อผลผลิตด้วย อุณหภูมิต่ำจะช่วยทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์ลดต่ำลง เช่น *Rhizopus sp.* ไม่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส และสปอร์ที่กำลังงอกจะตายภายหลังจาก 2 วันที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์อื่นอาจจะเจริญได้ช้ามากที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 0 องศาเซลเซียส ในกรณีของ *Bottytis cinerea* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคที่ทำให้ผลสตรอเบอรีเน่าเสียนั้น สปอร์จะไม่สามารถแทงเข้าสู่ผลไม้ได้เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เส้นใยจะเข้าทำลายสตรอเบอรีไม่ได้ ดังนั้นการจัดการอุณหภูมิที่ดีและเหมาะสมกับผลผลิตจะมีบทบาทที่สำคัญในการช่วยลดปัญหาความเสียหายที่เกิดจากการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิดได้ เพราะเมื่อนำผลผลิตไปผ่านขั้นตอนการลดความร้อนทันทีหลังการเก็บเกี่ยว จะทำให้เกิดการเน่าเสียได้ช้าลง ถ้าไม่ลดความร้อนให้ผลผลิตมีอุณหภูมิต่ำ ผลผลิตจะเน่าเสียได้อย่างรวดเร็ว

2.4.3 เกิดการสูญเสียน้ำ ผลผลิตที่เก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงจะมีอัตราการคายน้ำสูง และจะสูญเสียน้ำได้อย่างรวดเร็วมาก ยกเว้นในกรณีที่อยู่ในสภาพบรรยากาศมีความชื้นอิ่มตัวถ้าความชื้นหรือปริมาณไอน้ำในอากาศแตกต่างกับเนื้อเยื่อของพืชมากจะทำให้ผลผลิตสูญเสียน้ำมากด้วย สาเหตุของการสูญเสียน้ำเกิดจากความแตกต่างของความดันไอระหว่างความดันไอน้ำภายในผลผลิตและความดันไอน้ำของสภาพแวดล้อม ซึ่งควบคุมโดยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อากาศร้อนจะอุ้มไอน้ำได้มากกว่าอากาศเย็น ค่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวบ่งชี้ว่ามีปริมาณไอน้ำอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอากาศขณะนั้นเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนไอน้ำอิ่มตัวที่อากาศสามารถอุ้มไว้ได้ที่อุณหภูมินั้นๆ เช่น ภาวะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 30 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตสูญเสียน้ำ 36 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับที่ภาวะอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและความชื้นสูงจึงดีกว่า เพราะช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำของผลผลิตได้

2.4.4 ผลต่อก๊าซเอทิลีน ทั้งอัตราการสังเคราะห์และความไวต่อการตอบสนองต่อก๊าซเอทิลีน จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ การสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีนจะเกิดได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วจะช่วยให้อัตราการสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีนและความไวต่อการตอบสนองก๊าซเอทิลีนลดลงด้วย ทำให้ผลผลิตเข้าสู่กระบวนการเสื่อมสลายช้าลง

2.4.5 การเกิดความเสียหายเร็วขึ้น ตัวอย่างเช่น การเกิดบาดแผลจากสาเหตุทางกล สามารถเกิดขึ้นได้ที่ทุกอุณหภูมิ เพราะอุณหภูมิจะมีผลต่อความรุนแรงของผลผลิตที่จะตอบสนองต่อแผลที่เกิดขึ้น การเกิดรอยช้ำทำให้พืชผลิตก๊าซเอทิลีนมากขึ้น ซึ่งเร่งอัตราการหายใจให้เร็วขึ้น เร่งกระบวนการสุก และทำให้ผลผลิตเสื่อมสภาพเร็วขึ้น นอกจากนี้การเกิดรอยช้ำตามปกติยังทำลายสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติ (natural barrier) ที่ผิวของผลผลิต จึงมีอัตราการสูญเสียน้ำและการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ การลดอุณหภูมิทันทีจะมีผลกระทบต่อบาดแผลที่มีผลต่อกระบวนการดังกล่าวได้ (นิธิยา รัตนาปนนท์ และ ดนัย บุณยเกียรติ. 2548)

2.5 หลักของการทำให้เย็น

การทำให้เย็น (cooling) คือการดึงเอาความร้อนออกจากสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกไปโดยอาศัยตัวกลางเป็นตัวนำ และ/ หรือพาความร้อนออกไป อัตราการทำให้เย็นจะขึ้นอยู่กับ

- การนำความร้อน (thermal conductivity) ของผลผลิตและตัวกลาง ถ้านำความร้อนได้ดีอุณหภูมิลดลงเร็ว
- ความจุความร้อนของผลผลิต ถ้ามีมากการทำให้เย็นจะเกิดช้า
- ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผลผลิตกับตัวกลาง ยิ่งต่างกับมากยิ่งทำให้เย็นได้เร็ว เมื่อความแตกต่างลดลง อัตราการเย็นตัวก็ช้าลงด้วย
- การสัมผัสระหว่างตัวกลางกับผลผลิต ถ้ามีมากอุณหภูมิลดลงได้เร็ว
- การเคลื่อนไหวของตัวกลาง ถ้าเคลื่อนไหวเร็วมากก็พาความร้อนออกไปได้มาก

การทำให้เย็นลงนี้มีศัพท์เฉพาะเรียกกันว่า precooling หมายถึงการทำให้เย็นลง ก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นนั่นเอง (จริงแท้ ศิริพานิช. 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 วิธีการลดความร้อน

ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายวิธี ได้แก่

- การลดความร้อนด้วยอากาศเย็น (Air Cooling หรือ Room Cooling)
- การลดความร้อนโดยการผ่านอากาศเย็น (Forced – Air Cooling)
- การลดความร้อนด้วยน้ำเย็น (Hydrocooling)
- การลดความร้อนด้วยการลดความดันไอ (Vacuum Cooling)

มีรายละเอียด ดังนี้

2.6.1 การลดความร้อนด้วยอากาศเย็น (Air Cooling หรือ Room Cooling) เป็นวิธีการลดอุณหภูมิของผักและผลไม้โดยนำไปไว้ในห้องเย็นธรรมดาที่มีอุณหภูมิต่ำประมาณ 3 องศาเซลเซียส อากาศเย็นจะช่วยลดอุณหภูมิของผักและผลไม้ให้ต่ำลงได้ อุณหภูมิของอากาศไม่ควรต่ำเกินไป เพราะจะทำให้ผักและผลไม้เกิดอาการสะท้านหนาวได้ภายในห้องเย็นควรมีการหมุนเวียนอากาศดี (ประมาณ 200- 400 ลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที) มีเครื่องทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพ มีเพดานห้องต่ำ และถ้าอากาศเย็นถูกปล่อยลงมาจากเพดานห้องจะให้ผลดี การลดความร้อนด้วยวิธีนี้เสียค่าใช้จ่ายน้อย ออกแบบง่าย แต่ต้องใช้พื้นที่มากและวิธีการนี้ลดอุณหภูมิของผลผลิตได้ช้าสุด โดยเฉพาะเมื่อผลผลิตถูกบรรจุใส่ในภาชนะแล้ว อาจทำให้ผลผลิตบางชนิดเน่าเสียไปก่อนที่จะลดอุณหภูมิลงถึงอุณหภูมิที่ต้องการได้ วิธีนี้นิยมใช้กับผลไม้ที่มีเปลือกบางหรือช้ำได้ง่าย เช่น องุ่น มะเขือเทศ และพวกเบอรี่ต่างๆ เมื่อผลผลิตถูกทำให้เย็นลงแล้ว ควรเก็บรักษาไว้ในสภาพเช่นเดียวกัน แต่ต้องลดความเร็วของอากาศที่หมุนเวียนลงเหลืองเพียง 10 – 20 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีการลดความร้อนด้วยอากาศเย็นนี้ ในระยะหลังได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นโดยปรับปรุงลักษณะห้องให้มีท่อลมสั้นๆ ทำให้อากาศเย็นสามารถแทรกเข้าไปข้างในผลผลิตได้เร็วขึ้น ทำให้ได้ผลดีขึ้นโดยเฉพาะเมื่อมีผลผลิตเป็นจำนวนมาก
(นิธิยา รัตนาปนนท์ และ ดนัย บุณยเกียรติ. 2548)

2.6.2 การลดความร้อนโดยการผ่านอากาศเย็น (Forced – Air Cooling) เป็นการลดอุณหภูมิโดยการดูดซึมหรือเป่าอากาศเย็นเข้าไปในท่อหรืออุโมงค์ (tunnel) ที่มีลักษณะยาวและแคบความดันของอากาศทางด้านหน้าและด้านหลังของภาชนะบรรจุจะแตกต่างกัน ทำให้มีอากาศไหลผ่านช่องว่างระหว่างภาชนะบรรจุแตกต่างกัน อากาศจะไหลผ่านช่องว่างระหว่างภาชนะบรรจุและแทรกตัวเข้าไปตามรูด้านข้างของกล่องภาชนะบรรจุ ซึ่งจะพาเอาความร้อนออกไปจากผลผลิตทำให้ผลผลิตมีอุณหภูมิลดต่ำลงอุณหภูมิของอากาศที่ใช้ประมาณ 0 – 3 องศาเซลเซียส อากาศหมุนเวียนด้วยความเร็วสูงประสิทธิภาพของพัดลมหรือเครื่องดูดอากาศต้องดีมาก ผลผลิตจะเย็นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปริมาตรของอากาศที่ไหลผ่าน วิธีนี้ลดความร้อนลงได้อย่างรวดเร็ว ใช้เวลาประมาณ 1 – 1.5 ชั่วโมงเท่านั้น หรือประมาณ 1/4 - 1/10 เท่าของเวลาที่ใช้โดยวิธี air cooling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการลดอุณหภูมิโดยวิธีการผ่านอากาศเย็นนั้น ใช้หลักให้อากาศเย็นไหลผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุเพื่อดึงความร้อนจากผลผลิตโดยตรง อากาศจะไหลผ่านจากด้านที่มีความดันสูงไปสู่ด้านที่มีความดันต่ำ พร้อมกับนำความร้อนออกไปด้วย อย่างไรก็ตาม การไหลของอากาศจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความต้านทานที่เกิดขึ้น ความต้านทานรวมขึ้นอยู่กับจำนวนของภาชนะที่วางเรียงกันตามขวางที่จะให้อากาศเย็นไหลผ่าน ซึ่งยิ่งมีมากหลายแถวยิ่งทำให้เกิดความต้านทานมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความแตกต่างของความดันระหว่างทางเข้าและออกของอากาศเย็นมากขึ้น นอกจากนั้นชนิดของผลผลิตที่อยู่ภายในภาชนะบรรจุมีผลต่อการเกิดความต้านทานเช่นกัน

การลดความร้อนโดยวิธีนี้กระทำในประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งทำได้สะดวกและสะอาดเมื่อผลผลิตเย็นลงถึงอุณหภูมิที่ต้องการแล้ว จะต้องลดหรือหยุดการหมุนเวียนของอากาศ เพราะถ้าไม่หยุดหรือลดการหมุนเวียนของอากาศให้ช้าลง จะทำให้ผลผลิตสูญเสียน้ำมากขึ้น โดยปกติการลดความร้อนวิธีนี้จะสูญเสียน้ำหนักประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์

การลดความร้อนโดยการผ่านอากาศเย็นเป็นวิธีการลดอุณหภูมิที่ใช้แพร่หลายกับผัก ผลไม้ และดอกไม้ ผลผลิตได้รับความเย็นจากการดันอากาศเย็นให้ผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุโดยผ่านการผลิตแต่ละหน่วย ผลผลิตที่จำหน่ายเพื่อการบริโภคสดเกือบทั้งหมดสามารถลดความร้อนได้โดยวิธีนี้ ที่นิยมใช้กันมากเพื่อลดความร้อนของผลไม้ต่างๆ ผลไม้ขนาดเล็กพวกเบอรี่ แตง และดอกไม้ ข้อจำกัดประการหนึ่งคือ ใช้เวลานานกว่าการลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำและสุญญากาศ และอาจทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมากเกินไปสำหรับผลผลิตบางชนิด การลดความร้อนโดยวิธีนี้ต้องออกแบบภาชนะบรรจุให้ถูกต้อง เพื่ออากาศเย็นสามารถผ่านผลผลิตแต่ละหน่วยได้ และอุณหภูมิของอากาศเย็นต้องคงที่ในระดับที่ต้องการ การลดความร้อนโดยผ่านอากาศเย็นมีหลายวิธีการ คือ (นิธิยา รัตนาปนนท์ และ ดนัย บุณยเกียรติ. 2548)

2.6.2.1 Tunnel Cooler เป็นวิธีการลดความร้อนโดยผ่านอากาศเย็นซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมาก โดยการดันอากาศเย็นผ่านผลผลิตในกล่อง ผลผลิตควรบรรจุในภาชนะบรรจุซึ่งอยู่บนแท่นรองรับสินค้าและว่างเรียงสองแถวที่ด้านข้างสองด้านของช่องที่ผนัง คลุมผ้าใบหรือพลาสติกด้านบนภาชนะบรรจุ และคลุมช่องว่างที่เปิดตรงกลางระหว่างแถวภาชนะบรรจุ เมื่อเปิดพัดลมที่อยู่ตรงช่องของผนัง พัดลมจะดูดอากาศภายในช่องว่างนั้นแล้วดึงอากาศเย็นให้ผ่านเข้ามาในภาชนะบรรจุ อากาศร้อนจะถูกนำไปสู่ระบบการทำความเย็นอีกครั้งแล้วกลับเข้ามาในห้อง ระบบการลดความร้อนแบบนี้สามารถลดความร้อนของผลผลิตได้จำนวนมากในแต่ละครั้ง และสามารถทำได้หลายชุดในห้องเดียวกัน โดยติดตั้งพัดลมดูดอากาศให้มีจำนวนมากขึ้น

2.6.2.2 Serpentine Cooler เป็นวิธีลดความร้อนเมื่อผลผลิตอยู่ในภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ ซึ่งมีรูระบายอากาศที่ด้านล่าง รูเปิดด้านล่าง รูเปิดทางด้านล่างเป็นช่องทางไหลของอากาศ การเรียงซ้อนของภาชนะบรรจุต้องเป็นเลขคู่ ผนังห้องมีช่องซึ่งตรงกับช่องทางด้านล่างของภาชนะบรรจุพอดี ต้องปิดกันการไหลของอากาศสลับกันไป โดยการปิดกั้นการไหลของอากาศจะตรงกับช่องรูเปิดที่ผนังพอดี โดยวิธีการนี้อากาศเย็นสามารถไหลผ่านผลผลิตได้ และสามารถกลับไปสู่ระบบทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเย็นได้อีก เพราะช่องทางด้านล่างของภาชนะบรรจุมีขนาดไม่ใหญ่มาก การลดความร้อนโดยวิธีนี้จึงใช้เวลานาน มักดำเนินการตลอดทั้งคืน

2.6.2.3 Cold – Wall Cooler เป็นวิธีการลดความร้อนซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสำหรับจำนวนผลผลิตไม่มาก ระบบนี้ลดความร้อนผลผลิตโดยวางแท่นรองรับสินค้าที่มีภาชนะบรรจุอยู่ข้างบนเรียงกันไป ผนังของห้องจะมีรูหรือช่องภายในผนังซึ่งอากาศถูกดูดหรือในบางกรณีถูกดันทำให้เกิดการไหลของอากาศเย็น การลดความร้อนของดอกไม้นิยมใช้วิธีนี้มากโดยใช้ระบบ Pressure – Type Cold – Wall Cooler ดอกไม้ที่บรรจุอยู่ในกล่องซึ่งมีรูทางด้านหน้าและด้านหลังกล่อง ซึ่งรูที่กล่องจะตรงกับรูที่ผนัง ภายในช่องที่ผนังมีความดันประมาณ 2 – 4 เซนติเมตรของน้ำ ซึ่งรูที่ผนังมีขนาดเล็กเพื่อให้ความดันที่ลดลงบริเวณรูมีมากกว่าความดันที่ลดลงภายในกล่อง ทำให้อากาศไหลผ่านรูและผ่านภาชนะบรรจุได้ วิธีนี้ภาชนะบรรจุสามารถถูกเคลื่อนย้ายเป็นอิสระไม่ต้องเสร็จพร้อมกัน

ระยะเวลาที่ใช้ในการลดความร้อน อัตราการลดอุณหภูมิจะสัมพันธ์กับความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผลผลิตและอุณหภูมิของอากาศเย็น โดยอัตราการลดอุณหภูมิจะเร็วในช่วงแรกแล้วจึงช้าลงเมื่อใกล้อุณหภูมิสุดท้าย ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดเรื่อง Half Cooling Time ซึ่งคือเวลาที่ต้องการในการลดอุณหภูมิของผลผลิตให้เย็นลงครึ่งหนึ่งของความต่างระหว่างอุณหภูมิเริ่มต้นของผลผลิตและอุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิของอากาศที่ใช้จะต้องคงที่ตลอดระยะเวลาการลดของความร้อน หากอุณหภูมิสูงขึ้น 2 – 3 องศาเซลเซียส ในช่วงท้ายๆ ของการลดอุณหภูมิกระบวนการลดความร้อนอาจจะหยุดได้

2.6.3 การลดความร้อนโดยใช้น้ำเย็น(Hydrocooling) วิธีนี้ลดอุณหภูมิได้รวดเร็วกว่าวิธีการใช้อากาศเย็นประมาณ 15 เท่า วิธีนี้จะช่วยทำให้ผักมีเนื้อสัมผัสและความสด (freshness) ดีขึ้น สามารถดำเนินการในระดับที่มีผลผลิตจำนวนมากหรือปรับให้เข้ากับจำนวนผลผลิตน้อยๆ ได้ด้วย แต่มีข้อจำกัด คือ ใช้ได้กับผลผลิตที่ทนต่อการเปียกน้ำเท่านั้น และโรคพืชหลายชนิดสามารถพัฒนาได้เมื่อผลผลิตเปียกน้ำ นอกจากนั้นยังเป็นวิธีที่สิ้นเปลืองพลังงานมากกว่าวิธีอื่นและอาจจะมีข้อจำกัดกับการใช้ภาชนะบรรจุบางชนิด

เครื่องมือที่ใช้ทำ hydrocooling ประกอบด้วยภาชนะใส่น้ำแข็งที่มีปั๊มช่วยในการหมุนเวียนของน้ำ หรืออาจใช้แบบระบบหัวฉีด (sprinkler system) ที่มีสายพานหรือรางเลื่อน (conveyor belt) สำหรับให้ผลผลิตที่บรรจุใส่ภาชนะแล้วเคลื่อนที่ผ่านน้ำเย็นที่พ่นออกมาจากหัวฉีดที่อยู่ด้านบน ดังนั้นการทำ hydrocooling จึงมีวิธีการได้หลายแบบ ได้แก่

2.6.3.1 Flooding เป็นการปล่อยให้น้ำเย็นไหลผ่านผลผลิตที่บรรจุในภาชนะเรียบร้อยแล้วซึ่งเคลื่อนที่มาตามสายพานหรือรางเลื่อนผ่านกระแสน้ำที่เป็นแบบ cooling water tunnel

2.6.3.2 Spraying เป็นการฉีดพ่นน้ำเย็นออกมาจากหัวฉีดที่อยู่ด้านบนเป็นน้ำฝอยๆ หรืออาจทำเป็นอุโมงค์ให้ผลผลิตไหลผ่านก็ได้ วิธีการฉีดพ่นน้ำเย็นนี้อาจจะเป็นลักษณะที่ผลผลิตไหลไปตามสายพานแล้วผ่านเข้าไปในอุโมงค์ (conventional hydrocooler) ที่มีการฉีดพ่นน้ำเย็นลงมาโดยผลผลิตเคลื่อนที่อัตราเร็ว 30 เซนติเมตรต่อนาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบด้วย ความยาวของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุโมงค์ขึ้นอยู่กับการออกแบบหรือความต้องการของผู้ใช้ เป็นวิธีการที่ใช้น้ำมาก นอกจากนั้นอาจเป็นลักษณะแบบชุด (batch hydrocooler) ซึ่งปล่อยน้ำฉีดพ่นลงมา โดยที่ผลผลิตไม่เคลื่อนที่ ผลผลิตจะอยู่ในห้องที่มีน้ำฉีดพ่นลงมา วิธีนี้อาจจะมีการนำน้ำไปใช้หมุนเวียนได้อีก เครื่องลดอุณหภูมิชนิดนี้อาจออกแบบให้มีขนาดเล็กหรือใหญ่ตามต้องการของผู้ใช้ได้

2.6.3.3 Immersion เป็นวิธีการจุ่มภาชนะบรรจุที่บรรจุผลผลิตแล้วลงในถังน้ำเย็น ซึ่งอาจเป็น bulk – type cooler หรือเป็นถังน้ำแช่น้ำแข็ง ระยะเวลาที่จุ่มจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของผักและผลไม้ ตามปกติภาชนะบรรจุจะถูกนำเข้าสู่ระบบทางด้านหนึ่งของเครื่องแล้วเคลื่อนที่ในขณะที่จมอยู่ในน้ำอีกด้านหนึ่งของเครื่อง ซึ่งบริเวณนั้นภาชนะบรรจุจะถูกนำขึ้นจากน้ำ ความเย็นอาจจะได้มาจากเครื่องทำความเย็นหรือน้ำแข็ง น้ำในถังจะต้องเคลื่อนที่ตลอดเวลา ระยะเวลาที่ผลผลิตอยู่ในน้ำแตกต่างกันไปตามอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิที่ต้องการ

การทำ hydrocooling ช่วยลดอุณหภูมิของผลผลิตได้อย่ารวดเร็ว น้ำที่ใช้แช่ควรเติมคลอรีนลงไปด้วยเพื่อทำให้น้ำสะอาดปราศจากจุลินทรีย์ต่างๆ ข้อที่ควรระวังในการทำ hydrocooling คือ ต้องควบคุมให้มีการหมุนเวียนของน้ำไหลผ่านผิวของผลผลิตอย่างเพียงพอและอุณหภูมิของน้ำต้องไม่ต่ำเกินไปจนทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต น้ำควรมีอุณหภูมิใกล้ 0 องศาเซลเซียส ยกเว้นผลผลิตที่อ่อนแอและเกิดความเสียหายต่อความเย็นได้ง่าย ควรเพิ่มอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ใช้ให้สูงขึ้นเล็กน้อย

การทำ hydrocooling นอกจากใช้น้ำแล้วยังดัดแปลงใช้น้ำแข็งได้ในบางกรณี เช่น การใช้น้ำแข็งวางทับโดยให้น้ำแข็งสัมผัสโดยตรงกับผลผลิตเรียกว่า contact icing หรืออาจทุบน้ำแข็งให้มีขนาดเล็กๆ บรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้ววางทับ เรียกว่า package icing หรืออาจจะใช้น้ำแข็งวางไว้เฉพาะด้านบนของภาชนะบรรจุ เรียกว่า top icing เมื่อน้ำแข็งละลาย น้ำเย็นจะไหลผ่านผักและผลไม้ วิธีนี้นิยมใช้ในการขนส่งโดยใช้รถบรรทุกที่ไม่มีห้องเย็น อย่างไรก็ตาม น้ำแข็งไม่ควรสัมผัสโดยตรงกับผลผลิต เพราะอาจทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวได้ การใช้น้ำแข็งเป็นวิธีที่ใช้กันมานานและได้ผลดี แต่การใช้ในระดับการค้าใหญ่ๆ ยังให้ผลไม่ดีพอ เพราะน้ำแข็งละลายได้รวดเร็วและเสียค่าใช้จ่ายสูง (นิธิยา รัตนาปนนท์ และ ดนัย บุณยเกียรติ. 2548)

2.6.4 Vacuum Cooling เป็นวิธีการลดความร้อนที่เร็วที่สุด นิยมใช้กับผักใบต่างๆ โดยเฉพาะผักกาดหอมห่อ

หลักการทำ vacuum cooling แตกต่างจาก air cooling และ hydrocooling น้ำที่อยู่ในผลผลิตจะทำหน้าที่ดูดความร้อน เมื่อนำภาชนะบรรจุผลผลิตใส่ในห้องหรือถังที่ปิดมิดชิดไม่ให้อากาศเข้าออก จากนั้นดูดอากาศออกลดความดันให้ต่ำลงเรื่อยๆ จนถึงความดันประมาณ 4.58 มิลลิเมตรปรอท น้ำจะกลายเป็นไอน้ำที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความร้อนที่ติดมากับผลผลิตจะทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำภายในเวลา 3 – 4 นาที ซึ่งจะใช้ความร้อนประมาณ 1,073 บีทียู (British Thermal Unit, BTU) ต่อปอนด์ของน้ำ ทำให้ผลผลิตมีอุณหภูมิลดลง เป็น 0 องศาเซลเซียสได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงเป็นการลดความร้อนโดยการระเหยของน้ำออกจากผิวของผลผลิต ปริมาตรของน้ำที่ระเหยออกจากผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยวิธีนี้จะมากเป็น 200 เท่า ของการสูญเสียโดยวิธีอื่นๆ ผลผลิตจะเย็นลงอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ การลดความร้อนโดยวิธีนี้ผลผลิตจะสูญเสียน้ำประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ต่ออุณหภูมิที่ลดลงทุกๆ 6 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้ผลผลิตสูญเสียน้ำมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง ถ้าเป็นผักอาจเหี่ยว

การทำ Vacuum Cooling ให้แก่ผักหรือผลไม้แต่ลดชนิดจะได้ผลแตกต่างกัน เช่น องุ่น จะลดอุณหภูมิลงเป็น 12 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 20 นาที

การลดความร้อนโดยวิธีนี้สะอาด รวดเร็ว แต่ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง และผู้ปฏิบัติต้องมีความชำนาญ ไม่นิยมใช้กับผลไม้ นิยมใช้มากกับผักปริมาณมากๆ เพื่อคุ้มกับค่าใช้จ่าย

วิธีการลดความร้อนแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียต่างกัน และเหมาะสมกับผักและผลไม้แต่ละชนิด ผักหรือผลไม้บางชนิดอาจลดความร้อนได้ทุกวิธี ขึ้นอยู่กับชนิด และโครงสร้างของผักและผลไม้ชนิดนั้นๆ เช่น สตรอเบอรี และองุ่น ไม่ควรลดความร้อนโดยวิธีการใช้น้ำเย็นเพราะจะทำให้เกิดความเสียหายได้ง่าย เมื่อลดความร้อนออกจากผลผลิตแล้วต้องรีบนำไปเก็บรักษาหรือขนส่งโดยรถห้องเย็นทันที (นิธิยา รัตนาปนนท์ และ คนัย บุณยเกียรติ. 2548)

2.7 การเลือกวิธีการทำให้เย็น

การทำผลผลิตให้เย็นลงสามารถทำได้หลายวิธี แต่จะใช้วิธีใดต่อผลผลิตชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างคือ

2.7.1 ความบอบบางหรือความทนทานต่อการกระทบกระเทือนของผลผลิต เช่น ผลสตรอเบอรีที่มีผิวบาง และอ่อนนุ่มย่อมไม่สามารถใช้วิธี hydrocooling ได้ เพราจะทำให้ผลช้ำเสียหาย และน้ำที่หลงเหลืออยู่บนผิวผลผลิตจะทำให้เกิดราได้ง่ายขึ้นอีกด้วย

2.7.2 ภาชนะสำหรับบรรจุผลผลิตที่จะใช้วิธี forced- air cooling ต้องมีช่องระบายอากาศที่พอเพียง ส่วนภาชนะบรรจุสำหรับ hydrocooling ต้องเป็นภาชนะที่ทนน้ำได้ไม่เสียรูปทรงเมื่อถูกน้ำ

2.7.3 ความเร็วในการจัดการตลาด เวลาที่ใช้ในการจัดการผลผลิตที่ใช้ในการจัดการผลผลิตหลังจากการเก็บเกี่ยวจนถึงมือผู้บริโภค เป็นสิ่งกำหนดวิธีการทำให้เย็นอย่างหนึ่ง เช่น ถ้าใช้เวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมงก็สามารถขนส่งผลผลิตมือผู้บริโภคและคุณภาพของผลผลิตยังไม่ทันเปลี่ยนแปลง ก็อาจไม่จำเป็นต้องทำให้เย็นเลย ในทางกลับกัน ถ้าเวลาในการขนส่งยาวนานและช่วงเวลาก่อนทำการขนส่งมีน้อยมาก ก็จำเป็นต้องเลือกเอาวิธีที่ใช้เวลาในการทำให้เย็นสั้นที่สุด

2.7.4 ราคาผลผลิต แน่นอนที่สุดวิธีทำให้เย็นจะดีเพียงใดก็ไม่อาจนำมาใช้ปฏิบัติได้หากทำให้ต้นทุนของผลผลิตสูงขึ้นจนไม่คุ้มกับการลงทุน (จริงแท้ ศิริพานิช. 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวดอกบัวหลวง

มีรายงานการทดลอง เกี่ยวกับการปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวดอกบัวหลวง ดังนี้

2.8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาระยะเก็บเกี่ยวและวิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

คนึงนิจ พิชญานนท์ (2544) ทดลองหาระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช โดยเปรียบเทียบการเก็บเกี่ยวดอกบัวในระยะที่โผล่พ้นน้ำ 8 - 12 วัน ปรากฏว่าดอกบัวที่โผล่พ้นน้ำ 10 วัน หรือระยะที่กลีบเลี้ยงเริ่มเป็นสีน้ำตาล และกลีบดอกยังตูมแน่น สีสันสดใส มีอายุการปักแจกันดีที่สุดและมีการผลิตเอทิลีนน้อยที่สุดเฉลี่ย 65.27 $nl/g^{-1}/hr^{-1}$ หลังจากนั้น Suisuwan และ Pichayanon (2002) ได้ทดลองวิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมกับดอกบัวหลวง พบว่าการเก็บเกี่ยวดอกบัวหลวงในระยะที่โผล่พ้นน้ำ 10 วัน ด้วยมีดที่คมและสะอาด หุ้มดอกด้วยโฟมตาข่าย บรรจุในถังพลาสติกที่บรรจุน้ำ หุ้มปลายก้านดอกด้วยสำลีชุบน้ำ ในระหว่างการขนส่ง เปรียบเทียบกับวิธีการของเกษตรกรที่ใช้มือหักดอกและหอบดอกไม้ในระหว่างการเก็บ ซึ่งดอกบัวจะไม่ได้รับน้ำอีกเลยจนกว่าจะมาถึงห้องปฏิบัติการ พบว่า วิธีการดังกล่าวสามารถทำให้ดอกบัวมีการผลิตเอทิลีนเพียง 47.7 $nl/g^{-1}/hr^{-1}$ ในขณะที่วิธีการของชาวสวนทำให้ดอกบัวมีการผลิตเอทิลีนสูงถึง 107.9 $nl/g^{-1}/hr^{-1}$

2.8.2 การทดลองเพื่อลดการขาดน้ำ

กฤษณา ทวีศักดิ์วิชิตชัย และวรารัตน์ พูลสุข (2548) ได้ทดลองเพื่อเพิ่มการดูดน้ำให้กับดอกบัว โดยจุ่มปลายก้านดอกในน้ำร้อนก่อนการปักแจกันดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่อุณหภูมิระหว่าง 40-90 องศาเซลเซียสนาน 2-3 วินาที ผลปรากฏว่า การจุ่มปลายก้านดอกในน้ำร้อน 60 องศาเซลเซียส ไม่ช่วยให้การดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดนัก แต่ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของดอกบัว ทำให้ดอกมีคุณภาพของดีที่สุด

2.8.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาวิธีการบรรจุหีบห่อดอกบัวหลวงที่เหมาะสมกับการขนส่งระยะไกล

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ และคณะ (2549) ได้ทดลองหาวิธีการบรรจุดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชในกล่องกระดาษลูกฟูกเพื่อลดการผลิตเอทิลีน ผลปรากฏว่าวิธีการที่ดีที่สุด คือ การบรรจุดอกบัวในกล่องกระดาษลูกฟูกและให้ความเย็นกับดอกบัวด้วยน้ำแข็งเกล็ด อัตราส่วนน้ำแข็ง : น้ำหนักดอก 1:1 มีผลทำให้หลังการขนส่งดอกบัวมีการผลิตเอทิลีนน้อยที่สุดเฉลี่ย 74.10 $\mu l/kg^{-1}/hr^{-1}$ และมีอายุการปักแจกันมากที่สุดเฉลี่ย 5.50 วัน ในขณะที่วิธีการควบคุมผลิตเอทิลีนเฉลี่ย 111.81 $\mu l/kg^{-1}/hr^{-1}$และมีอายุการปักแจกันเฉลี่ย 4.60วัน และ ช. ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ และเสกสรรค์ วรรณกรี (2548) ได้ทดลองให้ความเย็นกับดอกบัวหลวงพันธุ์สัตบุษย์ด้วยน้ำแข็งเกล็ดเช่นเดียวกันและได้ผลที่ใกล้เคียงกัน คือ ดอกบัวหลวงหลังการขนส่งมีการผลิตเอทิลีนเฉลี่ย 74.69 $\mu l/kg^{-1}/hr^{-1}$ และมีอายุการปักแจกันมากกว่าวิธีการควบคุมเฉลี่ย 5.06 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 การทดลองที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารส่งเสริมคุณภาพดอกบัวในระหว่างการปักแจกัน

เสกสรร วรรณกรี (2546) ได้ทดลองศึกษาหาสูตรสารละลายเคมีที่เหมาะสมสำหรับเป็นสารส่งเสริมคุณภาพในระหว่างการใช้ประโยชน์ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช เพื่อให้มีอายุการปักแจกันได้นานขึ้น ผลปรากฏว่าสูตรสารละลายเคมีที่ให้ผลดีที่สุดในการปักแจกันคือ citric acid 150 ppm + น้ำตาลทรายขาว 2 % มีผลให้ดอกบัวมีอายุการปักแจกันเฉลี่ย 8.26 วัน

2.8.5 การทดลองที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความเย็นเพื่อส่งเสริมคุณภาพดอกไม้ในระหว่างการปักแจกัน

Ketsa *et al.* (2005) ได้ทดลองการให้ความเย็นก่อนการขนส่งดอกกล้วยไม้สกุลหวาย 'Pompadour' ด้วยอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 ,30 ,60 ,90 และ 120 นาที (RH. 85-95 %) แล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก ร่วมกับการใช้ตัวดูดซับเอทิลีน แล้วเก็บไว้ในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน (เลียนแบบการขนส่งทางเรือ) พบว่าการให้ความเย็นเป็นเวลา 60 นาที สามารถทำให้ดอกไม้มีการผลิตเอทิลีนน้อยลง และยังช่วยส่งเสริมการบานของดอก และทำให้ดอกมีอายุการปักแจกันที่นานวันขึ้น

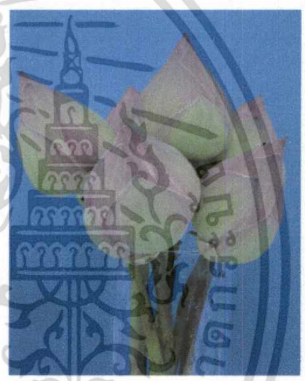
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

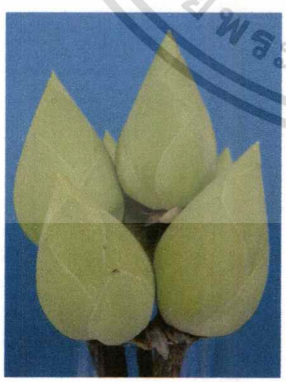
3.1 เครื่องมือและวิธีการ

3.1.1 ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สัตตบุษย์ (*Nelumbo nucifera* Gaertn. var. Sattaboot) สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* Gaertn. var. Sattabongkot) บุณฑริก (*Nelumbo nucifera* Gaertn. var. Boondharik) และ ปทุม (*Nelumbo nucifera* Gaertn. var. Pratoom)

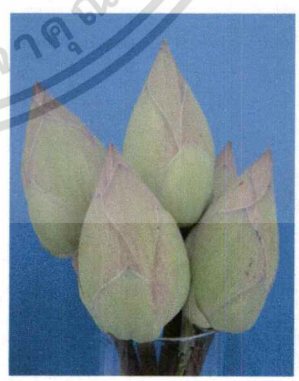
ภาพที่ 3.1 ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์



ภาพที่ 3.2 ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช



ภาพที่ 3.3 ดอกบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก



ภาพที่ 3.4 ดอกบัวหลวงพันธุ์ปทุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.1.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บเกี่ยวและลำเลียง ได้แก่ ตาข่ายโฟม ถัง น้ำกรอง มีด สำลี ถุงพลาสติก เทปใส กล่องโฟม

3.1.3 อุปกรณ์สำหรับเลียนแบบอุณหภูมิในการขนส่ง ได้แก่ ตู้ Growth Chamber ยี่ห้อ Climacell 707 รุ่น B 40480 และเทอร์โมมิเตอร์

3.1.4 อุปกรณ์สำหรับลอยดอก ได้แก่ สารละลาย citric acid 150 ppm. ผสมกับ น้ำตาลทรายขาว 2 % และอ่างพลาสติก

3.1.5 อุปกรณ์สำหรับบรรจุหีบห่อดอกบัว ได้แก่ กล่องกระดาษลูกฟูก เป็นต้น

3.1.6 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างเอทิลีน ได้แก่ หลอดพลาสติกสูญญากาศ บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร และหลอดฉีดยาขนาด 5 มิลลิลิตร

3.1.7 อุปกรณ์สำหรับบันทึกผล ได้แก่ หลอดพลาสติกบอกปริมาตร แผ่นเทียบสี (R.H.S. Colour Chart) เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น B410 และ 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BP61 เวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์ และ เครื่อง gas chromatography ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC 8A

3.2 สถานที่ดำเนินงาน

นาบัวของเกษตรกรที่ อำเภอพุทธมณฑล จังหวัด นครปฐม และห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอกไม้ใบ ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองระหว่าง สิงหาคม 2548- ธันวาคม 2549

3.4 วิธีการดำเนินงาน

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

3.4.1 การทดลองที่ 1 การทดลองเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิโดยใช้อากาศเย็นที่อุณหภูมิต่างๆ กับกล่องบรรจุดอกบัวหลวงพันธุ์สัตบงกช (ภาพที่ 3.2) โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 5 วิธีการๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 8 ดอก โดยมีอุณหภูมิเป็นวิธีการและก่อนทำการลดอุณหภูมิทุกวิธีการได้รับการปฏิบัติเหมือนกันดังนี้ คือ เก็บเกี่ยวดอกบัวในระยะที่โผล่พ้นน้ำ 10 วัน โดยกลีบเลี้ยงจะเป็นสีน้ำตาลและดอกจะตูมแน่น หุ้มดอกด้วยโฟมตาข่าย ตัดดอกจากต้นด้วยมีดที่คมและสะอาด แช่ก้านดอกในน้ำกรองที่บรรจุในถังน้ำที่สะอาด ลำเลียงไปโรงเรือนในนาบัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74849

หุ้มดอกด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำกรอง หุ้มสำลีด้วยถุงพลาสติกอีกครั้งหนึ่ง (Suisuwan and Pichayanon. 2002) บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูก ลำเลียงไปห้องปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีการเกษตร ทำการพับกลีบดอกแบบดอกพิกุล (กัญญารัตน์ เห็นสว่าง. 2545) จากนั้นตัดก้านให้ยาว 4 เซนติเมตร จุ่มปลายก้านในน้ำร้อน 60 องศาเซลเซียส นาน 3 วินาที (กฤษณา ทวีศักดิ์วิชิตชัย และวรารัตน์ พูลสุข. 2548) หุ้มปลายก้านดอกบัวด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำกรอง หุ้มด้วยถุงพลาสติกอีกครั้งหนึ่ง และหุ้มดอกที่พับกลีบแล้วด้วยโฟมตาข่าย บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกกล่องละ 6 ดอก แล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูกอีกชั้นหนึ่ง (เลียนแบบกล่องสำหรับการขนส่ง) นำไปให้ความเย็นในอุณหภูมิตามวิธีการต่างๆ ในตู้ Growth Chamber นาน 1 ชั่วโมง (Ketsa *et al.* 2005) ตามที่ระบุเป็นวิธีการ หลังจากนั้นนำไปเลียนแบบการขนส่ง 9 ชั่วโมง (ระยะเวลาการขนส่งจากนาบัวไปถึงผู้ขายปลีก โดยเริ่มจาก 25 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งดอกบัวจากนาบัวมายังห้องบรรจุหีบห่อ หลังจากนั้น นำไปไว้ยัง 7 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงซึ่งเทียบเท่าระยะเวลาการขนส่งทางเครื่องบิน และนำไปไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส อีก 4 ชั่วโมง ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งจากสนามบินมายังผู้ค้าปลีกในประเทศปลายทาง) ครบ 9 ชั่วโมง นำดอกออกมา เอาโฟมที่หุ้มดอกออก และนำสำลีที่หุ้มปลายก้านออก ลอยดอกในอ่างน้ำที่มีสารละลายกรดซิตริก 150 ppm + sucrose 2 % (เสกสรรค์ วรรณกรี. 2546) ซึ่งวิธีการในการทดลองมีดังนี้

วิธีการที่ 1 วิธีการควบคุม ไม่มีการลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวก่อนเลียนแบบอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่ง (เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ 9 ชั่วโมง)

วิธีการที่ 2 – 5 ลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวด้วยอากาศเย็นที่ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนเลียนแบบอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่ง (เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ 9 ชั่วโมง)

3.4.2 การทดลองที่ 2 ทดลองนำดอกบัวหลวง 4 พันธุ์ คือ ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ สัตตบงกช บุณฑริก และปทุม ที่มีการเก็บเกี่ยวเหมือนการทดลองที่ 1 มาทดลองเปรียบเทียบหาพันธุ์บัวที่เหมาะสมสำหรับพับกลีบดอกเพื่อส่งออก โดยนำวิธีการลดอุณหภูมิที่ดีที่สุดการทดลองที่ 1 มาใช้เปรียบเทียบกับการให้ความเย็นกล่องบรรจุดอกบัวด้วยน้ำแข็งเกล็ด ในอัตราส่วนน้ำหนักดอก : น้ำหนักน้ำแข็ง 1:1 (ช.ณิฎฐ์ศิริ สุขสุวรรณ และคณะ. 2549) ด้วย และมีการวางแผนการทดลองแบบ Factorial ใน CRD มี 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัย A บัวพันธุ์ต่างๆ มี 4 พันธุ์ ได้แก่

A_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์

A_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช

A_3 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริก

A_4 = ดอกบัวพันธุ์ปทุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัย B วิธีการให้ความเย็นกล่องบรรจุดอกบัว มี 2 วิธีการ ได้แก่

B_1 = ให้ความเย็นก่อนเลียนแบบการขนส่งด้วยอากาศเย็นที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1

B_2 = ให้ความเย็นในกล่องบรรจุดอกบัวด้วยน้ำแข็งเกล็ดในอัตราส่วนน้ำหนักดอก : น้ำหนักน้ำแข็ง 1:1

ดังนั้น มี 8 วิธีการๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 8 ดอก ดังนี้คือ

A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกแล้วได้รับความเย็นจากการลดอุณหภูมิด้วยอากาศเย็นที่ได้ผลดีจากการทดลองที่ 1 ก่อนเลียนแบบอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่ง

A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกแล้วได้รับความเย็นจากการบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงในกล่องด้วยอัตราส่วนน้ำหนักดอก : น้ำหนักน้ำแข็ง 1:1 แล้วนำไปเลียนแบบอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่ง

A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกแล้วได้รับความเย็นจากการลดอุณหภูมิด้วยอากาศเย็นที่ได้ผลดีจากการทดลองที่ 1 ก่อนเลียนแบบอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่ง

A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกแล้วได้รับความเย็นจากการบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงในกล่องด้วยอัตราส่วนน้ำหนักดอก : น้ำหนักน้ำแข็ง 1:1 แล้วนำไปเลียนแบบอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่ง

A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกแล้วได้รับความเย็นจากการลดอุณหภูมิด้วยอากาศเย็นที่ได้ผลดีจากการทดลองที่ 1 ก่อนเลียนแบบอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่ง

A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกแล้วได้รับความเย็นจากการบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงในกล่องด้วยอัตราส่วนน้ำหนักดอก : น้ำหนักน้ำแข็ง 1:1 แล้วนำไปเลียนแบบอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่ง

A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกแล้วได้รับความเย็นจากการลดอุณหภูมิด้วยอากาศเย็นที่ได้ผลดีจากการทดลองที่ 1 ก่อนเลียนแบบอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่ง

A_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกแล้วได้รับความเย็นจากการบรรจุน้ำแข็งเกล็ดลงในกล่องด้วยอัตราส่วนน้ำหนักดอก : น้ำหนักน้ำแข็ง 1 : 1 แล้วนำไปเลียนแบบอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่ง

3.5 การบันทึกผล

3.5.1 บันทึกคุณภาพของดอก พื้นที่เสียหาย และอายุการปักแจกันของดอกทุกวัน ในขณะปักแจกัน (ตัดสินให้ดอกหมดอายุการปักแจกัน เมื่อดอกเริ่มแสดงอาการเสื่อมสภาพอย่างหนึ่งอย่างใด เช่น เกิดจุดสีดำที่กลีบดอก หรือ ที่ petaloid staminode หรือสีซีดจาง หรือเหี่ยว เป็นต้น

3.5.2 บันทึกลักษณะสีกลีบดอก ทำการวัดสีโดยใช้แผ่นเทียบสี R.H.S. Colour Chart โดยวัดหลังจากพับกลีบดอกแล้ว บริเวณกลีบดอกชั้นใน โดยวัดบริเวณกึ่งกลางของกลีบดอก และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

petaloid staminode เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสีในระบบ Yxy Colour space อ่านค่าเป็น co - ordinates ของ x y และ z สำหรับค่า z หาได้จาก 1-x-y และนำค่าที่ได้ไปแปลงค่าจากระบบ Yxy Colour space เป็นระบบ L a b colour space (เย็นจิตต์ ปียะแสงทอง, มปป.)
โดยมีสูตรคำณวนหาค่า L a และ b ดังนี้

$L = 10\sqrt{Y}$ [L คือ ความสว่าง มีค่า 0 (สีดำ) – 100 (สีขาว)]

$a = \frac{17.5(1.02x - y)}{\sqrt{y}}$ [a คือ ค่าสีในตำแหน่งที่อยู่บนแกน x ค่า a (+) = สีแดง a (-) = สีเขียว]

$b = \frac{7.0(y - 0.847z)}{\sqrt{y}}$ [b คือ ค่าสีในตำแหน่งที่อยู่บนแกน y ค่า b (+) = สีเหลือง b (-) = สีน้ำเงิน]

3.5.3 บันทึกความสามารถในการดูดน้ำของดอกในขณะปักแจกัน

3.5.4 บันทึกปริมาณเอทิลีนของดอกบัว ซึ่งมีวิธีการดังนี้ นำดอกบัวที่พับกลีบแล้วแต่ละซ้ำ (ซ้ำละ 2 ดอก) มาหุ้มปลายก้านดอกด้วยสำลีที่อิ่มตัวด้วยน้ำกรอง และหุ้มด้วยอะลูมินัมฟอยด์อีกชั้นหนึ่ง จากนั้นบรรจุในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 2 ดอก แล้วปิดปากขวดด้วยแผ่นฟิล์ม ยึดติดด้วยเทปใสและหุ้มด้วยอะลูมินัมฟอยด์อีกชั้นหนึ่งและยึดติดด้วยเทปใสอีกครั้ง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ดูดอากาศออกจากโหลแก้วมา 6 มิลลิลิตรโดยฉีดใส่หลอดสุญญากาศ (Vacutainer) แล้วนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง gas chromatography (shimadzu' รุ่น GC 8A) ติดตั้งด้วย flame ionization detector (FID) อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และใช้คอลัมน์เป็นท่อแก้วเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3.2 มิลลิลิตร และเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 5 มิลลิลิตร ยาว 1.93 เมตร ภายในบรรจุด้วย porapak Q mesh 80/100 อุณหภูมิคอลัมน์ 80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ injector และ detector เท่ากับ 110 องศาเซลเซียส ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นหนึ่งต่อล้านส่วน (ppm) เทียบกับเอทิลีนมาตรฐานแล้วนำค่าที่อ่านได้จากเครื่องไปคำนวณ ค่าอัตราการผลิตเอทิลีน ที่ได้จะมีหน่วยเป็นไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง ($\mu l/kg^{-1}/hr^{-1}$)

3.5.5 บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมทั้งภายนอก และภายในกล่องบรรจุดอกไม้ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนสภาพแวดล้อม

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan' s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1

จากการทดลองหาอุณหภูมิของอากาศเย็นที่เหมาะสม ระหว่าง 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ กับดอกบัวหลวง *(Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช ก่อนการขนส่ง เพื่อช่วยยืดอายุการปักแจกันให้กับดอกบัวหลวง ผลปรากฏดังนี้

4.1.1 ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดน้ำของดอกบัวในระหว่างการปักแจกัน

จากการบันทึกปริมาณในการดูดน้ำของดอกบัวพบว่า เมื่อปักแจกันครบ 1 วันวิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) ดอกบัวดูดน้ำได้มากที่สุดเฉลี่ย 8.08 มิลลิลิตร (ตารางที่ 4.1) โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับวิธีการที่ 4 (8 องศาเซลเซียส) แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 2, 3 และ 5 (4, 6 และ 10 องศาเซลเซียส) ตามลำดับ เมื่อปักแจกันครบ 2 วัน ปรากฏว่าวิธีการที่ 1 ดอกบัวยังคงมีปริมาณดูดน้ำได้มากที่สุดเฉลี่ย 7.08 มิลลิลิตร โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 4 และวิธีการที่ 5 แต่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 2 และวิธีการที่ 3 เมื่อปักแจกันครบ 3 วัน ปรากฏว่าวิธีการที่ 2 ดอกบัวมีแนวโน้มดูดน้ำได้มากที่สุดเฉลี่ย 3.59 มิลลิลิตรโดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับทุกวิธีการ เมื่อปักแจกันครบ 4 วัน ปรากฏว่าวิธีการที่ 1 ดอกบัวมีแนวโน้มดูดน้ำได้มากที่สุดเฉลี่ย 2.89 มิลลิลิตรโดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับทุกวิธีการ

เมื่อรวมการดูดน้ำของดอกบัวทั้ง 4 วัน ปรากฏว่าวิธีการที่ 1 ดอกบัวมีการดูดน้ำได้มากที่สุดเฉลี่ย 21.59 มิลลิลิตร โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทุกวิธีการ

4.1.2 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางและเปอร์เซ็นต์การขยายตัวของดอกบัวในระหว่างปักแจกัน

การเปลี่ยนแปลงลักษณะของดอกบัวในรูปแบบที่มีการขยายตัว ถือว่าเป็นลักษณะที่ไม่ดี เนื่องจากว่าการขยายตัวของดอกนั้นจะทำให้ดอกเสียรูปทรง และมีสีซีดจางพร้อมกันไปด้วย แสดงว่าดอกนั้นเริ่มหมดอายุการใช้งานแล้ว ซึ่งจากการบันทึกข้อมูล เมื่อเริ่มการทดลองพบว่า ทุกวิธีการเมื่อเริ่มต้นปักแจกัน เส้นผ่าศูนย์กลางดอกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2)

บันทึกเปอร์เซ็นต์การขยายตัวของดอกเมื่อปักแจกันครบ 1 วัน พบว่าวิธีการที่ 3 (6 องศาเซลเซียส) ดอกมีเปอร์เซ็นต์การขยายตัวมากที่สุดเฉลี่ย 1.38 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับวิธีการที่ 1 และวิธีการที่ 5 (วิธีการควบคุม และ 10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 2 และวิธีการที่ 4 (4 และ 8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) เมื่อปักแจกันครบ 2 วัน พบว่าวิธีการที่ 1 ดอกมีเปอร์เซ็นต์การขยายตัวมากที่สุดเฉลี่ย 5.46 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับวิธีการที่ 4 และวิธีการที่ 5 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการที่ 2 และวิธีการที่ 3 เมื่อปักแจกันครบ 3 วัน พบว่าวิธีการที่ 1 ดอกมีเปอร์เซ็นต์การขยายตัวมากที่สุดเฉลี่ย 7.87 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับวิธีการที่ 5 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 2, 3 และ 4 เมื่อปักแจกันครบ 4 วัน พบว่าวิธีการที่ 5 ดอกมีเปอร์เซ็นต์การขยายตัวมากที่สุดเฉลี่ย 11.03 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 1 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 2, 3 และ 4

ทั้งนี้ นอกจากการขยายตัวของเส้นผ่าศูนย์กลางจะเป็นลักษณะที่แสดงถึงการเสื่อมคุณภาพของดอกแล้ว การหดตัวของเส้นผ่าศูนย์กลางดอก ดังวิธีการที่ 2 ก็เป็นการสูญเสียคุณภาพที่ดีของดอกบัวเช่นกัน เนื่องจากกลีบดอกหดและมีพื้นที่เสียหายเกิดขึ้น ก่อนวิธีการอื่นๆ

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดน้ำดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช ในระหว่างการปักแจกัน

วิธีการ[2/]	ปริมาณน้ำที่ดอกบัวดูดในระหว่างการปักแจกัน[1/] (ml.)				
	ครบ 1 วัน	ครบ 2 วัน	ครบ 3 วัน	ครบ 4 วัน	รวม
1. control	8.08a[3/]	7.08a[3/]	3.54	2.89	21.59a[3/]
2. T2 = 4 °C	4.17c	3.63c	3.59	1.79	13.17c
3. T3 = 6 °C	5.58b	5.13b	3.33	2.21	16.25b
4. T4 = 8 °C	6.96ab	6.13ab	2.58	2.17	17.84b
5. T5 = 10 °C	6.50b	5.67ab	2.37	2.50	17.05b
F- Test	*	*	NS	NS	*
% CV	12.00	13.52	18.67	17.90	10.17

1/ = มีการเติมน้ำให้ดอกบัวทุกวัน (เท่ากับระดับเริ่มต้น) และมีการตัดปลายก้านดอกทุกวัน เช่นกัน

2/ = การลดอุณหภูมิกล่องดอกบัวในอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม

3/ = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางและเปอร์เซ็นต์การขยายตัวดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช ในระหว่างปักแจกัน

วิธีการ[1/]	เส้นผ่าศูนย์กลางก่อนปักแจกัน (cm.)	เปอร์เซนต์การขยายตัวของดอกที่เพิ่มขึ้น (%)			
		ปักแจกันครบ 1วัน	ปักแจกันครบ 2 วัน	ปักแจกันครบ 3 วัน	ปักแจกันครบ 4 วัน
1. control	5.19	1.04ab[2/]	5.46a[2/]	7.87a[2/]	10.94a[2/]
2. T2 = 4 °C	5.38	0.66b	1.08c	1.64c	3.08c
3. T3 = 6 °C	5.62	1.38a	4.04c	4.80b	6.99b
4. T4 = 8 °C	4.97	0.74b	4.81ab	5.28b	7.64b
5. T5 = 10 °C	5.07	0.84ab	5.03ab	7.42a	11.03a
F- Test	NS	*	*	*	*
% CV	2.84	35.38	15.18	7.75	9.25

[1/] = การลดอุณหภูมิกล่องดอกบัวในอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการ เปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.1.3 น้ำหนักก่อนปักแจกันของดอกบัว และ น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป ในระหว่างปักแจกัน

จากการทดลองการบันทึกน้ำหนักของดอกเมื่อเริ่มต้นการทดลองพบว่า ทุกวิธีการน้ำหนักดอกเริ่มต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3) เมื่อปักแจกันครบ 1 วันพบว่าวิธีการที่ 2 (4 องศาเซลเซียส) ดอกมีแนวโน้มเปอร์เซนต์น้ำหนักเพิ่มมากขึ้นที่สุดเฉลี่ย 5.64 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทุกวิธีการ เมื่อปักแจกันครบ 2 วัน พบว่าวิธีการที่ 5 (10 องศาเซลเซียส) ดอกมีแนวโน้มเปอร์เซนต์น้ำหนักเพิ่มมากขึ้นที่สุดเฉลี่ย 8.15 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทุกวิธีการ เมื่อปักแจกันครบ 3 วัน พบว่าวิธีการที่ 5 ดอกมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มมากขึ้นที่สุดเฉลี่ย 7.88 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทุกวิธีการ เมื่อปักแจกันครบ 4 วัน พบว่าวิธีการที่ 4 (8 องศาเซลเซียส) ดอกมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มมากขึ้นที่สุดเฉลี่ย 1.00 เปอร์เซ็นต์ (ในขณะที่วิธีการอื่นๆ ดอกบัวมีน้ำหนักลดลง) โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 3 (6 องศาเซลเซียส) และวิธีการที่ 5 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 1 และวิธีการที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 น้ำหนักก่อนปักแจกันของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช และน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป ในระหว่างปักแจกัน

วิธีการ[1]	น้ำหนักก่อนปักแจกัน (g.)	เปอร์เซนต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%)			
		ปักแจกันครบ 1วัน	ปักแจกันครบ 2 วัน	ปักแจกันครบ 3 วัน	ปักแจกันครบ 4 วัน
1. control	44.76	2.57	3.59	-0.92	-4.55b[2]
2. T2 = 4 °C	44.09	5.64	3.70	2.17	-5.15b
3. T3 = 6 °C	42.70	5.49	6.76	3.92	-2.58ab
4. T4 = 8 °C	44.87	4.89	7.57	5.45	1.00a
5. T5 = 10 °C	44.84	4.13	8.15	7.88	-0.40a
F- Test	NS	NS	NS	NS	*
% CV	7.65	32.09	42.61	99.98	92.70

[1] = การลดอุณหภูมิกล่องดอกบัวในอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม

[2] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการ เปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.1.4 การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกบัวก่อนปักแจกัน และในระหว่างการปักแจกัน

จากการทดลองการบันทึกค่า L และ ค่า a(+) ของกลีบดอกบัวเมื่อเริ่มต้นทดลองพบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.4)

เมื่อปักแจกันครบ 1 วัน พบว่าทุกวิธีการไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆเกิดขึ้น จึงทำให้มีค่า L และ a(+) เท่ากับเมื่อเริ่มต้นทดลอง

เมื่อปักแจกันครบ 2 วันพบว่าค่า a(+) ของวิธีการที่ 4 (8 องศาเซลเซียส) มีค่าสูงสุดคือเท่ากับ 3.26 ทำให้มีค่า L น้อยที่สุดเท่ากับ 62.81 โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 1 และวิธีการที่ 5 (วิธีการควบคุม และ 10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 2 และวิธีการที่ 3 (4 องศาเซลเซียส และ 6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ)

เมื่อปักแจกันครบ 3 วัน พบว่าค่า a(+) ในวิธีการที่ 4 มีค่าสูงสุดคือเท่ากับ 3.03 ทำให้มีค่า L น้อยที่สุดเท่ากับ 64.14 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการ

เมื่อปักแจกันครบ 4 วัน พบว่าค่า a(+) ของวิธีการที่ 2 มีค่าสูงสุดคือเท่ากับ 2.70 ทำให้มีค่า L น้อยที่สุดเท่ากับ 67.55 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช ก่อนปักแจกัน และในระหว่างการปักแจกัน

วิธีการ[1/]	ก่อนปักแจกัน		ครบ 1 วัน		ครบ 2 วัน		ครบ 3 วัน		ครบ 4 วัน	
	L[2/]	a(+)[3/]	L[2/]	a(+)[3/]	L[2/]	a(+)[3/]	L[2/]	a(+)[3/]	L[2/]	a(+)[3/]
1. control	54.75	4.67	54.75	4.67	62.85c[4/]	3.14a[4/]	64.70	3.01	69.79	2.41
2. T2 = 4 °C	57.84	3.63	57.84	3.63	72.18a	2.10c	69.85	2.37	67.65	2.70
3. T3 = 6 °C	52.50	4.69	52.50	4.69	68.19ab	2.37bc	71.82	1.89	71.00	2.11
4. T4 = 8 °C	54.25	4.52	54.25	4.52	62.81c	3.26a	64.14	3.03	68.52	2.42
5. T5 = 10 °C	53.18	4.68	53.18	4.68	64.72bc	3.03ab	70.89	2.20	75.96	1.48
F – test	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	NS	NS
%CV	9.98	17.29	9.98	17.29	3.69	13.67	7.65	26.97	7.45	28.14

[1/] = การลดอุณหภูมิกล่องดอกบัวในอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม

[2/] = L คือ ความสว่าง มีค่า 0 (สีดำ) – 100 (สีขาว)

[3/] = a คือ ค่าสีในตำแหน่งที่อยู่บนแกน x ค่า a (+) = สีแดง a (-) = สีเขียว

[4/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการ เปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.1.5 การเปลี่ยนแปลงสี petaloid staminode ของดอกบัวก่อนปักแจกัน และในระหว่างการปักแจกัน

จากการทดลองการบันทึกค่า L และ a(+) ของ petaloid staminode เมื่อเริ่มต้นการทดลอง พบว่าในทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า a(+) ในวิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) มีสีสดใสมากที่สุด ทำให้ได้ค่า a(+) มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 6.61 เป็นผลให้ได้ค่า L ที่มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 36.08 (ตารางที่ 4.5)

เมื่อปักแจกันครบ 1 วัน พบว่าทุกวิธีการไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆเกิดขึ้น จึงทำให้มีค่า L และ a(+) เท่ากับเมื่อเริ่มต้นทดลอง

เมื่อปักแจกันครบ 2 วัน พบว่าค่า a(+) ในวิธีการที่ 3 ให้ค่าสูงสุดคือ 6.42 โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 2 และวิธีการที่ 4 (4, 8 องศาเซลเซียส) ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 1 และ วิธีการที่ 5 (10 องศาเซลเซียส) เป็นผลให้ค่า L ในวิธีการที่ 3 มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 39.24 และมีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปักแจกันครบ 3 วัน พบว่าค่า a(+) ของวิธีการที่ 2 มีค่า a(+) สูงสุดคือ 5.94 ทำให้ค่า L ในวิธีดังกล่าวมีค่าน้อยที่สุด คือ 43.48 โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับวิธีการที่ 3 และ วิธีการที่ 4 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 1 และวิธีการที่ 5

เมื่อปักแจกันครบ 4 วัน พบว่าค่า a(+) ในวิธีการที่ 2 มีค่าสูงสุดคือ 6.32 ทำให้ค่า L ในวิธีดังกล่าวมีค่าน้อยที่สุด คือ 43.88 โดยมีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการ

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบค่าสี ในวิธีการที่ 2 แม้จะมีค่ามากที่สุด ในวันที่ปักแจกันครบ3 และ4 วัน ตามลำดับ ก็ไม่ได้หมายความว่า ดอกบัวในวิธีการที่ 2 มีสีสันสดใสมากที่สุด แต่เป็นค่าสีที่แสดงถึงปรากฏว่า เป็นสีที่คล้ำมืด ไม่สดใส ซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพที่ไม่ดี ในขณะที่วิธีการที่ 3, 4 และ 5 สีของ petaloid staminode ยังปรากฏคุณภาพที่ดีกว่า นอกจากนี้ วิธีการที่ 2 ยังมีพื้นที่รอยดำที่กลีบดอก และที่ petaloid staminode ปรากฏให้เห็นมากที่สุด ดังข้อมูลในตารางที่ 4.7

4.1.6 ปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง

จากการบันทึกปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวผลิต เมื่อเริ่มต้นทดลองพบว่าทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.6) โดยดอกบัวในวิธีการที่ 4 (8 องศาเซลเซียส) มีแนวโน้มผลิตเอทิลีนมากที่สุดเฉลี่ย 90.78 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อให้อากาศเย็นที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนการขนส่งพบว่าวิธีการที่ 1 ดอกบัวมีแนวโน้มผลิตเอทิลีนมากที่สุดเฉลี่ย 86.05 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมงโดยทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

หลังการขนส่ง 9 ชั่วโมง พบว่าวิธีการที่ 4 (8 องศาเซลเซียส) ดอกบัวมีแนวโน้มการผลิตเอทิลีนสูงที่สุดเฉลี่ย 114.51 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมงแต่ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

และเมื่อปักแจกันครบ 2 วัน พบว่า วิธีการที่ 3 (6 องศาเซลเซียส) ดอกบัวมีแนวโน้มการผลิตเอทิลีนสูงที่สุดเฉลี่ย 108.44 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมงแต่ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากผลการทดลอง ได้เลือกให้วิธีการที่ 4 (8 องศาเซลเซียส) เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำไปใช้ในการทดลองที่ 2 เนื่องจากมีอายุการปักแจกันมากที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากการปรากฏรอยดำที่ petaloid staminode ช้าที่สุด เนื่องจากเป็นคุณภาพที่สำคัญในการใช้ประโยชน์ดอกบัว และน่าจะเกี่ยวข้องกับการรักษาน้ำหนักดอกสดได้ดีกว่าวิธีการอื่นๆ รักษาสีของ petaloid staminode และสีของกลีบดอกได้ดีอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงสี petaloid staminode ของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaert พันธุ์สัตตบงกช ก่อนปักแจกัน และในระหว่างการปักแจกัน

วิธีการ[1/]	ก่อนปักแจกัน		ครบ 1 วัน		ครบ 2 วัน		ครบ 3 วัน		ครบ 4 วัน	
	L[2/]	a(+)[3/]	L[2/]	a(+)[3/]	L[2/]	a(+)[3/]	L[2/]	a(+)[3/]	L[2/]	a(+)[3/]
1. control	36.08	6.61	41.34	6.61	43.67ab[4/]	5.71b[4/]	58.90a[4/]	3.58b[4/]	67.71a[4/]	2.65c[4/]
2. T2 = 4 °C	41.34	6.28	36.03	6.28	42.58ab	5.93ab	43.48b	5.94a	43.88c	6.32a
3. T3 = 6 °C	39.24	6.39	39.24	6.39	39.24c	6.42a	47.73b	5.54a	56.40b	4.38b
4. T4 = 8 °C	39.24	6.39	39.24	6.39	41.93ab	6.39a	45.61b	5.73a	56.40b	4.38b
5. T5 = 10 °C	41.98	6.19	41.98	6.19	45.6a	5.73b	58.90a	3.58b	67.51a	3.58c
F – test	NS	NS	NS	NS	*	*	*	*	*	*
%CV	7.29	5.09	7.29	5.09	5.08	4.50	7.81	8.27	6.05	10.96

1/ = การลดอุณหภูมิกล่องดอกบัวในอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม

2/ = L คือ ความสว่าง มีค่า 0 (สีดำ) – 100 (สีขาว)

3/ = a คือ ค่าสีในตำแหน่งที่อยู่บนแกน x ค่า a (+) = สีแดง a (-) = สีเขียว

4/ = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการ เปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 4.6 ปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช ผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง

วิธีการ[µ]	เอทิลีนที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงการทดลอง ($\mu l/kg^{-1}/hr^{-1}$)			
	ก่อนปักแจกัน	หลังให้ความเย็น 1 ชั่วโมง	หลังการขนส่ง 9 ชั่วโมง	เมื่อปักแจกันครบ 2 วัน
1. control	86.05	86.05	113.78	79.48
2. T2 = 4 °C	66.92	84.57	107.25	88.62
3. T3 = 6 °C	83.74	80.18	111.15	108.44
4. T4 = 8 °C	90.78	81.65	114.51	82.53
5. T5 = 10 °C	72.88	81.36	111.75	81.31
F- Test	NS	NS	NS	NS
% CV	14.34	12.27	14.02	19.74

[µ] = การลดอุณหภูมิกล่องดอกบัวในอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม

4.1.7 พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบนดอกบัวในระหว่างการปักแจกัน

จากการบันทึกพื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบนดอกบัวพบว่า ในวันที่ 1 ของการทดลอง ทุกวิธีการดอกบัวยังไม่มีพื้นที่เสียหายเกิดขึ้น (ตารางที่ 4.7) เมื่อปักแจกันครบ 2 วัน พบว่าวิธีการที่ 2 (4 องศาเซลเซียส) ดอกบัวมีพื้นที่เสียหายมากที่สุดเฉลี่ย 21.53 ตารางมิลลิเมตร เมื่อปักแจกันครบ 3 วัน พบว่าวิธีการที่ 2 ดอกบัวยังคงมีพื้นที่เสียหายมากที่สุดเฉลี่ย 28.00 ตารางมิลลิเมตร เมื่อปักแจกันครบ 4 วัน ยังคงพบว่าวิธีการที่ 2 ดอกบัวมีแนวโน้มพื้นที่เสียหายมากที่สุดเฉลี่ย 36.33 ตารางมิลลิเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทุกวิธีการ และวิธีการที่ 5 มีพื้นที่เสียหายน้อยที่สุดเฉลี่ย 1.83 ตารางมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบน petaloid staminode ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกชในระหว่างการปักแจกัน

วิธีการ1/	พื้นที่เสียหาย (mm2)				อายุการปักแจกัน (วัน)	รวมกลีบร่วง (กลีบ)
	ครบ 1 วัน	ครบ 2 วัน	ครบ 3 วัน	ครบ 4 วัน		
1. control	0	4.00	6.83	9.50	2.83a2/	9
2. T2 = 4 °C	0	21.53	28.00	36.33	1.33b	6
3. T3 = 6 °C	0	1.50	1.50	4.00	3.17a	6
4. T4 = 8 °C	0	0	0	2.00	3.50a	5
5. T5 = 10 °C	0	0.50	0.50	1.83	3.17a	8
F- Test	-	-	-	NS	*	-
% CV	-	-	-	115.23	26.88	-

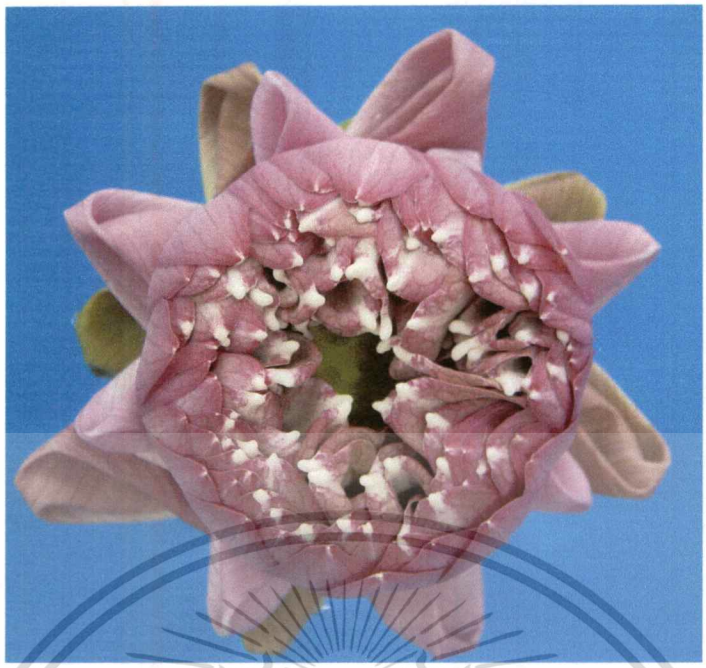
1/ = การลดอุณหภูมิกล่องดอกบัวในอุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม

2/ = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการ เปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.1.8 อายุการปักแจกันของดอกบัวในระหว่างการปักแจกัน

เมื่อพิจารณาถึงอายุการปักแจกัน ที่ได้ตัดสินการหมดอายุการปักแจกันเมื่อมีกลีบดอกกลีบใดกลีบหนึ่งปรากฏพื้นที่รอยดำหรือเกิดความเสียหายอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นกับดอก การทดลองครั้งนี้พบว่า วิธีการที่ 4 (8 องศาเซลเซียส) มีอายุการปักแจกันมากที่สุด เฉลี่ย 3.50 วัน ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 2 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

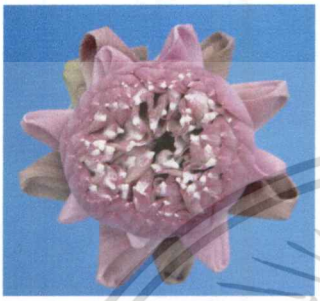


ภาพที่ 4.1 ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

control

T 2



T 3

T 4

T 5

ภาพที่ 4.2 ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชเมื่อปักแจกันครบ 1 วันของการทดลองที่ 1 (T1=วิธีการควบคุม T2-T5 = ลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวด้วยอากาศเย็นก่อนการขนส่งที่อุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

control

T 2

T 3

T 4

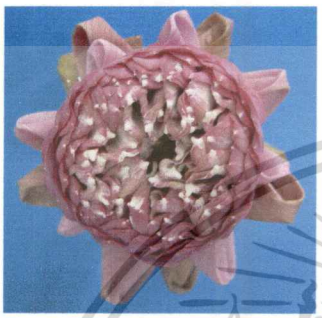
T 5

ภาพที่ 4.3 ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชเมื่อปักแจกันครบ 2 วันของการทดลองที่ 1 (T1=วิธีการควบคุม T2-T5 = ลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวด้วยอากาศเย็นก่อนการขนส่งที่อุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

control

T 2



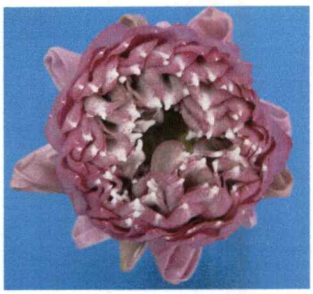
T 3

T 4

T 5

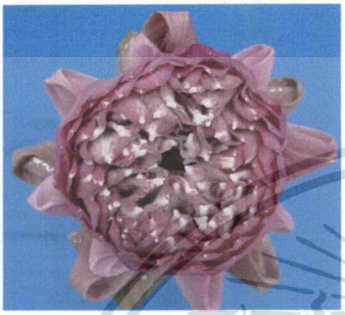
ภาพที่ 4.4 ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชเมื่อปักแจกันครบ 3 วันของการทดลองที่ 1 (T1=วิธีการควบคุม T2-T5 = ลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวด้วยอากาศเย็นก่อนการขนส่งที่อุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

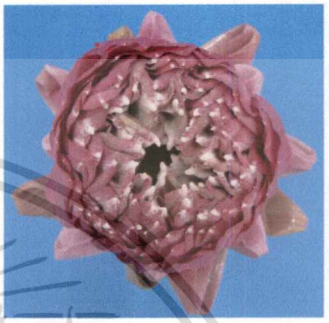


control

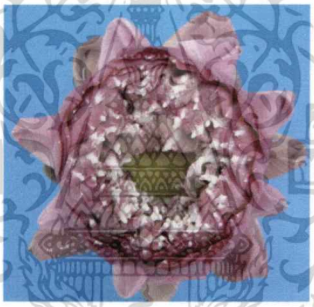
T 2



T 3



T 4



T 5

ภาพที่ 4.5 ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชเมื่อปักแจกันครบ 4 วันของการทดลองที่ 1 (T1=วิธีการควบคุม T2-T5 = ลดอุณหภูมิกล่องบรรจุดอกบัวด้วยอากาศเย็นก่อนการขนส่งที่อุณหภูมิ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามลำดับ

4.2 การทดลองที่ 2

การทดลองนำวิธีการที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 มาใช้กับดอกบัวหลวงตัดดอกที่มีขายในตลาดเมืองไทย ได้แก่ ดอกบัวฉัตร 2 พันธุ์คือ สัตตบุษย์ สัตตบงกช และ ดอกบัวแหลม 2 พันธุ์ คือ บุณฑริก ปทุม เพื่อหาพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการพับกลีบดอกก่อนการส่งออกได้ผล ดังนี้

4.2.1 ปริมาณการดูดน้ำของดอกบัวในระหว่างปักแจกัน

จากการบันทึกการดูดน้ำของดอกบัวหลวงในระหว่างปักแจกันพบว่า ในวันที่ดูดน้ำครบ 1, 2 และ 3 วัน มีความสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพันธุ์ และการได้รับความเย็น โดยวิธีการที่ 6 (A_3B_2 : ดอกบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด) ดูดน้ำได้ปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากที่สุด ในทุกวันของการทดลอง ส่วนวันที่ดูดน้ำครบ 4 วัน ก็ยังมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน นอกจากนี้ในวันที่1 และ 2 ของการปักแจกัน ปริมาณการดูดน้ำยังมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่นๆด้วย (ตารางที่ 4.8) เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งเสริมให้วิธีการที่ 6 มีการดูดน้ำได้ดีกว่า พบว่า พันธุ์ของดอกบัวมีผลทำให้ดูดน้ำได้แตกต่างกัน คือ ทั้ง 5 วันของการบันทึกผล ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกดูดน้ำได้มากที่สุดเฉลี่ย 25.11 มิลลิลิตร (ตารางที่ 4.9) ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์สัตตบุษย์ และปทุม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์สัตตบงกช ส่วนการได้รับความเย็นไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10)

4.2.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นของดอกบัวในระหว่างปักแจกัน

จากการบันทึกเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นของดอกบัวในระหว่างปักแจกันพบว่า มีความสัมพันธ์กันระหว่างพันธุ์ และการได้รับความเย็น โดยวิธีการที่ 5 และวิธีการที่ 6 (A_3B_1 : ดอกบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 : ดอกบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด ตามลำดับ) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดเพิ่มขึ้นดีกว่าดอกบัวพันธุ์อื่น(ตารางที่ 4.11) ในวันที่ 5 ของการปักแจกัน ยิ่งเห็นได้ชัดเจนว่า วิธีการที่ 6 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกสดที่เพิ่มขึ้นถึง 34.71 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทุกวิธีการ ในขณะที่วิธีการอื่นๆมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกสดที่เพิ่มขึ้นที่ลดลง หรือมีน้ำหนักน้อยกว่าน้ำหนักเริ่มต้น เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งเสริมให้วิธีการที่ 6 มีเปอร์เซนต์น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น พบว่า พันธุ์ของดอกบัวมีผลทำให้มีเปอร์เซนต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นได้แตกต่างกัน คือ ในวันที่ปักแจกันครบ 1-5 วันดอกบัวพันธุ์บุณฑริกมีเปอร์เซนต์น้ำหนักเพิ่มขึ้นมากที่สุด (ตารางที่ 4.12) มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์อื่นๆ ยกเว้นเมื่อปักแจกันครบ 2 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์สัตตบงกชส่วนการได้รับความเย็นไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดน้ำดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ในระหว่างการปักแจกัน

วิธีการ[1/]	ปริมาณน้ำที่ดอกบัวดูดในระหว่างการปักแจกัน[2/] (ml.)					รวม (ml.)
	ครบ1 วัน	ครบ 2 วัน	ครบ 3 วัน	ครบ 4 วัน	ครบ 5 วัน	
1. A_1B_1	7.75b[3/]	5.92bc[3/]	4.04abc[3/]	2.92	2.29	22.92b[3/]
2. A_1B_2	5.67cd	4.29cd	2.42c	2.09	1.50	15.97c
3. A_2B_1	6.46bc	5.96bc	4.38ab	2.17	1.92	20.89bc
4. A_2B_2	7.58b	6.34b	4.17abc	2.21	2.25	22.55b
5. A_3B_1	7.50b	5.71bc	3.55abc	2.50	2.09	21.35bc
6. A_3B_2	10.00a	8.13a	5.25a	3.13	2.38	28.89a
7. A_4B_1	4.67d	3.92d	2.92bc	2.50	1.63	15.64c
8. A_4B_2	5.21cd	3.59d	2.88bc	2.33	1.55	15.56c
F-test	*	*	*	NS	NS	*
% CV	10.63	17.53	26.72	25.76	23.23	16.18

[1/] = A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด

[2/] = มีการเติมน้ำให้ดอกบัวทุกวัน (เท่ากับระดับเริ่มต้น) และมีการตัดปลายก้านดอกทุกวันเช่นกัน

[3/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดน้ำดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย A (พันธุ์)

พันธุ์ดอกบัว[1/]	ปริมาณน้ำที่ดอกบัวดูดในระหว่างการปักแจกัน[2/] (ml.)					รวม (ml.)
	ครบ1 วัน	ครบ 2 วัน	ครบ 3 วัน	ครบ 4 วัน	ครบ 5 วัน	
1. A_1	6.71b[3/]	5.11b[3/]	3.23ab[3/]	2.50	1.90	19.45bc[3/]
2. A_2	7.02b	6.15ab	4.27a	2.19	2.08	21.71ab
3. A_3	8.75a	6.92a	4.40a	2.81	2.23	25.11a
4. A_4	4.94c	3.75c	2.90b	2.42	1.59	15.59c
F-test	*	*	*	NS	NS	*
% CV	10.63	17.53	26.72	25.76	23.23	16.18

1/ = A_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์, A_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช, A_3 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริก และ A_4 = ดอกบัวพันธุ์ปทุม

2/ = มีการเติมน้ำให้ดอกบัวทุกวัน (เท่ากับระดับเริ่มต้น) และมีการตัดปลายก้านดอกทุกวันเช่นกัน

3/ = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดน้ำดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย B (วิธีการให้ความเย็น)

การให้ความเย็น[1/]	ปริมาณน้ำที่ดอกบัวดูดในระหว่างการปักแจกัน[2/] (ml.)					รวม (ml.)
	ครบ1 วัน	ครบ 2 วัน	ครบ 3 วัน	ครบ 4 วัน	ครบ 5 วัน	
1. B_1	6.60	5.38	3.72	2.52	1.98	20.74
2. B_2	7.21	5.58	3.67	2.44	1.92	20.20
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% CV	10.63	17.53	26.72	25.76	23.23	16.18

1/ = B_1 = การให้ความเย็นด้วยอากาศเย็น และ B_2 = การให้ความเย็นด้วยน้ำแข็งเกล็ด

2/ = มีการเติมน้ำให้ดอกบัวทุกวัน (เท่ากับระดับเริ่มต้น) และมีการตัดปลายก้านดอกทุกวันเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 น้ำหนักสดของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างปักแจกัน

วิธีการ[1/]	เปอร์เซนต์น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น (%)				
	ครบ1 วัน	ครบ 2 วัน	ครบ 3 วัน	ครบ 4 วัน	ครบ 5 วัน
1. A_1B_1	6.88cd[2/]	5.49b[2/]	1.32b[2/]	-3.17d[2/]	-8.53d[2/]
2. A_1B_2	5.70d	8.16b	4.51b	0.53d	-7.00d
3. A_2B_1	13.31bc	20.40a	15.52a	14.90bc	4.41c
4. A_2B_2	12.23bc	17.12a	14.09a	9.03c	-2.81cd
5. A_3B_1	21.25a	18.55a	21.27a	19.80ab	16.71b
6. A_3B_2	16.61ab	20.85a	21.35a	24.25a	34.71a
7. A_4B_1	5.35d	6.33b	3.90b	0.33d	-3.00cd
8. A_4B_2	4.34d	5.92b	5.71b	0.94d	-2.64cd
F-test	*	*	*	*	*
% CV	33.32	24.26	41.88	54.90	117.75

[1/] = A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 น้ำหนักสดของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย A (พันธุ์)

พันธุ์ดอกบัว[1/]	เปอร์เซนต์น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น (%)				
	ครบ1 วัน	ครบ 2 วัน	ครบ 3 วัน	ครบ 4 วัน	ครบ 5 วัน
1. A_1	6.29c[2/]	6.82b[2/]	2.92c[2/]	-1.32c[2/]	-7.76c[2/]
2. A_2	12.77b	18.76a	17.81b	11.97b	0.80b
3. A_3	18.93a	19.70a	21.31a	22.03a	25.71a
4. A_4	4.85c	6.13b	7.80c	0.64c	-2.82bc
F-test	*	*	*	*	*
% CV	33.32	24.26	41.88	54.90	117.75

[1/] = A_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์, A_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช, A_3= ดอกบัวพันธุ์บุณฑริก และ A_4 = ดอกบัวพันธุ์ปทุม

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 4.13 น้ำหนักสดของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย B (วิธีการให้ความเย็น)

การให้ความเย็น[1/]	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น (%)				
	ครบ1 วัน	ครบ 2 วัน	ครบ 3 วัน	ครบ 4 วัน	ครบ 5 วัน
1. B_1	11.70	12.69	10.50	7.97	2.40
2. B_2	9.72	13.01	11.41	8.69	5.57
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
% CV	33.32	24.26	41.88	54.90	117.75

[1/] = B_1 = การให้ความเย็นด้วยอากาศเย็น และ B_2 = การให้ความเย็นด้วยน้ำแข็งเกล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง

จากการบันทึกปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง พบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างพันธุ์ และการได้รับความเย็น โดยหลังจากพับกลีบดอกแล้วและนำไปให้ความเย็น ปรากฏว่า วิธีการที่ 3 (A_2B_1 : ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น) มีการผลิตเอทิลีนน้อยที่สุด เฉลี่ย 36.33 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง(ตารางที่ 4.14) แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่1, 2, 5 และวิธีการที่ 6 (A_1B_1 : ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 : ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น และ A_3B_2 : ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 4, 7 และวิธีการที่ 8 (A_2B_2 : ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 : ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_4B_2 : ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด ตามลำดับ)

หลังจากที่กล่องบรรจุดอกบัวได้รับความเย็น 1 ชั่วโมง ปรากฏว่า การผลิตเอทิลีนของทุกวิธีการ ยังคงเป็นไปในทำนองเดียวกันกับก่อนได้รับความเย็น และหลังจากการเลียนแบบวิธีการขนส่งครบ 9 ชั่วโมง พบว่าวิธีการที่ 4 มีการผลิต เอทิลีนน้อยที่สุดเฉลี่ย 36.68 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมงไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่3 และวิธีการที่ 8 แต่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่เหลือ

เมื่อนำดอกบัวออกจากกล่องมาปักแจกันครบ 2 วัน ปรากฏว่าวิธีการที่ 3 ดอกบัวมีการผลิตเอทิลีนน้อยที่สุดเฉลี่ย 30.55 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 4 แต่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่นๆ

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งเสริมให้ดอกบัวมีการผลิตเอทิลีนน้อย พบว่า พันธุ์ของดอกบัวมีผลทำให้มีการผลิตเอทิลีนได้แตกต่างกันคือ หลังจากพับกลีบดอกแล้ว พันธุ์สัตตบงกชมีการผลิตเอทิลีนได้น้อยที่สุด เฉลี่ย 36.44 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง(ตารางที่ 4.15) แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทุกพันธุ์ ส่วนการได้รับความเย็น ไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.16) ในช่วงเวลาของการทดลองช่วงอื่นๆ คือ หลังให้ความเย็นครบ 1 ชั่วโมง หลังการขนส่ง 9 ชั่วโมง และเมื่อปักแจกันครบ 2 วัน ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน กับก่อนที่ดอกบัวได้รับความเย็น ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเอทิลีนน่าจะเกี่ยวข้องกับชนิดพันธุ์ มากกว่าวิธีการให้ความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ผลิตในระหว่างการทดลอง

วิธีการ[1]	ปริมาณของเอทิลีนที่ดอกบัวผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง ($\mu l/kg^{-1}/hr^{-1}$)			
	ก่อนการให้ความเย็น	หลังให้ความเย็น 1 ชั่วโมง	หลังการขนส่ง 9 ชั่วโมง	ปักแจกันครบ 2 วัน
1. A_1B_1	53.74ab[2]	49.16b[2]	66.36a[2]	58.90ab[2]
2. A_1B_2	58.41ab	54.38ab	58.60ab	59.10ab
3. A_2B_1	36.33c	36.19c	40.36cd	30.55c
4. A_2B_2	36.56c	36.16c	36.68d	34.00c
5. A_3B_1	56.93ab	60.60a	58.48ab	66.37a
6. A_3B_2	64.46a	64.90a	65.05a	59.72ab
7. A_4B_1	46.43bc	45.16bc	50.96bc	60.82ab
8. A_4B_2	47.93bc	43.50bc	44.13cd	53.08b
F-test	*	*	*	*
% CV	16.60	12.30	13.28	11.80

[1] = A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด

[2] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย A (พันธุ์)

พันธุ์ดอกบัว[u]	ปริมาณของเอทิลีนที่ดอกบัวผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง ($\mu l/kg^{-1}/hr^{-1}$)			
	เริ่มต้น	หลังให้ความเย็น 1 ชั่วโมง	หลังการขนส่ง 9 ชั่วโมง	ปักแจกันครบ 2 วัน
1. A_1	56.07ab	51.77b	62.48a	59.00a
2. A_2	36.44c	36.17d	38.59c	32.28b
3. A_3	60.70a	62.75a	67.76a	63.05a
4. A_4	47.18b	44.33c	47.54b	57.00a
F-test	*	*	*	*
% CV	16.60	12.30	13.28	11.80

[u] = A_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์, A_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช, A_3 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริก และ A_4 = ดอกบัวพันธุ์ปทุม

[v] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 4.16 ปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย B (วิธีการให้ความเย็น)

การให้ความเย็น[u]	ปริมาณของเอทิลีนที่ดอกบัวผลิตในแต่ละช่วงการทดลอง ($\mu l/kg^{-1}/hr^{-1}$)			
	เริ่มต้น	หลังให้ความเย็น 1 ชั่วโมง	หลังการขนส่ง 9 ชั่วโมง	ปักแจกันครบ 2 วัน
1. B_1	48.36	47.78	54.04	54.16
2. B_2	51.48	49.73	51.11	51.50
F-test	NS	NS	NS	NS
% CV	16.60	12.30	13.28	11.80

[u] = B_1 = การให้ความเย็นด้วยอากาศเย็น และ B_2 = การให้ความเย็นด้วยน้ำแข็งเกล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบนดอกบัวในระหว่างการปักแจกัน

จากการตรวจสอบลักษณะดอกบัวหลวงหลังการขนส่งพบว่า ดอกบัวทุกพันธุ์ที่ได้รับความเย็นจากน้ำแข็งเกล็ด กลีบดอกจะมีลักษณะฉ่ำน้ำเล็กน้อย ซึ่งเห็นได้ชัดเจนที่สุด คือ พันธุ์บุณฑริก อาการที่เกิดขึ้นนี้ไม่น่ามีสาเหตุมาจากอุณหภูมิที่ต่ำเกินไป เพราะทุกวิธีการมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.17) แต่น่าจะมีสาเหตุมาจาก กลีบดอกที่สัมผัสกับถุงบรรจุน้ำแข็งเกล็ดโดยตรง ทำให้มีอาการคล้ายฉ่ำน้ำเล็กน้อยเกิดขึ้นที่กลีบดอก

ลักษณะอาการความเสียหายที่เกิดขึ้นของดอกบัวต่อมา คือพื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบนดอกบัวหลวงในระหว่างปักแจกันซึ่งพบว่า วิธีการที่ 7 (A_4B_1 : ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น) มีพื้นที่รอยดำเกิดขึ้นช้าที่สุด คือ เกิดพื้นที่รอยดำเมื่อปักแจกันไปแล้ว 4 วัน ในขณะที่วิธีการอื่นๆ เกิดพื้นที่รอยดำเมื่อปักแจกันครบ 1 และ 2 วัน (ตารางที่ 4.18) และเมื่อปักแจกันครบ 4 วัน วิธีการที่ 1 (A_1B_1 : ดอกบัวสัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น) เป็นวิธีการที่เกิดพื้นที่รอยดำน้อยที่สุดเฉลี่ย 5.17 ตารางมิลลิเมตร ในขณะที่วิธีการที่ 7 เกิดพื้นที่รอยดำน้อยเป็นอันดับ 2 เฉลี่ย 7.33 ตารางมิลลิเมตร แต่ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน พื้นที่รอยดำของทุกวิธีการเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยวิธีการที่ 1 ยังคงเป็นวิธีการที่เกิดพื้นที่รอยดำน้อยที่สุด รองลงมาคือวิธีการที่ 7 เช่นเดียวกันกับวันที่ 4 ของการทดลอง วิธีการที่เกิดพื้นที่รอยดำน้อยที่สุดนั้น มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 3, 4 และวิธีการที่ 8 (A_2B_1 : ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 : ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด และ A_4B_2 : ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการอื่นๆ เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งเสริมให้ดอกบัวเกิดพื้นที่รอยดำ พบว่าเมื่อปักแจกันครบ 1-3 วัน ทุกพันธุ์ของดอกบัวเกิดพื้นที่รอยดำโดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อปักแจกันครบ 4 วัน พันธุ์สัตตบงกชมีผลทำให้เกิด พื้นที่รอยดำเฉลี่ยน้อยที่สุด 15.50 ตารางมิลลิเมตร แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับดอกบัวพันธุ์บุณฑริก และปทุม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์สัตตบุษย์ (ตารางที่ 4.19) และเมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ปรากฏว่าพันธุ์สัตตบงกช กลับเป็นพันธุ์ที่เกิดพื้นที่รอยดำมากที่สุด แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์อื่นทุกพันธุ์ ส่วนวิธีการให้ความเย็น มีผลทำให้เกิดพื้นที่รอยดำแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ปักแจกันครบ 1 วัน จนถึงวันที่ 4 ของการปักแจกัน ดอกบัวที่ได้รับความเย็นจากอากาศเย็นจะเกิดพื้นที่รอยดำน้อยกว่าดอกบัวที่ได้รับความเย็นจากน้ำแข็งเกล็ด (ตารางที่ 4.20) แต่เมื่อปักแจกันครบ 5 วัน ทั้ง 2 วิธีการมีผลให้เกิดพื้นที่รอยดำไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กล่องบรรจุดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ในแต่ละช่วงของการทดลอง

วิธีการ[1]	อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในกล่องบรรจุดอกบัวหลวงของแต่ละช่วงการทดลอง							
	ช่วงการทดลอง 8 °C ครบ 1 ชั่วโมง[2]		ช่วงการทดลอง 25 °C ครบ 3 ชั่วโมง[3]		ช่วงการทดลอง 7 °C ครบ 2 ชั่วโมง[4]		ช่วงการทดลอง 25 °C ครบ 4 ชั่วโมง[5]	
	อุณหภูมิภายในกล่อง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่อง (%)	อุณหภูมิภายในกล่อง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่อง (%)	อุณหภูมิภายในกล่อง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่อง (%)	อุณหภูมิภายในกล่อง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่อง (%)
1. A_1B_1	9	50	26	46	10	82	22	50
2. A_1B_2	17	48	22	43	10	70	21	47
3. A_2B_1	9	48	26	46	10	82	23	50
4. A_2B_2	16	49	22	43	10	70	21	47
5. A_3B_1	10	40	26	50	10	82	22	48
6. A_3B_2	16	50	23	45	10	88	21	49
7. A_4B_1	9	48	26	50	10	82	23	48
8. A_4B_2	16	51	23	45	10	88	21	49

[1] = A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้ อากาศเย็นA_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด

[2] = การให้ความเย็นก่อนการขนส่ง

[3] = การให้ความเย็นเลียนแบบการขนส่งจากโรงเรือนบรรจุหีบห่อมาที่สนามบิน

[4] = การให้ความเย็นเลียนแบบการขนส่งในเครื่องบิน

[5] = การให้ความเย็นเลียนแบบการขนส่งดอกบัวจากสนามบินประเทศปลายทางมายังผู้ค้าปลีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบนดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)ในระหว่างการปักแจกัน

วิธีการ[1/]	พื้นที่รอยดำ (ตารางมิลลิเมตร)				
	ครบ1 วัน	ครบ 2 วัน	ครบ 3 วัน	ครบ 4 วัน	ครบ 5 วัน
1. A_1B_1	0.00	1.33	2.83	5.17	10.67c[2/]
2. A_1B_2	8.67	16.17	24.33	31.33	46.50c
3. A_2B_1	5.00	6.33	7.33	12.00	380.17a
4. A_2B_2	14.50	16.83	19.50	19.00	186.33b
5. A_3B_1	15.83	22.67	41.17	66.50	86.83bc
6. A_3B_2	15.00	60.17	76.00	97.67	117.67bc
7. A_4B_1	0.00	0.00	0.00	7.33	16.83c
8. A_4B_2	21.68	47.50	74.83	108.67	201.83b
F-test	NS	NS	NS	NS	*
% CV	109.65	146.07	112.20	87.04	49.64

[1/] = A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบนดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)ในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย A (พันธุ์)

พันธุ์ดอกบัว[1/]	พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้น (ตารางมิลลิเมตร)				
	ครบ1 วัน	ครบ 2 วัน	ครบ 3 วัน	ครบ 4 วัน	ครบ 5 วัน
1. A_1	4.33	8.75	13.58	18.25b[2/]	28.58b[2/]
2. A_2	9.75	11.58	13.42	15.50b	283.25a
3. A_3	15.42	41.42	58.58	82.08a	102.25b
4. A_4	10.83	23.75	37.42	58.00a	109.33b
F-test	NS	NS	NS	*	*
% CV	109.65	146.07	112.20	87.04	49.64

1/ = A_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์, A_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช, A_3= ดอกบัวพันธุ์บุณฑริก และ A_4 = ดอกบัวพันธุ์ปทุม

2/ = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 4.20 พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้นบนดอกบัวในระหว่างปักแจกัน เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย B (วิธีการให้ความเย็น)

การให้ความเย็น[1/]	พื้นที่รอยดำที่ปรากฏขึ้น (ตารางมิลลิเมตร)				
	ครบ1 วัน	ครบ 2 วัน	ครบ 3 วัน	ครบ 4 วัน	ครบ 5 วัน
1. B_1	5.21b[2/]	7.58b[2/]	12.83b[2/]	22.75b[2/]	123.63
2. B_2	14.96a	35.17a	48.67a	64.17a	138.08
F-test	*	*	*	*	NS
% CV	109.65	146.07	112.20	87.04	49.64

1/ = B_1 = การให้ความเย็นด้วยอากาศเย็น และ B_2 = การให้ความเย็นด้วยน้ำแข็งเกล็ด

2/ = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 อายุการปักแจกันของดอกบัว

จากการตัดสินการหมดอายุการปักแจกันเมื่อกลีบใดกลีบหนึ่งเริ่มปรากฏพื้นที่เสียหาย หรือเริ่มเกิดความเสื่อมสภาพอย่างหนึ่งอย่างใดขึ้น ปรากฏว่าสิ่งที่ตัดสินการหมดอายุการปักแจกันได้ดีที่สุดคือ การเกิดจุดดำ หรือพื้นที่รอยดำขึ้นที่บริเวณดอก เช่น บริเวณกลีบดอก หรือที่ petaloid staminode โดยพบว่า วิธีการที่ 7 (A_4B_1: ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น) มีอายุการปักแจกันมากที่สุดเฉลี่ย 3.67 วัน (ตารางที่ 4.21) ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทุกวิธีการ เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลสนับสนุนอายุการปักแจกันให้เกิดความแตกต่าง พบว่าดอกบัวพันธุ์ปทุมมีอายุการปักแจกันมากที่สุด เฉลี่ย 2.42 วัน (ตารางที่ 4.22) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับดอกบัวพันธุ์บุณฑริก

เมื่อพิจารณาถึงวิธีการให้ความเย็นที่มีผลต่ออายุการปักแจกัน ปรากฏว่าการให้ความเย็นด้วยอากาศเย็นส่งผลให้มีอายุการปักแจกันมากที่สุดเฉลี่ย 2.63 วัน (ตารางที่ 4.23) แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการให้ความเย็นด้วยน้ำแข็งเกล็ด

ตารางที่ 4.21 อายุการปักแจกันของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)

วิธีการ[1/]	อายุการปักแจกัน (วัน)
1. A_1B_1	2.17bc[2/]
2. A_1B_2	1.33c
3. A_2B_1	2.50b
4. A_2B_2	1.83bc
5. A_3B_1	2.17bc
6. A_3B_2	1.17c
7. A_4B_1	3.67a
8. A_4B_2	1.17c
F-test	*
% CV	27.00

[1/] = A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้ อากาศเย็นA_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการ เปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 อายุการปักแจกันของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย A (พันธุ์)

พันธุ์ดอกบัว[1/]	อายุการปักแจกัน (วัน)
1. A_1	1.75ab[2/]
2. A_2	2.17ab
3. A_3	1.67b
4. A_4	2.42a
F-test	*
%CV	27.00

[1/] = A_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์, A_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกช, A_3 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริก และ A_4 = ดอกบัวพันธุ์ปทุม

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

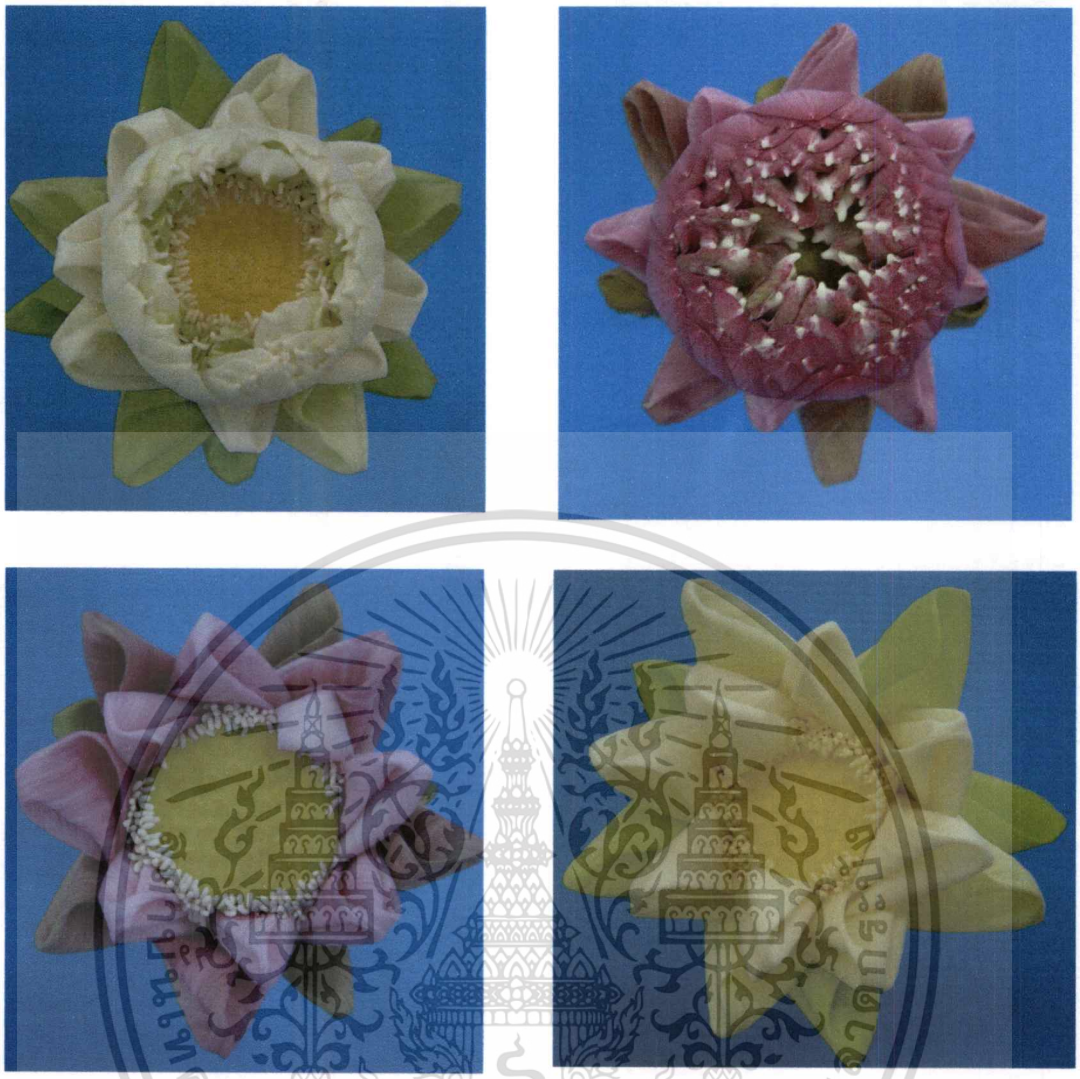
ตารางที่ 4.23 อายุการปักแจกันของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) เมื่อแยกตามอิทธิพลของปัจจัย B (วิธีการให้ความเย็น)

การให้ความเย็น[1/]	อายุการปักแจกัน(วัน)
1. B_1	2.63a[2/]
2. B_2	1.38b
F-test	*
%CV	27.00

[1/] = B_1 = การให้ความเย็นด้วยอากาศเย็น และ B_2 = การให้ความเย็นด้วยน้ำแข็งเกล็ด

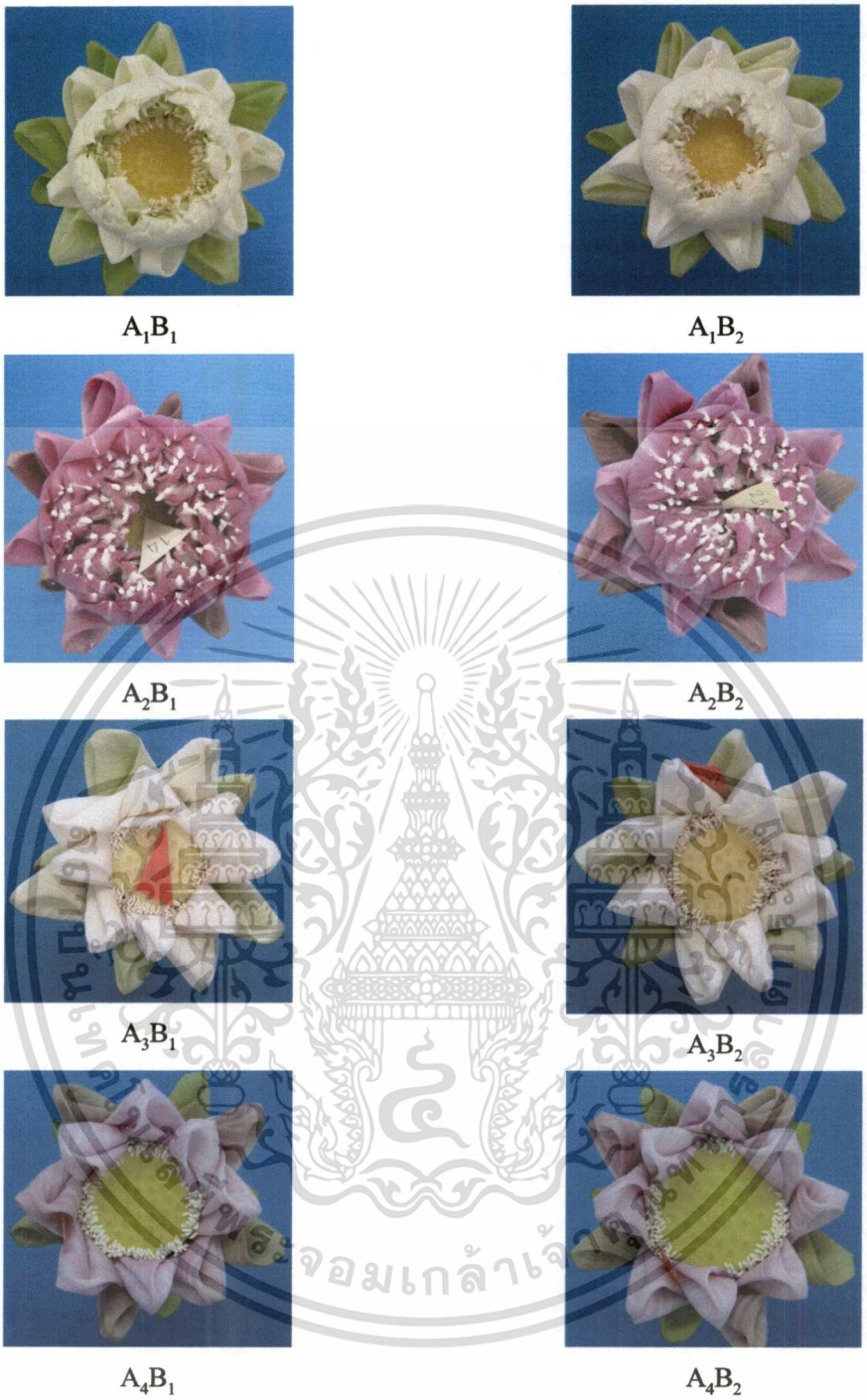
[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Rang Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ดอกบัวหลวงเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



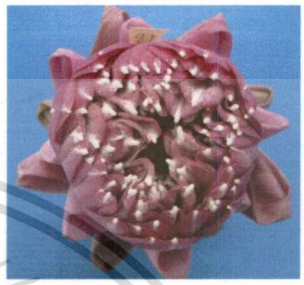
ภาพที่ 4.7 ดอกบัวหลวงเมื่อปักแจกันครบ 1 วันของการทดลองที่ 2 (A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้ อากาศเย็น, A_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A_1B_1

A_1B_2

A_2B_1



A_2B_2

A_3B_1

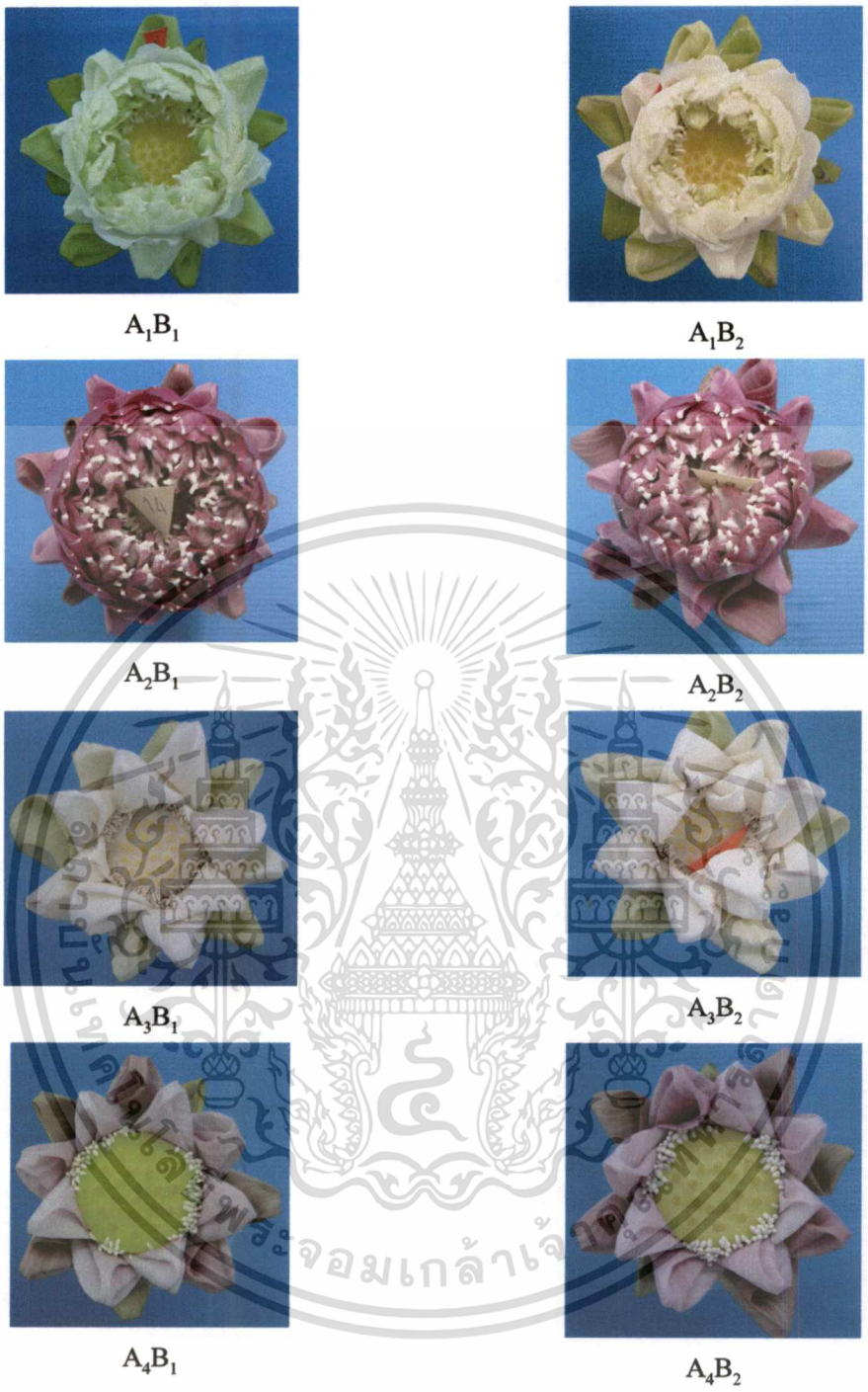
A_3B_2

A_4B_1

A_4B_2

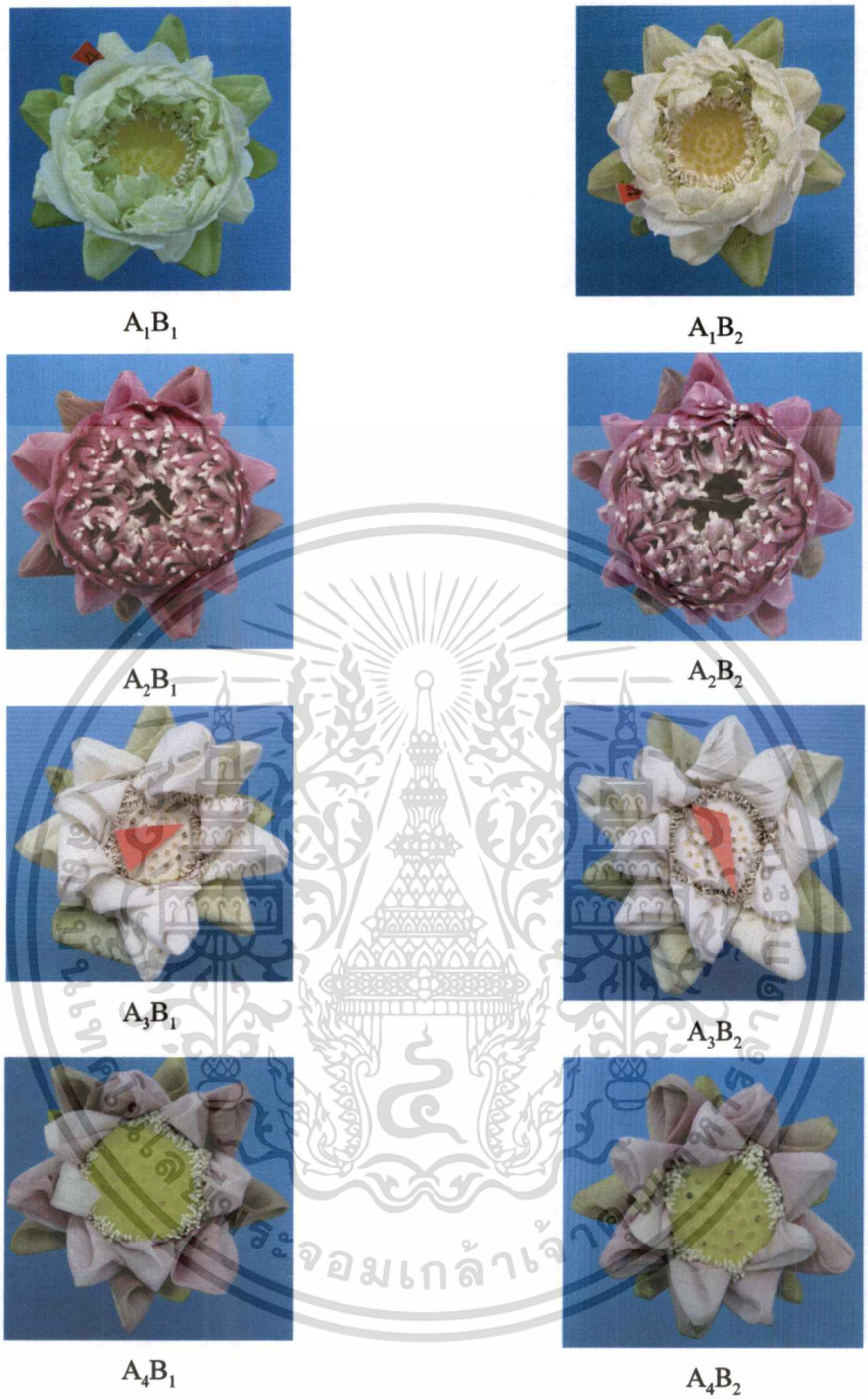
ภาพที่ 4.8 ดอกบัวหลวงเมื่อปักแจกันครบ 2 วันของการทดลองที่ 2 (A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้ อากาศเย็น, A_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ดอกบัวหลวงเมื่อปักแจกันครบ 3 วันของการทดลองที่ 2 (A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้ อากาศเย็น, A_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A_1B_1 A_1B_2

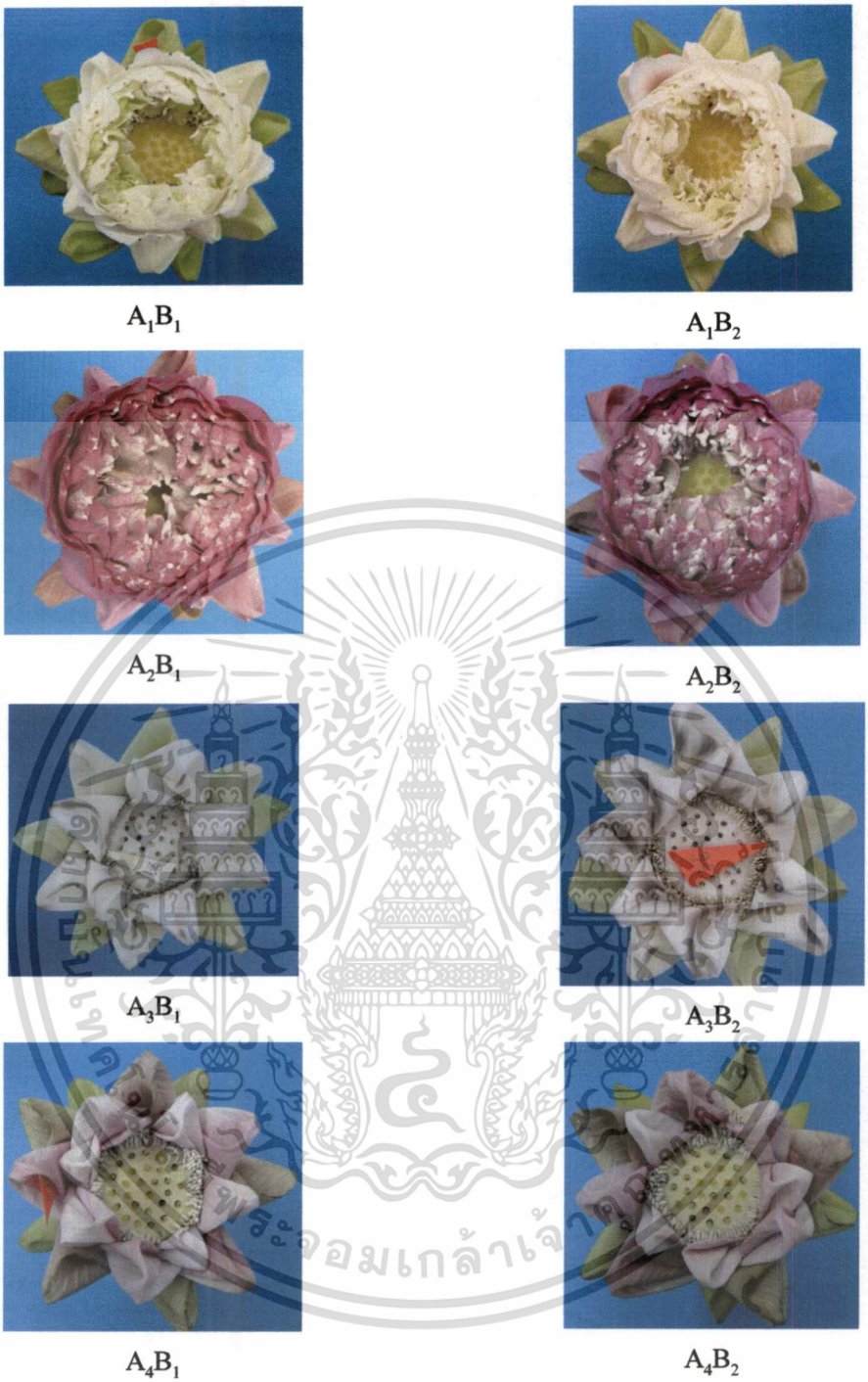
A_2B_1 A_2B_2

A_3B_1 A_3B_2

A_4B_1 A_4B_2

ภาพที่ 4.10 ดอกบัวหลวงเมื่อปักแจกันครบ 4 วันของการทดลองที่ 2 (A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้ อากาศเย็น, A_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 ดอกบัวหลวงเมื่อปักแจกันครบ 5 วันของการทดลองที่ 2 (A_1B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_1B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_2B_1 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_2B_2 = ดอกบัวพันธุ์สัตตบงกชให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_3B_1 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้อากาศเย็น, A_3B_2 = ดอกบัวพันธุ์บุณฑริกให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด, A_4B_1 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้ อากาศเย็น, A_4B_2 = ดอกบัวพันธุ์ปทุมให้ความเย็นโดยใช้น้ำแข็งเกล็ด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การทดลองที่ 1

การทดลองหาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิให้กับดอกบัวหลวง *(Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช ก่อนการขนส่ง ให้ผลปรากฏว่า

ดอกบัวที่พับกลีบแล้วบรรจุในกล่องทุกวิธีการได้รับความเย็นทั้งหมดโดยวิธีการควบคุมได้รับความเย็นเฉพาะในขั้นตอนเลียนแบบการขนส่ง ส่วนวิธีการอื่นๆ ได้รับความเย็นเพิ่มขึ้นจากอากาศเย็นในตู้เก็บรักษา ตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ในวิธีการ คือ 4, 6, 8 และ 10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ปรากฏว่า ทุกวิธีการมีการผลิตเอทิลีนที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งก่อนการให้ความเย็นหลังการให้ความเย็น 1 ชั่วโมง และหลังเลียนแบบการขนส่ง 9 ชั่วโมง แต่มีแนวโน้มแสดงให้เห็นว่าความเย็น 6 องศาเซลเซียสและ 8 องศาเซลเซียสช่วยลดการผลิตเอทิลีนลง (ตารางที่ 4.6) ส่วนอุณหภูมิที่ต่ำและสูงกว่านี้ ไม่ได้ช่วยลดการผลิตเอทิลีน เนื่องจากอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 6 องศาเซลเซียสไปทำให้เนื้อเยื่อเกิดอาการ chilling injury (กลีบดอกสีคล้ำ) (Reid. 1991) มีผลทำให้ผลิตเอทิลีนสูงขึ้นได้ ส่วนอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ไม่สามารถไปลดปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทิลีนได้แต่เป็นผลจากธรรมชาติของพืชที่จะผลิตเอทิลีนสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 0-25องศาเซลเซียส (จริงแท้ ศิริพานิช. 2546)

เมื่อปักแจกันครบ 4 วัน ปรากฏว่าวิธีการที่ 4 (8 องศาเซลเซียส) น้ำหนักดอกสดยังมีเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.00 เปอร์เซนต์ ในขณะที่วิธีการอื่นๆ น้ำหนักดอกสดลดลงจากน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (ตารางที่ 4.3) โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการควบคุม และวิธีการที่ 2 (4 องศาเซลเซียส) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 3 และวิธีการที่ 5 (6 องศาเซลเซียสและ 10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) แสดงว่าการได้รับความเย็นที่เหมาะสมก่อนการขนส่ง ช่วยรักษาความสดของดอกไม้เหมือนดังที่ Nowak and Rudnicki (1990) ได้รายงานไว้

การรักษาน้ำหนักดอกสดได้ดีของวิธีการที่ 4 นี้ยังสอดคล้องกับอายุการปักแจกัน เพราะวิธีการที่ได้รับอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสมีอายุการปักแจกันมากที่สุด (กลีบดอกปรากฏรอยคำช้าที่สุด) เฉลี่ย 3.50 วัน (ตารางที่ 4.7) แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับวิธีการที่ได้รับอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการอื่นๆ นอกจากนี้การบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงสีของ petaloid staminode ในวันที่ปักแจกันครบ 4 วัน พบว่าวิธีการที่ 2 ซึ่งได้รับอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แม้จะให้ค่าสีแดง a+ มากที่สุดเฉลี่ย 6.32 (ตารางที่ 4.5) แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทุกวิธีการ แต่สีที่ปรากฏคือ สีชมพูเข้มที่คล้ำมืด ไม่สดใส ซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพที่ไม่ดี น่าจะเป็นอาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเนื้อเยื่อที่เกิดอาการ chilling injury (Nowak and Rudnicki. 1990) ในขณะที่วิธีการที่ 3, 4 และวิธีการที่ 5 มีสีที่มีคุณภาพดีกว่า

ผลการทดลองนี้สนับสนุนรายงานที่กล่าวว่า การลดอุณหภูมิผลิตผลในอุณหภูมิที่เหมาะสมช่วยลดการผลิตเอทิลีนลง ช่วยรักษาความสดของดอก และเอทิลีนมีผลต่อการสลายตัวของสีดอกไม้ (Nowak and Rudnicki. 1990 ; Wills *et.al.* 1998) ดังนั้นเมื่อดอกบัวผ่านการลดอุณหภูมิในอากาศเย็นที่เหมาะสม คือ 8 องศาเซลเซียส จึงช่วยลดการผลิตเอทิลีนลง รักษาน้ำหนักดอกสดได้ดี และรักษาสีของดอกไม้ให้สดใสได้ดีกว่าวิธีการอื่นๆ

คุณภาพของดอกบัวที่ผ่านอากาศเย็น 8 องศาเซลเซียสของการทดลองนี้ ให้ผลดีใกล้เคียงกับรายงานของ ช.ณิฏฐ์ศิริ และ คณะ (2549) ที่รายงานว่า ดอกบัวที่บรรจุในกล่องแล้วได้รับความเย็น 7 องศาเซลเซียสมีผลทำให้อายุการใช้ประโยชน์ดีกว่าอุณหภูมิต่ำกว่า (6 องศาเซลเซียส และ 4องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิสูงกว่า (9 องศาเซลเซียส และ 10 องศาเซลเซียส)

การปรากฏพื้นที่รอยดำที่กลีบดอก เป็นอาการที่ทำให้ดอกบัวที่พับกลีบดอกสูญเสียคุณภาพ ซึ่งปรากฏว่าทุกวิธีการยกเว้นวิธีการที่ 4 (8 องศาเซลเซียส) เกิดรอยดำตั้งแต่วันที่ 2 ของการปักแจกัน โดยเฉพาะวิธีการที่ 2 (4 องศาเซลเซียส) เกิดพื้นที่รอยดำมากที่สุดเฉลี่ย 21.53 ตารางมิลลิเมตร มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ได้รับอุณหภูมิสูงกว่า แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการควบคุมที่ไม่ได้มีการลดอุณหภูมิก่อนการขนส่ง (ตารางที่ 4.7) แสดงว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรอยดำที่ petaloid staminode อาจเกี่ยวข้องกับความเย็นที่ดอกไม้ได้รับเพราะความเย็นยิ่งต่ำมีผลให้ความชื้นสัมพัทธ์รอบดอกไม้ยิ่งต่ำตามไปด้วย ดอกไม้จึงสูญเสียความชื้นได้มาก มีผลทำให้กลีบดอกแห้ง (Nowak and Rudnicki, 1990) ดังจะเห็นว่าในวันที่ 4 ของการปักแจกัน ดอกไม้ในวิธีการนี้ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด เฉลี่ย 5.15 % (ตารางที่ 4.3) และมีพื้นที่รอยดำมากที่สุดด้วย (ตารางที่ 4.7)

ดังนั้นการลดอุณหภูมิดอกบัวหลวงด้วยอากาศเย็นก่อนการขนส่ง ควรใช้อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง จะส่งผลให้คุณภาพดอกบัวหลังการขนส่งดีที่สุด

5.2 การทดลองที่ 2

จากการนำวิธีการที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 มาทดสอบกับดอกบัวหลวงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเพื่อหาพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการส่งออกแบบพับกลีบดอกก่อนบรรจุกล่อง ปรากฏว่าดอกบัวหลวงพันธุ์ปทุมมีคุณภาพดีที่สุด คือ หลังเลียนแบบการขนส่งแล้วนำไปปักแจกัน (การลอยดอกในอ่างน้ำ) มีการปรากฏของพื้นที่รอยดำบริเวณกลีบดอกช้าที่สุด ส่งผลให้มีอายุการปักแจกันนานที่สุดเฉลี่ย 2.42 วัน (ตารางที่4.22) แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับดอกบัวพันธุ์บุณฑริก แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ และพันธุ์สัตตบงกช และเมื่อพิจารณาถึงความเย็นที่กล่องดอกบัวได้รับ ปรากฏว่า ดอกบัวที่ได้รับอากาศเย็นมีอายุการปักแจกันดีกว่าดอกบัวที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเย็นจากน้ำแข็งเกล็ด และแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้ดอกบัวพันธุ์ปทุมที่ได้รับอากาศเย็นมีอายุการปักแจกันเพิ่มขึ้นเป็น 3.67 วัน (ตารางที่ 4.21) แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการ

การตัดสินอายุการปักแจกันของการทดลองในครั้งนี้ ตัดสินจากวันแรกที่เกิดความเสียหายอย่างใดอย่างหนึ่งกับดอก พบว่าดอกบัวฉัตรทั้ง 2 พันธุ์คือ ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ และพันธุ์สัตตบงกช เกิดพื้นที่รอยดำที่ petaloid staminode ก่อนส่วนอื่นๆ ส่วนดอกบัวแหลมทั้ง 2 พันธุ์คือ บุณฑริก และปทุม เกิดพื้นที่รอยดำบริเวณรอยพับของกลีบดอก และเกสรตัวเมีย ซึ่งในวันที่ 2 ของการปักแจกัน แสดงให้เห็นชัดเจนว่าดอกบัวพันธุ์เดียวกันมีความแตกต่างกันในปริมาณของพื้นที่รอยดำที่เกิดขึ้น คือในพันธุ์เดียวกันดอกบัวที่ได้รับอากาศเย็นมีแนวโน้มการเกิดพื้นที่รอยดำน้อยกว่าดอกบัวที่ได้รับความเย็นจากน้ำแข็งเกล็ด (ตารางที่ 4.20) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สาเหตุน่าจะมาจากดอกบัวที่ได้รับความเย็นจากน้ำแข็งเกล็ด เมื่อเอาออกมาจากกล่องพบว่า บริเวณรอบพับกลีบดอกบางจุดมีร่องรอยของเซลล์ที่ฉ่ำน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับความเย็นใกล้ที่สุดและสัมผัสกับถุงน้ำแข็งที่ใส่ในกล่องโดยตรง เกิดอาการคล้ายกับการเริ่มเสียหายจากอาการสะท้านหนาว (จริงแท้ ศิริพานิช. 2546) และอาจเป็นต้นเหตุให้เกิดพื้นที่รอยดำเร็วขึ้น แสดงว่าพื้นที่รอยดำที่กลีบดอกสามารถชะลอให้เกิดขึ้นได้ โดยการใช้ความเย็นในวิธีการที่เหมาะสม ส่งผลให้มีอายุการปักแจกันดีขึ้น

สำหรับจุดประสงค์ของการให้ความเย็นกับกล่องบรรจุดอกไม้โดยทั่วไปก็เพื่อลดการผลิตเอทิลีนของดอกไม้ (Nowak and Rudnicki. 1990 ; Wills. *et.al.* 1998 ; Brosnan and Sun. 2001 ; Watkins and Ekman. 2005 ; Woltering. *et.al.* 2005) ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ สัตตบงกช และปทุม เมื่อได้รับอากาศเย็น อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง มีผลทำให้อุณหภูมิในกล่องมีค่าเท่ากับ 9 องศาเซลเซียส และผลิตเอทิลีนลดลง จากก่อนได้รับความเย็น ในขณะที่บัวพันธุ์บุณฑริก อุณหภูมิในกล่องมีค่าเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.17) ความแตกต่างของอุณหภูมิภายในกล่องจากพันธุ์อื่นนี้ อาจเป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของปริมาณเอทิลีนที่ดอกบัวพันธุ์นี้ผลิตขึ้น เพราะหลังจากการให้ความเย็นผ่านไป 1 ชั่วโมง ปริมาณของเอทิลีนไม่ได้ลดลงจากก่อนได้รับความเย็นเลย (ตารางที่ 4.14) เพราะอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส อาจสูงเกินไปจนลดปริมาณการผลิตเอทิลีนของดอกบัวพันธุ์บุณฑริกไม่ได้ ทั้งๆที่ดอกบัวพันธุ์นี้ดูดน้ำได้ดีที่สุด (ตารางที่ 4.9) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดเพิ่มขึ้นมากที่สุด (ตารางที่ 4.12) แต่กลับผลิตเอทิลีนมากที่สุด ซึ่งน่าสนใจศึกษาเพิ่มเติมถึงความเย็นที่เหมาะสมเพื่อให้ลดการผลิตเอทิลีนลง เพราะเป็นพันธุ์ที่พับกลีบดอกแล้วสวยงามไม่แพ้พันธุ์อื่นๆ ถ้าลดเอทิลีนลงได้น่าจะใช้ประโยชน์ได้นานขึ้น

การทดลองครั้งนี้ยังให้ข้อสังเกตแต่ละพันธุ์เรียงตามลำดับคุณภาพที่ดีได้ดังนี้

5.2.1 ดอกบัวหลวงพันธุ์ปทุม ตามปกติไม่สามารถส่งออกได้เพราะรูปทรงดอกแหลมไม่แข็งแรง การพับกลีบดอกก่อนที่จะทำการขนส่งช่วยให้มีคุณภาพดีกว่าพันธุ์สัตตบุษย์ และสัตตบงกชที่ปกติส่งออกอยู่แล้วโดยดอกบัวพันธุ์นี้ควรได้รับการปฏิบัติที่เหมาะสม ไม่ให้ช้ำ ไม่ขาดน้ำ และก่อนทำการขนส่งควรให้กล่องบรรจุดอกบัวได้รับความเย็นที่ 8 องศาเซลเซียส นาน 1ชั่วโมง ช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งเสริมคุณภาพได้ดีกว่าพันธุ์อื่น โดยช่วยลดการผลิตเอทิลีน ช่วยชะลอการเกิดพื้นที่รอยดำ ทำให้อายุการปักแจกันเฉลี่ยถึง 3.67 วัน และเมื่อปักแจกันครบ 2 วัน ดอกบัวพันธุ์อื่นผลิตเอทิลีนน้อยลง แสดงให้เห็นการเสื่อมสภาพของเซลล์ (Nowak and Rudnicki. 1990 ; Woltering. *et.al*. 2005) แต่ดอกบัวพันธุ์ปทุมยังคงมีการผลิตเอทิลีนที่สูงขึ้น แสดงว่ายังไม่มีการเสื่อมของเซลล์ จึงเป็นพันธุ์ที่ดีที่สุดของการทดลองครั้งนี้

5.2.2 ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช ซึ่งเป็นดอกบัวทรงฉัตรมีกลีบดอกแน่น ซึ่งเคยส่งออกได้ดีกว่าพันธุ์กลีบดอกแหลม การได้รับความเย็นด้วยอากาศที่เหมาะสมช่วยให้มีอายุการปักแจกันดีกว่าการได้รับความเย็นจากน้ำแข็งเกล็ด โดยช่วยลดการผลิตเอทิลีนลงจาก หลังได้รับความเย็น และทำให้เกิดพื้นที่รอยดำได้ช้ากว่า น้อยกว่า ทำให้มีอายุการปักแจกันเฉลี่ย 2.50 วัน

5.2.3 ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ เป็นดอกบัวทรงฉัตรที่มีการส่งออกอยู่แล้วเช่นกัน มีคุณภาพดีเป็นอันดับที่ 3 การได้รับความเย็นที่เหมาะสมด้วยอากาศเย็น ช่วยให้มีอายุการปักแจกันดีกว่าการได้รับความเย็นจากน้ำแข็งเกล็ด โดยช่วยลดการผลิตเอทิลีนลงจากหลังได้รับความเย็น เกิดพื้นที่รอยดำช้ากว่า และน้อยกว่าด้วย

5.2.4 ดอกบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก เป็นดอกบัวทรงแหลมที่เดิมส่งออกไม่ได้ เช่นเดียวกันกับพันธุ์ปทุม แต่การพับกลีบดอกทำให้สวยงาม น่าสนใจ แต่การทดลองครั้งนี้พบว่าพันธุ์นี้มีคุณภาพด้อยที่สุด แต่การได้รับความเย็นจากอากาศเย็น ช่วยให้คุณภาพการปักแจกันดีขึ้นเท่ากับ ดอกบัวพันธุ์สัตตบุษย์ (ตารางที่ 4.21) คือเฉลี่ย 2.17 วันเท่ากัน และจากผลการทดลองนี้ทำให้ได้จุดที่น่าสนใจตรงที่ว่า ดอกบัวพันธุ์นี้ถ้าได้รับอากาศเย็นที่เหมาะสม จนสามารถลดการผลิตเอทิลีนลงได้ อาจมีคุณภาพในการปักแจกันดีขึ้น เพราะดอกบัวพันธุ์นี้ดูดน้ำได้ดี และมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกสดที่เพิ่มขึ้นได้ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

6.1 การทดลองที่ 1

จากการทดลองให้ความเย็นก่อนการขนส่ง กับดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชสรุปได้ดังนี้ การให้ความเย็นกับกล่องดอกบัวที่ 8 องศาเซลเซียส ช่วยทำให้คุณภาพของดอกบัวหลังการขนส่งดีที่สุด คือ ดอกบัวลดการผลิตเอทิลีนลง รักษาน้ำหนักดอกสดได้ดีกว่าวิธีการอื่นๆ รักษาสีของดอกได้ดี ปรากฏพื้นที่รอยดำช้าที่สุดและน้อยที่สุด ส่งผลให้มีอายุการปักแจกัน (บันทึกเมื่อวันแรกเริ่มปรากฏรอยดำ) มากที่สุดเฉลี่ย 3.50 วัน แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับดอกบัวที่บรรจุในกล่องผ่านอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่ไม่แตกต่างกับวิธีการอื่นๆ

6.2 การทดลองที่ 2

จากการทดลองหาพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการพับกลีบดอกก่อนการส่งออก โดยทดลองควบคู่ไปกับการหาวิธีการให้ความเย็นกับกล่องบรรจุดอกบัว ที่เหมาะสมสรุปได้ดังนี้

6.2.1 พันธุ์ดอกบัวที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพับกลีบดอกก่อนการขนส่ง คือ พันธุ์ปทุม เพราะมีคุณภาพในการปักแจกันได้ดีที่สุด เนื่องจากเกิดพื้นที่รอยดำที่กลีบดอกช้าที่สุดเฉลี่ย 2.42 วัน รองลงมา คือพันธุ์สัตตบงกช พันธุ์สัตตบุษย์ และคุณภาพด้อยที่สุดคือพันธุ์บุณฑริก

6.2.2 วิธีการให้ความเย็นกับกล่องบรรจุดอกบัวด้วยอากาศเย็นที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมงก่อนการขนส่ง ช่วยให้กล่องบรรจุดอกบัวทั้ง 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ปทุม พันธุ์สัตตบงกช และพันธุ์สัตตบุษย์ ลดอุณหภูมิในกล่องเป็น 9 องศาเซลเซียส และส่งผลให้ลดการผลิตเอทิลีนลง และทำให้การเกิดพื้นที่รอยดำน้อยกว่าดอกบัวที่ได้รับความเย็นจากน้ำแข็งเกล็ด ในระดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญด้วย ส่วนพันธุ์บุณฑริก อุณหภูมิในกล่องลดลงเหลือ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่ช่วยทำให้ดอกบัวมีการผลิตเอทิลีนลดลง

6.2.3 ปัจจัยที่ทดลองทั้ง 2 ปัจจัย คือ พันธุ์และวิธีการให้ความเย็น มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพของดอกบัวหลวง คือ พันธุ์ที่ดี เมื่อได้รับวิธีการให้ความเย็นที่เหมาะสม ช่วยส่งเสริมคุณภาพได้ดีขึ้น เช่นพันธุ์ปทุมซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพดีที่สุด มีอายุการปักแจกันเฉลี่ย 2.42 วัน เมื่อได้รับอากาศเย็นที่เหมาะสม ส่งเสริมให้อายุการปักแจกันเพิ่มขึ้นเป็น 3.67 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษณา ทวีศักดิ์วิชิตชัย และวรารัตน์ พูลสุข. 2548. "การทดลองใช้น้ำร้อนก่อนการปักแจกันดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์". ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กัญญารัตน์ เห็นสว่าง.2545. **การพับและจัดดอกบัว.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

คนึงนิจ พิชญานนท์. 2544 . "การทดลองหาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. 2545. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอก.** กรุงเทพ ฯ : ประดิพัทธ์.

ช. ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ และ เสกสรร วรรณกรี. 2548. "วิธีการบรรจุดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ในกล่องกระดาษลูกฟูกเพื่อการส่งออก." **วารสารพืชปลูกพื้นเมืองไทย.** 1(1) : 39-41.

ช. ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ วรรณา ตั้งเจริญชัย และ ชุมพล มากทอง. 2549. "การพัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) พันธุ์สัตตบงกช." **เกษตรพระจอมเกล้า.** 24(2) : 27-38.

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

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ.2548. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ปริมลาภ ชูเกียรติมั่น และเสริมลาภ วสุวัต. 2547. **บัวประดับในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: เนชั่น มัลติมีเดียกรุ๊ป.

เย็นจิตต์ ปียะแสงทอง. มปป. บทปฏิบัติการที่ 5 ดัชนีการบริบูรณ์และองค์ประกอบทางเคมี. **หน่วยปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน.** นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

วาสนา มิตรานนท์. 2527. "การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลบัวหลวง (Nelumbo Adans.) ในประเทศไทย". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายชล เกตุษา. 2531. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้.** กรุงเทพฯ : บริษัทสารมวลชน จำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2547. **อนุกรมวิธานของบัวในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มูลนิธิวิทยาศาสตร์การเกษตร สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย และกรมวิชาการเกษตร.

เสกสรร วรรณกรี. 2546. "การใช้สารละลายเคมียืดอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)". ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อรวรรณ วิชัยลักษณ์ และภูริพันธุ์ สุวรรณเมฆ. 2547. **บัวหลวง.** [Online]. Available : http://www.doae.go.th. 04 /12 /2548.

Brosnan, T. and Sun, D.W. 2000. "Precooling techniques and applications for horticultural products - a review". **International Journal of Refrigeration.** 24(2001) : 154-170.

Ketsa, S. Imsabai, W. Doorn, W.G. 2005. "Effect of Precooling and Ethylene Absorbent on the Quality of *Dendrobium* 'Pompadour' Flowers". **Acta Hort.** 669(1) : 367-371.

Nowak, J. and Rudnicki, R.M. 1990. **Posthavest Handling and Storage of Cut Flowers, Florist Greens, and Potted Plants.** London : Chapman and Hall.

Reid, M.S. 1991. **Effects of Low Temperatures on Ornamental Plants.** [Online] Available : http://www.actahort.org. 05 /06 /2549.

Suisuwan, C. and Pichayanon, K. 2002. "Study on harvest method and posthavest handling of lotus flowers (*Nelumbo nucifera* Gaertn) var. Sattabongkot." **Thai J. Agric. Sci.** 35(3) : 303-308.

Vaughan, M.J. 1988. **The Complete Book of Cut Flower Care.** Oregon: Timber Press.

Vongchoomyen, R. n.d. **Transportation Charge.** n.p: NICS Institute of Airline Business and Languages.

Watkins, C.B. Ekman, J.H. 2005. "Storage Technologies: Temperature Interactions and Effects on Quality of Horticultural Products". **Acta Horticulturae.** 682 : 1527-1531.

Wills, R. Mcglasson, B. Graham, D. and Joyce, D. 1998. **Postharvest An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetable and Ornamentars .** South Australia : Hyde Park.

Woltering, E.J. Jong, A.D. Hoeberichts, F.A. Iakimova, E. and Kaphina, V. 2005. "Plant Programmed Cell Death, Ethylene and Flower Senescence". **Acta Hort.** 669(1) : 159-164.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนันทนา หรั่งเจริญ เกิดเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ.2524 มีภูมิลำเนาอยู่ที่ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ได้รับการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ มัธยมต้นและมัธยมปลายจากโรงเรียนอุตรดิตถ์ดรุณี ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต(พืชสวน) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้