สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของสารละลายเคมีบางชนิดที่มีต่อรงควัตถุแอนโธไซยานินของดอกกุหลาบสีแดงอบแห้ง

Effect of Some Chemical Solutions on Anthocyanin Pigment of Dried Red Rose (*Rosa hybrida*)

รศ.ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ
น.ส.อรรวี ไพถาวร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
SB
449.3
.R67
.T 111 ผ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 64382
วัน,เดือน,ปี 11 ก.ย. 2549

.b 11648120
.i.....

รายงานการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2547
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้องานวิจัย	ผลของสารละลายเคมีบางชนิดที่มีต่อรงควัตถุแอนโธไซยานินของดอกกุหลาบสีแดงอบแห้ง
นักวิจัย	รศ.ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ น.ส.อรรวี ไพถาวร
พ.ศ.	2547

บทคัดย่อ

จากปัญหาของดอกกุหลาบสีแดงเมื่ออบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟแล้วสีกลีบดอกเปลี่ยนไป เกี่ยวเนื่องจากการลดลงของแอนโธไซยานิน จึงทดลองนำสารละลายเคมีต่างๆ ที่ช่วยคงสภาพแอนโธไซยานินมาทดลองแช่ก้านดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีแดง พันธุ์ Saphir ด้วยสารละลายเคมี 6 วิธีการ [น้ำกลั่น (pH7.0), citric acid (pH4.0), HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm (pH 4.3), ascorbic acid (pH 4.0) , PMS 50 ppm (pH 6.7), HQS 200 ppm + sucrose 6% + PMS 50 ppm + citric acid 150 ppm (pH4.4)] และฉีดพ่นกลีบดอกด้วยสารละลายเคมี 2 วิธีการ [PMS 50 ppm (pH6.7), PMS 50 ppm + wetting agent (pH 6.7)] ก่อนการอบแห้งดอกกุหลาบด้วยตู้อบไมโครเวฟ (ที่กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และบรรจุน้ำในถ้วยแก้ววางไว้ในตู้อบไมโครเวฟระหว่างการอบ) โดยเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (การฝังดอกใน silica sand แล้วปล่อยให้แห้งในอุณหภูมิห้องที่ 26°C ความชื้นสัมพัทธ์ 73%)

ผลปรากฏว่า กุหลาบอบแห้งที่พ่นด้วยสารละลาย PMS 50 ppm ให้ปริมาณ monomeric anthocyanin ที่คงสภาพได้มากกว่าสารละลายเคมีอื่นๆ เฉลี่ย 0.220 mg/g แต่ยังคงน้อยกว่าวิธีการควบคุม ซึ่งมีปริมาณ monomeric anthocyanin เฉลี่ย 0.286 mg/g อย่างไรก็ตามวิธีการที่อบแห้งแล้วมีลักษณะคุณภาพที่ปรากฏให้เห็นดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้สารละลายเคมีทุกวิธีการ คือ การแช่ก้านดอกกุหลาบในสารละลาย citric acid (pH4.0) ก่อนการอบแห้ง ได้คะแนนเฉลี่ย 4.33 คะแนน (สีกลีบดอกสม่ำเสมอ กลีบดอกเรียบ รูปทรงดอกดี) และเท่ากับวิธีการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Effect of Some Chemical Solutions on Anthocyanin Pigment of Dried Red Rose (*Rosa hybrida*)
Researcher	Assoc. Prof. Chornitsiri Suisuwan
	Miss Onrawee Paitaworn
Year	2004

ABSTRACT

The problem of microwave dried red rose (*Rosa hybrida*) flower was the change of petal color due to the anthocyanin reduction, the purpose of this study was to decrease this problem. The study was carrying out with six treatments of pulsing treatments and two spraying treatments. In the pulsing experiments, 6 chemical solutions were used such as distilled water, citric acid (pH4.0), 200 ppm HQS + 6% sucrose + 150 ppm citric acid (pH 4.3), ascorbic acid (pH 4.0) , 50 ppm PMS (pH 6.7), 200 ppm HQS + 6% sucrose + 50 ppm PMS + 150 ppm citric acid (pH4.4). The pulsing time for each experiment was 9 hr. In the spraying treatments, 50 ppm PMS (pH 6.7) and 50 ppm PMS + wetting agent (pH 6.7) were used. After being pulsed or sprayed, the flowers were dried in microwave oven with a cup of water at the oven corner to maintained humidity. The power used was 350 watts for 1 minute. The results were compared with each other and with the control (drying in silica sand at 26°C and 73% RH)

It was found that among the 8 treatments, the highest concentration of monomeric anthocyanin was found in flower sprayed with 50 ppm PMS (0.220 mg/g) but it was less than the control (0.286 mg/g). However, the pulsing treatment using citric acid (pH 4.0) resulted in the best appearance of dried flower (good superior shapes and bright petal color). The average quality score of this treatment was 4.33 which was equal with the control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VI
บทที่ 1 คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
สมมุติฐานของการศึกษา	2
ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ขั้นตอนของการศึกษา	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
2.1 การจำแนกกุหลาบ	4
2.2 การทำแห้งดอกไม้	5
2.3 รงควัตถุของพืชสวน	6
2.4 ลักษณะการใช้สารละลายเคมี	11
2.5 สารออกฤทธิ์ที่ใช้ผสมในสารละลายเคมี	12
2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	14
3.1 เครื่องมือและวิธีการ	14
3.2 สถานที่ดำเนินงาน	14
3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 วิธีการดำเนินงาน..... 15

3.5 การบันทึกผล..... 17

3.6 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล..... 19

บทที่ 4 ผลการทดลอง..... 20

4.1 การทดลองที่ 1..... 20

4.2 การทดลองที่ 2..... 29

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 36

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง..... 43

บรรณานุกรม..... 44

ภาคผนวก..... 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ระยะเวลาในการอบแห้งดอกไม้ชนิดต่าง ๆ 5

2.2 ระยะเวลาในการอบแห้งดอกไม้ชนิดต่าง ๆ 6

4.1 น้ำหนักดอกก่อนการอบ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบ ระหว่างการเก็บรักษา 1–4 สัปดาห์ และคะแนนคุณภาพดอกหลังการอบของดอกกุหลาบ *(Rosa hybrida)* พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 26

4.2 ค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง หลังอบแห้งและระหว่างการเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 28

4.3 น้ำหนักดอกก่อนอบ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบ ระหว่างการเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ และคะแนนคุณภาพดอกหลังอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2 30

4.4 ค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง หลังอบแห้งและระหว่างการเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) จากการทดลองที่ 2 34

4.5 ปริมาณ monomeric anthocyanin ของกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบ หลังการอบ และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 2 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างของฟลาโวนอยด์กลุ่มต่าง ๆ	7
2.2	โครงสร้างหลักของสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์	7
2.3	โครงสร้าง anthocyanidins ที่พบบ่อยในธรรมชาติ	8
2.4	การสังเคราะห์แอนโธไซยานิน	9
2.5	โครงสร้างของแอนโธไซยานินที่เปลี่ยนแปลงตาม pH ของสารละลาย (anthocyanidin ชนิด pelargonidin)	11
4.1	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	20
4.2	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	21
4.3	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	21
4.4	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 700 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	22
4.5	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 900 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	22
4.6	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	23
4.7	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.8	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1	24
4.9	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 700 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1	24
4.10	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 900 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1	25
4.11	การอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ที่กำลังไฟฟ้า 350, 450 และ 550 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุมของการทดลองที่ 1	27
4.12	การทดลองแช่ก้านดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ในสารละลายเคมีต่าง ๆ ก่อนการอบแห้งที่กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที เพื่อช่วยคงสภาพแอนโธไซยานินของกลีบดอกกุหลาบ จากการทดลองที่ 2	32
5.1	คะแนนคุณภาพดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir หลังจากอบแห้งแล้ว 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	37
5.2	ปริมาณ monomeric anthocyanin ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง, หลังการอบแห้ง และหลังเก็บรักษา 4 สัปดาห์ เมื่อแช่ก้านดอกกุหลาบในสารละลายเคมีต่าง ๆ	38
5.3	ค่าสีแดง a (+) ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง, หลังการอบแห้ง และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ เมื่อแช่ก้านดอกกุหลาบในสารละลายเคมีต่าง ๆ ของการทดลองที่ 2	40
5.4	คะแนนคุณภาพของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้ง เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ เมื่อแช่ก้านดอกกุหลาบในสารละลายเคมีต่าง ๆ	41
5.5	ค่าสีแดง a (+) ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง, หลังการอบแห้ง และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ ของการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	วิเคราะห์ผลทางสถิติน้ำหนักดอกก่อนการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	49
2	วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	49
3	วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 1 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	50
4	วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 2 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	50
5	วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	51
6	วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	51
7	วิเคราะห์ผลทางสถิติคะแนนคุณภาพดอกของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	52
8	วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	52
9	วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้งจากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	53
0	วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir หลังอบแห้ง จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	53
1	วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir หลังอบแห้งจากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	54
2	วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir เมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	55
3	วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir เมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
14	วิเคราะห์ผลทางสถิติน้ำหนักดอกก่อนการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2	56
15	วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2	57
16	วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 1 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2	57
17	วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 2 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2	57
18	วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2	58
19	วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2	58
20	วิเคราะห์ผลทางสถิติคะแนนคุณภาพดอกของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2	59
21	วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง จากการทดลองที่ 2	60
22	วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง จากการทดลองที่ 2	60
23	วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir หลังการอบแห้ง จากการทดลองที่ 2	61
24	วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir หลังการอบแห้ง จากการทดลองที่ 2	62
25	วิเคราะห์ผลทางสถิติปริมาณ monomeric anthocyanin ก่อนการอบแห้งของ ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2	63
26	วิเคราะห์ผลทางสถิติปริมาณ monomeric anthocyanin หลังการอบแห้งของ ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2	64
27	วิเคราะห์ผลทางสถิติปริมาณ monomeric anthocyanin เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
คำนำ

กุหลาบ (*Rosa hybrida*) เป็นไม้ตัดดอกที่ได้รับความนิยมและปลูกกันทั่วโลกมานานแล้ว ซึ่งตลาดประมูลอัลสเมีย ประเทศเนเธอร์แลนด์เป็นตลาดประมูลไม้ดอกที่ใหญ่ที่สุดของโลก มีการซื้อขายกุหลาบเป็นอันดับหนึ่ง เมื่อ พ.ศ. 2542 มีการซื้อขาย 1,672 ล้านดอก (เศรษฐพงศ์ เลขะวัฒนะ. 2543) เมื่อเปรียบเทียบกับดอกไม้ชนิดอื่น ๆ โดยประเทศที่ผลิตกุหลาบรายใหญ่ของโลก ได้แก่ อิตาลี เนเธอร์แลนด์ สเปน สหรัฐอเมริกา โคลัมเบีย เอกวาดอร์ อิสราเอล เยอรมนี เคนยา เบลเยียม ฝรั่งเศส เม็กซิโก เป็นต้น

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกุหลาบตัดดอก 5,500 ไร่ แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ตาก นครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี และกาญจนบุรี ในอำเภอพบพระ จังหวัดตาก มีพื้นที่การผลิต 3,000 ไร่ เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม ซึ่งการผลิตกุหลาบในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ การผลิตกุหลาบในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การผลิตกุหลาบในเชิงคุณภาพนิยมปลูกในเขตภาคเหนือ และบนที่สูง มีการจัดการและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่ดี ทำให้ดอกกุหลาบที่ได้มีคุณภาพดี และปักแจกันได้นาน

กุหลาบเป็นไม้ตัดดอกที่มีความสวยงาม ทั้งกลีบดอก สีสัน รูปทรงของดอก สามารถใช้ประโยชน์ได้กว้างขวาง ทั้งใช้ในสภาพสด เป็นวัตถุดิบสำหรับกลั่นน้ำมันหอมระเหยและดอกไม้แห้ง (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2545) ต่างประเทศมีความต้องการดอกกุหลาบมาก แต่คุณภาพดอกกุหลาบสำหรับส่งออกของประเทศไทยมีน้อย จึงทำให้กุหลาบที่มีจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นมีปริมาณสูงเป็นผลให้ราคาตกต่ำ นอกจากนี้ในบางฤดูมีกุหลาบตัดดอกที่ล้นตลาด ดังนั้นจึงได้รับความสนใจนำดอกกุหลาบมาแปรรูปเพื่อส่งออกในรูปของดอกไม้แห้ง

การส่งออกดอกไม้แห้งของประเทศไทย เริ่มได้รับความสนใจจากตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งการส่งออกมีแนวโน้มค่อนข้างสูงขึ้นด้วย เนื่องจากประเทศไทยมีวัตถุดิบหลายอย่างมากมายในการทำดอกไม้แห้ง โดยเฉพาะไม้ดอกไม้ประดับ และดอกกุหลาบเป็นไม้ตัดดอกที่มีการปลูกเป็นการค้าในปริมาณสูง จึงมีแนวโน้มเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่งในการแปรรูปเป็นดอกกุหลาบแห้ง แต่การทำดอกไม้แห้งด้วยวิธีการอบโดยใช้ตู้อบไมโครเวฟจะมีปัญหาเรื่องคุณภาพสีของดอก คือสีของดอกจะซีดจางหลังการทำแห้งและเมื่อเก็บรักษาไว้สีจะจางลงไปเรื่อย ๆ (วีรยา ศรีเจริญ .2544)

นอกจากปัญหาเรื่องสีดอกจางเร็วแล้ว กุหลาบที่อบแห้งแล้วมีคุณภาพดีมีสีเดียวเท่านั้นคือสีส้ม ถ้าเป็นสีแดงเข้มหลังการอบจะกลายเป็นสีดำ ถ้าสีแดงปานกลางถึงสีชมพูจะกลายเป็นสีม่วงที่ไม่สวย ทำให้ไม่มีความหลากหลายของดอกกุหลาบอบแห้ง แต่มีรายงานของต่างประเทศว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทำแห้งกับดอกกุหลาบสีชมพูเข้มปานกลางหรืออ่อน สีแดง สีเหลือง และสีส้มได้ แต่ถ้าสีแดงเข้ม (dark red) และสีม่วง จะกลายเป็นมืดมากยิ่งขึ้นหรือกลายเป็นดำไปเลย สีขาวและสีชมพูอ่อนมาก ๆ มีโอกาสกลายเป็นสีน้ำตาล (Whitelaw. 2003)

มีการทดลองแช่ช่อดอกกล้วยไม้ลูกผสมสกุลหวายโจแดง (*Dendrobium* Sonia 'Red Jo') ในสารละลายเคมีต่าง ๆ ก่อนการอบแห้งด้วยเตาอบไมโครเวฟ ปรากฏว่าสารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate 200 ppm + sucrose 2 % + citric acid 150 ppm มีผลทำให้ดอกไม้ที่อบแห้งแล้วรักษาสีไว้ได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ (อรรวี ไพถาวร. 2546) ดังนั้นจึงน่าสนใจที่จะหาสารละลายเคมีที่มีคุณสมบัติเกี่ยวกับรักษาคุณภาพสีของพืชมาทดลองใช้กับดอกกุหลาบสีแดง โดยคาดว่าอาจจะมีผลทำให้กุหลาบสีแดงมีคุณภาพของสีดีขึ้นหลังการอบแห้ง ทำให้เกิดความหลากหลายของกุหลาบอบแห้งมากขึ้น เพิ่มความสนใจและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับอบแห้งกุหลาบตัดดอกสีแดงด้วยตู้อบไมโครเวฟ
2. เพื่อหาชนิดของสารละลายเคมีที่ช่วยคงสภาพดอกกุหลาบสีแดงอบแห้ง
3. เพื่อเพิ่มความหลากหลายของสีดอกกุหลาบที่อบแห้งแล้วได้ผลดี นำไปสู่การเผยแพร่ให้ผู้เกี่ยวข้องและผู้สนใจต่อไป

สมมุติฐานของการศึกษา

เนื่องจากการทำดอกไม้อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟ มีปัญหาเรื่องคุณภาพสีของดอก คือสีของดอกจะซีดจางลงหลังการอบแห้งและหลังการเก็บรักษา ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัยโดยปัจจัยที่สำคัญคือ พันธุ์ของดอกไม้ โดยเฉพาะกุหลาบพบว่ากุหลาบที่อบแห้งแล้วมีคุณภาพดีมีสีเดียวเท่านั้นคือสีส้ม ถ้าเป็นสีแดงเข้มหลังการอบจะกลายเป็นสีดำ ถ้าสีแดงปานกลางถึงสีชมพูจะกลายเป็นสีม่วงที่ไม่สวย ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงต้องการหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับเพิ่มชนิดพันธุ์กุหลาบที่อบแห้งแล้วมีคุณภาพดี โดยเฉพาะการอบแห้งดอกกุหลาบตัดดอกสีแดง เช่น ระยะเวลาการอบและกำลังไฟฟ้าของตู้อบไมโครเวฟที่เหมาะสมของพันธุ์ทดลอง และนำสารเคมีที่มีรายงานว่าน่าจะช่วยรักษาสีของพืช มาทดลองใช้กับกุหลาบก่อนอบเพื่อเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยคงสภาพสีแดงของดอกกุหลาบ ทำให้ดอกไม้อบแห้งมีคุณภาพดี สภาพของสีดอกใกล้เคียงกับสีของดอกไม้ก่อนการอบแห้งมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ลักษณะดอกไม้อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟ ควรจะมีรูปทรงดอกที่สวยงาม มีความแห้งพอดี และสีสวย รูปทรงดอกที่สวยงามทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการเตรียมดอกไม้ตั้งแต่เก็บเกี่ยวจนกระทั่งเข้าตู้อบให้รูปทรงสวยงาม ความแห้งพอดีขึ้นกับความร้อน คือ กำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการอบที่เหมาะสมกับรูปทรงและขนาด ส่วนสีนั้นขึ้นอยู่กับโทนสีของดอกไม้อบแห้งมีคุณภาพดีเฉพาะบางสีเท่านั้น แต่มีรายงานว่าการใช้สารเคมีบางชนิดจะช่วยรักษาสีให้คงสภาพดีขึ้นได้ จึงนำแนวทางนี้มาใช้ในการทดลองเพื่อเพิ่มความหลากหลายของกุหลาบอบแห้งมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

การอบแห้งดอกกุหลาบสีแดงด้วยตู้อบไมโครเวฟโดยเริ่มจากการหากำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการอบที่เหมาะสม จากนั้นการนำสารละลายเคมีที่มีคุณสมบัติช่วยรักษาสีของผลิตภัณฑ์พืชมาแช่ก้านดอกไม้หรือฉีดพ่นกลีบดอกก่อนอบ และการเก็บรักษาดอกไม้อบแห้งเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการอบ

ขั้นตอนของการศึกษา

ขั้นตอนที่ทำการศึกษาและทดลองมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทดลองหากำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการอบดอกกุหลาบที่เหมาะสมด้วยตู้อบไมโครเวฟ
2. หาชนิดของสารเคมีที่ช่วยคงสภาพดอกกุหลาบสีแดงให้อบแห้งแล้วมีคุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 การจำแนกกุหลาบ

กุหลาบ "rose" มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Rosa* spp. อยู่ในตระกูล Rosaceae มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย จัดเป็นไม้ดอกประเภทไม้พุ่มผลัดใบ มีลักษณะของลำต้นตรงและเลื้อย ส่วนของลำต้น กิ่งก้านมีหนามแหลมคม มีใบย่อย 3-5 ใบ ใบมีสีเขียวเข้มเป็นมันและมีรอยย่นเล็กน้อย ดอกที่ออกมีทั้งดอกเดี่ยวและเป็นช่อ มีกลีบใหญ่ ขอบเรียบกลมมีอย่างน้อย 5 กลีบ กลีบดอกมีทั้งแบบชั้นเดียวและซ้อนกัน เป็นดอกสมบูรณ์เพศจะมีดอกแต่ละดอกมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน และภายในมีเมล็ดหลายเมล็ด (จุฑามาศ อ่อนวิมล. 2530)

กุหลาบสามารถจำแนกได้หลายประเภท เช่น จำแนกตามลักษณะการเจริญเติบโต ขนาดดอก ลักษณะของดอก สีดอก ความสูงของต้น และจำแนกตามประโยชน์ใช้สอย เป็นต้น (สมเพียร เกษมทรัพย์. 2532) การจำแนกตามลักษณะการเจริญเติบโตและความสูงของต้นเป็นที่นิยมมากที่สุด ซึ่งจำแนกออกเป็น 6 ประเภท คือ กุหลาบหนู (miniature), กุหลาบฟลอริบันด้า (floribunda), กุหลาบไฮบริดที (hybrid teas), กุหลาบแกรนดิฟลอร่า (grandiflora), กุหลาบพุ่ม (shrub roses), กุหลาบต้น (tree roses) เนื่องจากกุหลาบมีความหลากหลายของสีดอกทำให้จำแนกกุหลาบตามลักษณะสีดอกดังนี้

2.1.1 กลีบดอกสีเดียว (single colour) ด้านหน้าและด้านหลังของดอก และทุก ๆ กลีบมีสีเหมือนกัน เช่น พันธุ์ Christian Dior

2.1.2 กุหลาบสองสี (bi-colour) มีสีของกลีบดอก 2 สี คือ กลีบด้านในสีหนึ่ง ด้านนอกอีกสีหนึ่ง เช่น พันธุ์ Forty Niner

2.1.3 กุหลาบหลายสี (multi-colour) คือสีของกลีบดอกเปลี่ยนสีไปเรื่อย ๆ ทำให้ในดอกนั้นมีสีหลายสีปนกัน ส่วนมากจะเป็นกุหลาบพวง เช่น พันธุ์ Sambra หรือ Charleston

2.1.4 กุหลาบสีเหลือบ (blend-colour) กลีบดอกด้านในมีสีมากกว่า 2 สีขึ้นไป เช่น พันธุ์ Monte Carlo

2.1.5 กุหลาบลาย (striped) กลีบดอกแต่ละกลีบมีสีมากกว่า 2 สีขึ้นไป โดยมีหนึ่งสีเป็นเส้นหรือแถบที่เห็นเด่นชัด ส่วนมากเกิดจากการกลายพันธุ์ เช่น พันธุ์ Candy Stripe

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การทำแห้งดอกไม้

การทำแห้ง (drying) คือ กระบวนการลดความชื้น ซึ่งส่วนใหญ่ใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่ชื้น การทำแห้งผลิตผลทางการเกษตรเป็นงานทางด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่มีความสำคัญต่อการรักษาคุณภาพลดความสูญเสีย และยืดเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540) วิธีการทำแห้งนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน สำหรับการทำดอกไม้แห้งขึ้นอยู่กับชนิดของดอกไม้และการนำมาใช้ประโยชน์ ดอกกุหลาบทำแห้งโดยใช้วิธี air–drying, moisture transfer, freeze-drying และ coating (Whitelaw. 2003) ในระดับอุตสาหกรรมมีการนำตู้อบไมโครเวฟมาใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหารเพื่อควบคุมสีของผลิตภัณฑ์ ให้ถูกใจผู้บริโภคและเป็นวิธีที่ช่วยพัฒนาวิธีการทำแห้งแบบเก่าเพราะช่วยย่นระยะเวลา ค่าใช้จ่ายและประหยัดเนื้อที่ และพบว่าการใช้ไมโครเวฟเข้าช่วยนี้เป็นผลดีกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้งหลายชนิด ประโยชน์ของการอบแห้งคือเก็บรักษาไว้ได้นาน ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540) ดังนั้นการทำดอกไม้แห้งเป็นการค้านิยมอบดอกไม้สดให้แห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟ ซึ่งทำให้ดอกไม้แห้งในเวลาไม่กี่นาทีและคุณภาพดอกดีมาก สีสดใส Griner (1995) ได้ชี้แนวทางบอกระยะเวลาในการอบแห้งดอกไม้ชนิดต่าง ๆ ไว้ตามตารางที่ 2.1 นอกจากนี้ยังแนะนำอีกว่า ระหว่างการอบดอกไม้ด้วยไมโครเวฟนั้นควรมีภาชนะบรรจุน้ำไว้ในตู้อบด้วยจะช่วยกระจายความชื้นให้กับดอกไม้ และช่วยให้ดอกไม้หลังการอบมีคุณภาพดีขึ้น ส่วน Smith (1993) รายงานว่าการทำแห้งดอกไม้ด้วยตู้อบไมโครเวฟ ระยะเวลาในการอบขึ้นอยู่กับชนิดของดอกไม้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2.1 ระยะเวลาในการอบแห้งดอกไม้ชนิดต่าง ๆ ของ Griner (1995)

ชนิดของดอกไม้	จำนวนดอก	กำลังไฟฟ้า	ระยะเวลาในการอบ (นาที)
คาร์เนชัน	2	สูง	3 ถึง 3.30
เดซี	2	สูง	1 ถึง 2
เบญจมาศ	2	สูง	3 ถึง 4
กุหลาบ	1	สูง	2.30 ถึง 3
ดาวเรือง	1	สูง	3 ถึง 4
คาเมลเลีย	1	สูง	3 ถึง 4

ที่มา : Griner. 1995.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ระยะเวลาในการอบแห้งดอกไม้ชนิดต่าง ๆ ของ Smith (1993)

ชนิดของดอกไม้	ระยะเวลาในการอบ (นาที)
คาร์เนชั่น	2.30 ถึง 3
แดฟโฟดิล	1.30 ถึง 2
ผีเสื้อ	1.3
กุหลาบ	1.3
ทานตะวัน	1.45
ไวโอเล็ต	1.30 ถึง 2
บานชื่น	2 ถึง 2.30

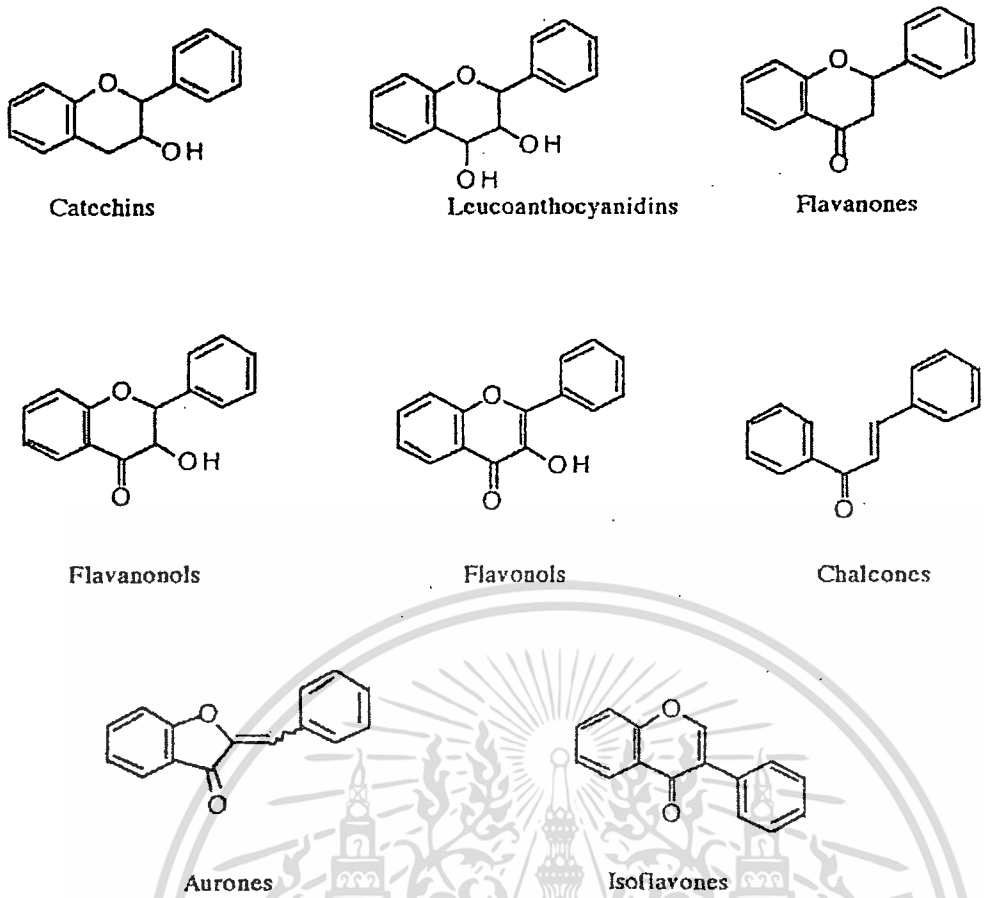
ที่มา : Smith.1993.

กุลยา จันทร์อรุณ (2533) รายงานว่า ผลของการทำแห้งจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเปลี่ยนไป สีของอาหารจะเปลี่ยนไป โดยเฉพาะแคโรทีนอยด์ (carotenoid) และแอนโธไซยานิน (anthocyanin) จะซีดจางลงถ้าใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานาน

2.3 รงควัตถุของพืชสวน

รงควัตถุ (pigment) ของผลิตภัณฑ์พืชสวนประกอบด้วย 3 กลุ่ม (Arthey. 1975 ; Kaufman *et.al.* 1999 ; Julien. 2000) กลุ่มที่ 1 คือ คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) มีสีเขียว, กลุ่มที่ 2 คือ แคโรทีนอยด์ (carotenoid) จะเป็นสีเหลืองถึงส้ม รงควัตถุสีเหลืองของแคโรทีนอยด์ ทั้ง carotene และ xanthophylls จะปรากฏใน chloroplast โดยเป็นรงควัตถุเสริมให้กับคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ในผลไม้นั้นซับซ้อนมาก ในผลไม้บางชนิดแม้อยู่ใน genus เดียวกัน แตกต่าง species กัน รงควัตถุก็จะแปรเปลี่ยนต่างกันมาก และกลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) แบ่งออกตามโครงสร้างดังภาพที่ 2.1 และในแต่ละกลุ่มยังแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้อีก ที่สำคัญคือ แอนโธไซยานิน (สีน้ำเงิน, ม่วง และแดง) และฟลาโวนอล (flavonol) (สีเหลืองหรือสีงา)

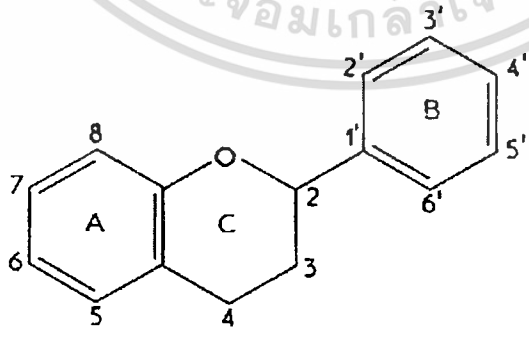
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของฟลาโวนอยด์กลุ่มต่าง ๆ

ที่มา : Kaufman *et.al.* 1999.

ฟลาโวนอยด์เป็นกลุ่มของสารที่มีคาร์บอน 15 ตัว โครงสร้างหลักของฟลาโวนอยด์ คือ flavan nucleus ซึ่งประกอบด้วยวง aromatic 2 วง ที่เชื่อมกันด้วยหน่วยของคาร์บอน 3 อะตอม (C_6-C_3-C_6) ดังภาพที่ 2.2 (Gross. 1987)

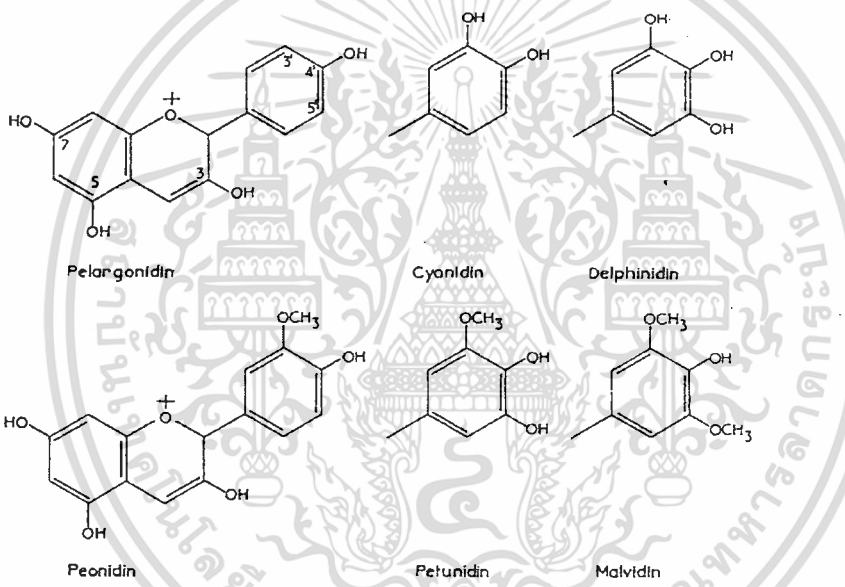


ภาพที่ 2.2 โครงสร้างหลักของสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์

ที่มา : Gross. 1987.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอนโธไซยานินเป็นรงควัตถุที่สำคัญมากในดอกไม้ พบอยู่ใน cell sap ของพืช มีสีตั้งแต่สีชมพู (pink), สีแดงเข้ม (scarlet), สีแดง (red), สีม่วงอ่อน (mauve), สีม่วง (violet) และสีน้ำเงิน (blue) นอกจากนี้ยังพบในใบสีแดง ผลไม้สุก (Lea and Leegood. 1999) ผัก และผลิตภัณฑ์อาหาร โมเลกุลของแอนโธไซยานินเป็น glycoside ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นน้ำตาล (Harborne. 1998) และส่วนที่เป็น aglycone (Goodwin and Mercer. 1983) เรียกว่า anthocyanidin ซึ่งมีโครงสร้างพื้นฐานในโมเลกุลประกอบด้วยวงแหวน benzopyran 2 วงต่อกับวงแหวน phenyl ring ซึ่งเป็นอนุพันธ์พวก polyhydroxy และ polymethoxy ของ 2-phenylbenzopyrylium ที่เรียกว่า flavylium salts ซึ่ง anthocyanidins ที่พบบ่อยมี 6 ชนิด คือ pelargonidin, cyanidin, delphinidin, peonidin, petunidin และ malvidin ดังภาพที่ 2.3 (Gross. 1987) โดย Harbertson and Adams (2004) เรียก anthocyanidins เหล่านี้ว่า monomeric anthocyanin



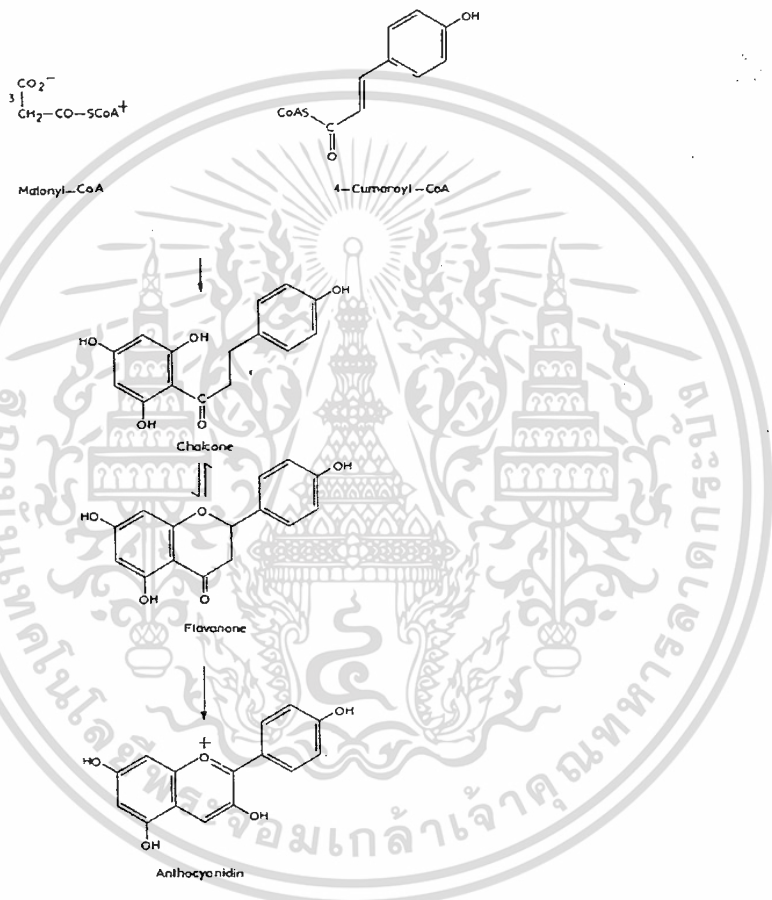
ภาพที่ 2.3 โครงสร้าง anthocyanidins ที่พบบ่อยในธรรมชาติ

ที่มา : Gross. 1987.

ซึ่งการแบ่งชนิดของ anthocyanidins จะพิจารณาจากตำแหน่งและจำนวนหมู่ไฮดรอกซีและหมู่เมทอกซีในโมเลกุล โมเลกุลของน้ำตาลมักจะเกาะอยู่กับหมู่ไฮดรอกซิลในโมเลกุลของ anthocyanidin ตำแหน่งที่ 3 ถ้าเป็นไดไกลโคไซด์จะเกาะที่ตำแหน่ง 3 และ 5 หรือ 3 และ 7 ของหมู่ไฮดรอกซิล โมเลกุลของน้ำตาลอาจเป็น monosaccharide ได้แก่ glucose, rhamnose, galactose, xylose และ arabinose หรือ พวก disaccharide หรือ trisaccharide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสังเคราะห์แอนโธไซยานินมีเอนไซม์เป็นตัวกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของ phenylalanine เป็น cinnamic acid มีเอนไซม์ phenylalanine ammonia - lyase (PAL) เป็นตัวเร่งปฏิกริยา และมีการปลดปล่อยกลุ่ม amino ในรูปของ amino acid ทำให้เกิดเป็น cinnamic acid จากนั้นเอนไซม์ cinnamate–4– hydroxylase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ เป็น *p*–coumaric acid และเอนไซม์ 4–coumarate–CoA lyase เร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็น malonyl-CoA และ *p*–coumaroyl–CoA จากนั้นมีเอนไซม์ chalcone synthase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ chalcone ดังภาพที่ 2.4 (Gross. 1987)



ภาพที่ 2.4 การสังเคราะห์แอนโธไซยานิน

ที่มา : Gross. 1987.

Kaufman *et.al.* (1999) ; Dennis *et.al.* (1997) ; Giusti *et.al.* (1999) รายงานว่า สีของดอกไม้อาจถูกควบคุมโดยชนิดของ anthocyanidins (pelargonidin, cyanidin หรือ delphinidin), ความเป็นกรด–ด่างของ cell sap, ความเข้มข้นของแอนโธไซยานิน, สัดส่วนของ co-pigment, metal chelation, การรวมตัวกับสารอื่น ๆ หรือรวมกับเม็ดสี เช่น ฟลาโวนอยด์กลุ่มอื่น ๆ (co-pigmentation)

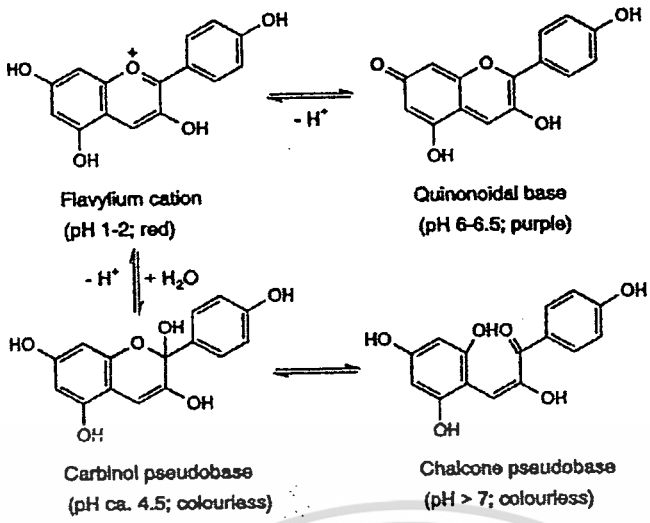
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือตำแหน่งของ glycosylation และ acylation เป็นต้น ปัจจัยดังกล่าวอาจทำให้เกิดความแตกต่างของสี ทำให้มีกุหลาบมากกว่า 1,000 พันธุ์ เช่น ในกุหลาบสีแดงพบ cyanidin 3,5 – diglucoside (Harborne. 1998) และ Goodwin and Mercer (1983) พบว่า กุหลาบสีม่วงมี cyanidin 3,5–diglucoside เช่นเดียวกัน ขณะที่ Lancaster and Lister (1997) รายงานว่า สีที่ปรากฏของผลไม้ และผักจะไม่มีความสัมพันธ์กับสารที่สกัดได้ เนื่องจากสีที่ปรากฏให้เห็นของผลิตผลพืชสวนเกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ ของผิวผลด้วย เช่น ไขที่เคลือบผิว ขนที่ผิวผล รูปร่าง ทิศทางการเรียงตัวของเซลล์ผิว และการสะท้อนแสงของผิวผล เป็นต้น

เนื่องจากแอนโธไซยานินมีความสามารถในการละลายน้ำได้ (water soluble) และยังมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงในช่วงที่มองเห็นได้ เช่น pelargonidin, cyanidin, delphinidin (ใน methanol ที่มีกรด HCl 0.01%) ดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 520, 535 และ 546 นาโนเมตร (Gross. 1987 ; Goodwin and Mercer.1983) โดย pelargonidin จะแสดงค่าสีส้ม, สีชมพู และสีแดงสด cyanidin จะแสดงค่าสีแดงเข้ม และ delphindin จะแสดงค่าสีม่วง, สีม่วงอ่อน และสีน้ำเงิน (Gross. 1987 ; Buchanan. 2000) ซึ่ง anthocyanidin 3 ชนิดดังกล่าวพบในสตรอเบอรี, ผิวของแอปเปิลและผิวองุ่นตามลำดับ (Goodwin and Mercer.1972) แอนโธไซยานินจะไม่คงสภาพเมื่อได้รับความร้อน (Bakowska *et.al.* 2002) หรือสลายตัวได้ง่ายเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น แสง อุณหภูมิและความชื้น (วีรยา ศรีเจริญ. 2544 ; มณฑิรา บุญวาที. 2547 และฐิติพงษ์ เพ็งแพง. 2546) ส่วน Morais *et.al.* (2002) พบว่า แสง, ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้โมโนเมอริคแอนโธไซยานินสลายตัว นอกจากนี้ Dey and Harborne (1997) รายงานว่า โครงสร้างของแอนโธไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตาม pH ของสารละลาย ดังภาพที่ 2.5 ในสารละลายกรดจะมีสีแดงของ flavylium cations (oxonium ion) เมื่อ pH สูงขึ้นสีจะจางลงอยู่ในรูป colourless pseudobase ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ในสารละลายกรดแอนโธไซยานินจะมีความเสถียรภาพมากกว่าในสารละลายที่เป็นกลางหรือด่าง (Hutchings. 1994)

นอกจากนี้มีรายงานการนำสารเคมี PMS (potassium metabisulphite, $K_2S_2O_5$) มาใช้สำหรับการรักษาสีของผลิตผลแปรรูป เช่นผลไม้แห้งและเครื่องดื่มต่าง ๆ โดยมีคุณสมบัติเป็น anti-oxidant อยู่ในรูปผงหรือผลึกแข็ง ละลายได้ในน้ำ สำหรับการใช้เพื่อรักษาสีของไวน์ ใช้ 40-50 milligrams/litre จะช่วยป้องกันปฏิกิริยา oxidation ได้ (Balasubramaniam and Poole.1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของแอนโธไซยานินที่เปลี่ยนแปลงตาม pH ของสารละลาย (anthocyanidin ชนิด pelargonidin)

ที่มา : Dey and Harborne. 1997.

การสกัดแอนโธไซยานินจากพืชโดยนำพืชและส่วนต่าง ๆ ของพืชมาสับ ตัดหรือบด แล้วแช่ในเมทานอลที่มีกรดไฮโดรคลอริคประมาณ 0.1-1.0% สารสกัดที่ได้ต้องเก็บไว้ในที่มืดและเย็น (Harborne. 1998) เนื่องจากสารประกอบในพืชมีสารหลายชนิดปนกันอยู่ เพื่อให้ได้สารสำคัญที่บริสุทธิ์ จึงมีวิธีการแยกได้หลายวิธี เช่น column chromatography, thin-layer chromatography (TLC) และ high pressure liquid chromatography (HPLC) เป็นต้น

2.4 ลักษณะการใช้สารละลายเคมี

การใช้สารละลายเคมีเพื่อส่งเสริมคุณภาพของดอกไม้ (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2545) มี 4 ลักษณะ คือ

2.4.1 ใช้เพื่อให้ดอกไม้คืนสภาพความสด (conditioning) โดยทำให้ดอกไม้อิ่มตัวด้วยน้ำหลังจากขาดน้ำไประยะเวลาหนึ่ง เช่นในระหว่างการลำเลียงจากแหล่งปลูก การเก็บรักษา และการขนส่ง เป็นต้น น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำกลั่นผสมยาฆ่าเชื้อโรค โดยไม่ต้องใส่น้ำตาลผสมลงไป

2.4.2 ใช้เป็นระยะเวลาเวลาสั้น ๆ ก่อนการขนส่งหรือเก็บรักษา (pulsing) เป็นวิธีการแช่ก้านดอกในสารละลายเคมีเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนการเก็บรักษา ก่อนการขนส่ง และก่อนการใช้ประโยชน์ ซึ่งใช้น้ำตาลซูโครสที่มีความเข้มข้นสูงกว่าน้ำตาลของสารละลายที่ใช้ในการปักแจกัน เช่นดอกกล้วยไม้หวายปอมปาดัวร์ (*Dendrobium* Pompadour) ใช้น้ำตาลซูโครส 10% (Suisuwan. 1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ใช้เพื่อให้ดอกบาน (bud-opening) ลักษณะการใช้สารละลายเคมีจะคล้ายคลึงกับการ pulsing แต่ระยะเวลาอาจจะนานกว่า คือจะแช่ก้านดอกในสารละลายจนกว่าดอกจะบาน จุดประสงค์เพื่อให้ดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวในระยะดอกตูมบานอย่างมีคุณภาพ ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ใช้จะสูงกว่าสารละลายที่ใช้ปักแจกัน แต่จะต่ำกว่าสารละลายที่ใช้ pulsing เช่น จุฑามาศ พัฒนากุล (2536) ใช้ความเข้มข้นของซูโครส 6% เพื่อเร่งการบานของดอกตูมคาร์เนชั่น

2.4.4 ใช้สำหรับปักแจกัน (holding) จุดประสงค์ในการใช้เพื่อให้มีอายุการใช้ประโยชน์นานขึ้น ลักษณะสารละลายเคมีจะคล้ายคลึงกับการ pulsing และ bud–opening แต่ความเข้มข้นเจือจางกว่า ความเข้มข้นของน้ำตาลอยู่ในช่วง 0.5–4%

2.5 สารออกฤทธิ์ที่ใช้ผสมในสารละลายเคมี

สารออกฤทธิ์ที่ใช้ผสมในสารละลายเคมีที่ช่วยส่งเสริมคุณภาพของดอกไม้ประกอบด้วยสารหลักดังนี้คือ

2.5.1 น้ำ สำหรับไม้ตัดดอกนิยมใช้น้ำกลั่นและน้ำกรองเพื่อช่วยละลายสารเคมี ทั้งนี้น้ำที่มีค่า pH 3-4 มีความเหมาะสมมากกว่าน้ำที่มี pH สูง เนื่องจากน้ำที่มี pH ต่ำจะช่วยลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และดอกไม้ดูดน้ำได้ดีขึ้น (Nowak and Rudnicki. 1990)

2.5.2 น้ำตาล น้ำตาลที่ใช้มากที่สุดคือน้ำตาลซูโครส เป็นแหล่งของพลังงานให้กับดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว ช่วยให้โครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์โดยเฉพาะ mitochondria สามารถคงสภาพอยู่ได้ ช่วยปรับปรุงความสมดุลของน้ำ เพิ่มการดูดน้ำ (Nowak and Rudnicki. 1990) แต่น้ำตาลจะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ท่อน้ำของก้านดอกอุดตัน ดังนั้นจึงต้องผสมสารฆ่าเชื้อลงไปด้วย

2.5.3 สารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ สารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) เป็นสารที่ช่วยควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำ เป็นสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ลดการอุดตันของท่อน้ำ และมีรายงานว่า การทดลองแช่ช่อดอกกล้วยไม้ลูกผสมสกุลหวายโจแดงในสารละลายเคมีก่อนการอบแห้งด้วยเตาอบไมโครเวฟ ปรากฏว่า สารละลาย HQS 200 ppm + sucrose 2% + citric acid 150 ppm มีผลทำให้ดอกไม้ที่อบแห้งแล้วรักษาสีไว้ได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ (อรรวี ไพถาวร. 2546)

2.5.4 กรดอินทรีย์ กรดอินทรีย์ที่ใช้กับดอกไม้ ได้แก่ citric acid ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำช่วยให้ก้านดอกดูดน้ำได้ดี และช่วยรักษาสภาพความเป็นกรดภายในเซลล์ (Nowak and Rudnicki. 1990) ส่วนพิมพ์ปฏิภา ทองเขียว และวิฑูรย์ บุตรศิริ. (2545) รายงานว่า น้ำกลั่นที่ปรับ pH 4.0 ด้วย citric acid จะให้ดอกกล้วยไม้แห้งที่มีคุณภาพดี กรดอินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง คือ ascorbic acid ($C_6H_{12}O_6$) กรดแอสคอร์บิกหรือวิตามินซี เป็นวิตามินที่ละลายได้ในน้ำ ช่วยยืดอายุของดอกกุหลาบ เป็นสารต้านทานการออกซิเดชั่น และชะลอการเปลี่ยนสี นอกจากนี้แล้วอาจทำหน้าที่เป็นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หยุดปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ (free radical chain terminator) ตัวจับออกซิเจน (oxygen scavenger) หรือเป็น chelator ของโลหะ และบางภาวะวิตามินซีอาจเป็นตัวเร่ง (promotor) ของปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545)

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มนัสชัย คงเจริญ (2546) ทดลองแช่กุหลาบตัดดอกสีชมพูส้มอ่อน พันธุ์ Sarfiea และกุหลาบตัดดอกสีชมพูอ่อนพันธุ์ Persiea ในสารละลาย citric acid 150 ppm + sucrose 8%, ascorbic acid 150 ppm + sucrose 8% และ potassium metabisulphite (PMS) 50 ppm + sucrose 8% เปรียบเทียบกับ control (น้ำกรอง) เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนการอบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลา 70 วินาที พบว่า การแช่กุหลาบพันธุ์ Sarfiea และพันธุ์ Persiea ในสารละลาย PMS รักษาคุณภาพสีได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ

ราตรี แก้วคำ (2546) ศึกษาการแช่กุหลาบพันธุ์ Persiea ในสารละลายต่าง ๆ ได้แก่ citric acid 150 ppm + sucrose 8%, ascorbic acid 150 ppm + sucrose 8%, PMS 50 ppm + sucrose 8% และปรับ pH เท่ากับ 4 ด้วย citric acid เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนการทำแห้งเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (น้ำกรอง) ซึ่งสารละลาย PMS 50 ppm + sucrose 8% แล้วปรับ pH เท่ากับ 4 ด้วย citric acid รักษาสีของดอกไว้ได้ดีที่สุด แต่เมื่อเก็บรักษา 7 สัปดาห์ สีจะซีดเหมือนกับวิธีการอื่น ๆ

ชิตพล เต็งเก้าประเสริฐ (2546) ศึกษาการแช่ก้านดอกในสารละลายเคมี citric acid 150 ppm + sucrose 8%, ascorbic acid 150 ppm + sucrose 8%, PMS 50 ppm + sucrose 8% และปรับ pH เท่ากับ 4 ด้วย citric acid เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนการทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลา 70 วินาที เปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (น้ำกรอง) ซึ่งวิธีการควบคุม (น้ำกรอง) ให้สีกลีบดอกสม่ำเสมอ ในขณะที่วิธีการอื่น ๆ มีสีกลีบดอกที่ไม่สม่ำเสมอ โดยสีที่ปลายของกลีบดอกกับบริเวณโคนดอกมีความแตกต่างกัน

กิตติพงศ์ พรมตัน (2546) ศึกษาวิธีการทำแห้งดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีชมพู พันธุ์ Grand Spot ที่เหมาะสมคือ การอบดอกกุหลาบด้วยการฝังดอกใน silica sand แล้วอบด้วยตู้อบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลา 70 วินาที และมีถ้วยบรรจุน้ำอยู่ด้วย ทำให้ได้ดอกที่มีคุณภาพดี กลีบดอกเรียบแห้งสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือและวิธีการ

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1.1 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีแดง พันธุ์ Saphir

3.1.1.2 สารเคมี ได้แก่ HQS, citric acid, sucrose, HCl, Potassium chloride buffer, Sodium acetate buffer, Ascorbic acid, PMS (Potassium metabisulphite)

3.1.1.3 อุปกรณ์สำหรับเตรียมสารละลายเคมี ได้แก่ บีกเกอร์ทนไฟ, กรวยแก้ว, flask กลม, แท่งแก้วคนสารละลาย, Wet and Dry Thermometer, เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้าแบบละเอียด, เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง

3.1.1.4 อุปกรณ์สำหรับอบดอกไม้ ได้แก่ silica gel, silica sand, ภาชนะพลาสติกสำหรับอบดอกไม้, กล่องสำหรับป้องกันฝุ่น, แว่นตากันฝุ่น, พู่กันหรือแปรงขนอ่อน, สเปรย์ฉีดผม

3.1.1.5 อุปกรณ์สำหรับเก็บรักษาดอกไม้แห้ง ได้แก่ ถาดพลาสติก, ตะแกรง, กล่องพลาสติกมีฝาปิดสนิท

3.1.1.6 อุปกรณ์สำหรับการบันทึกผล ได้แก่ เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า, Wet and Dry Thermometer, แผ่นเทียบสี (Royal Horticultural Society Colour Chart : R.H.S. Colour Chart), กระดาษบันทึกข้อมูลและพิมพ์ภาพสี, กล้องถ่ายภาพ, ฉากสำหรับถ่ายภาพ, spectrophotometer รุ่น Genesis II, เครื่อง Rotary Varpolation (Buchi R-205), เครื่องปั่นแยกสารละลาย (Centrifuge DSC156)

3.2 สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอกไม้ตัดใบ ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2548–กันยายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการดำเนินงาน

3.4.1 เลือกพันธุ์กุหลาบในโซนสีแดงมา 1 พันธุ์ ทำการติดต่อร้านค้าที่มีดอกกุหลาบในโซนสีแดงซึ่งมีปริมาณมากพอที่จะคัดคุณภาพสม่ำเสมอสำหรับทำการทดลองได้ ซึ่งได้พันธุ์ Saphir มาทำการทดลองในครั้งนี้

3.4.2 การเตรียมสารละลายเคมีต่าง ๆ ได้แก่

3.4.2.1 เตรียมสารละลาย HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm

3.4.2.2 เตรียมสารละลาย citric acid ให้มี pH 4.0

3.4.2.3 เตรียมสารละลาย ascorbic acid ให้มี pH 4.0

3.4.2.4 เตรียมสารละลาย PMS 50 ppm

3.4.2.5 เตรียมสารละลาย HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm + PMS 50 ppm

ทำการทดลองโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 การทดลองหาวิธีการอบที่เหมาะสมด้วยตู้อบไมโครเวฟสำหรับการอบดอกกุหลาบ โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบเบื้องต้นถึงกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม ระยะเวลาการอบที่เหมาะสม และเทคนิคการใช้น้ำและไม่ใช้น้ำในระหว่างการอบเพื่อหาวิธีการที่มีแนวโน้มว่าได้ผลดีไปใช้ในขั้นตอนที่ 2 โดยทดสอบกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการอบดังนี้

อบดอกกุหลาบที่กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1, 2, 3 และ 4 นาที

อบดอกกุหลาบที่กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1, 2, 3 และ 4 นาที

อบดอกกุหลาบที่กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1, 2, 3 และ 4 นาที

อบดอกกุหลาบที่กำลังไฟฟ้า 700 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1, 2, 3 และ 4 นาที

อบดอกกุหลาบที่กำลังไฟฟ้า 900 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1, 2, 3 และ 4 นาที

ขั้นตอนที่ 2 นำผลมาทดสอบในเรื่องกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการอบดอกกุหลาบสีแดงที่มีแนวโน้มมีคุณภาพดีมา 3 วิธีการคือ การอบดอกกุหลาบที่กำลังไฟฟ้า 350, 450 และ 550 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบ เพื่อเปรียบเทียบกับการทำดอกกุหลาบแห้งของผู้ประกอบการดังนี้

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) มี 4 วิธีการ ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการที่ 1 วิธีการควบคุม (control) แช่ก้านดอกกุหลาบในน้ำสะอาดจนดอกแย้มออกมีเส้นผ่าศูนย์กลางดอกประมาณ 3 ซม. จึงนำดอกกุหลาบไปฝังใน silica sand ภายในกล่องพลาสติกที่มีขนาดใหญ่พอที่จะรองรับดอกกุหลาบได้ 3 ดอก ปิดฝากล่องให้สนิท (เป็นวิธีทางการค้า)

วิธีการที่ 2 ปฏิบัติเหมือนวิธีการควบคุม แล้วนำกล่องบรรจุดอกไม้เข้าอบตามวิธีการที่ได้ผลดีดังนี้

กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์, ระยะเวลาอบ 1 นาที, ใช้น้ำระหว่างการอบ

กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์, ระยะเวลาอบ 1 นาที, ใช้น้ำระหว่างการอบ

กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์, ระยะเวลาอบ 1 นาที, ใช้น้ำระหว่างการอบ

ทุกวิธีการอบเสร็จแล้วปล่อยให้ดอกไม้อยู่ใน silica sand ต่อไปอีก 2 วัน เมื่อดอกไม้แห้งแล้ว จึงนำดอกไม้ออกจาก silica sand ทำการฉีดพ่นด้วยสเปรย์ฉีดผมแล้วเก็บรักษาไว้ในกล่องกระดาษลูกฟูกที่มีสารดูดความชื้นเพื่อบันทึกผลต่อไป

การทดลองที่ 2 การนำสารเคมีต่าง ๆ ที่ช่วยคงสภาพของแอนโธไซยานินมาทดลองใช้กับดอกกุหลาบสีแดงพันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง

โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) มี 9 วิธีการ ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

วิธีการที่ 1 วิธีการควบคุม (control ซึ่งเป็นวิธีการทางการค้าในปัจจุบัน)

วิธีการที่ 2 แช่ก้านดอกในน้ำกลั่นแล้วอบด้วยตู้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1 นาที

วิธีการที่ 3 แช่ก้านดอกในสารละลาย citric acid ที่มี pH 4.0

วิธีการที่ 4 แช่ก้านดอกในสารละลาย HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm

วิธีการที่ 5 แช่ก้านดอกในสารละลาย ascorbic acid ที่มี pH 4.0

วิธีการที่ 6 แช่ก้านดอกในสารละลาย PMS 50 ppm

วิธีการที่ 7 แช่ก้านดอกในสารละลาย HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm + PMS 50 ppm

หมายเหตุ วิธีการที่ 3-7 แช่ก้านดอกในสารละลายตามวิธีการจนดอกแย้มบานมีเส้นผ่าศูนย์กลางดอกประมาณ 3 ซม. จึงนำไปทำให้แห้งตามวิธีการที่ 2

วิธีการที่ 8 เหมือนวิธีการที่ 2 แต่ก่อนการทำแห้งพ่นกลีบดอกด้วยสารละลาย PMS 50 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วิธีการที่ 9 เหมือนวิธีการที่ 2 แต่ก่อนการทำแห้งพ่นกลีบดอกด้วยสารละลาย PMS + wetting agent

3.5 การบันทึกผล

5.1 บันทึกสีของกลีบดอกก่อนอบแห้ง และหลังการอบแห้งด้วย R.H.S. Colour Chart จากนั้นนำค่าที่ได้ไปแปลค่าจากสมุดแปลค่าสี ซึ่งมีวิธีปฏิบัติดังนี้

5.1.1 นำดอกกุหลาบวางไว้ใต้แผ่นเทียบสีบริเวณที่เจาะรูไว้

5.1.2 หลังจากอ่านค่าจากแผ่นเทียบสีมาตรฐานแล้ว นำค่าที่ได้ไปแปลค่าจากสมุดแปลค่าสีในระบบ Y x y colour space อ่านค่าเป็น co-ordinates ของ x y และ z สำหรับค่า z หาได้จาก 1-x-y (Y = ความสว่าง x = แสงสีแดง y = แสงสีเขียว z = แสงสีน้ำเงิน)

(ช. ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ และพิมพิไล วัฒนจรุงรัตน์. 2546) นำค่าที่ได้เปลี่ยนเป็นระบบ L a b colour space

$L = 10\sqrt{Y}$ [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]

3.5.2 บันทึกน้ำหนักดอกก่อนการอบแห้ง หลังการอบแห้ง และในระหว่างการเก็บรักษาทุก 1 สัปดาห์

3.5.3 บันทึกปริมาณของแอนโธไซยานินด้วย spectrophotometer โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณ monomeric anthocyanin ทั้งหมดโดยวิธี pH-differential ตามวิธีการของ Giusti and Wrolstad (2000) ดังนี้

นำดอกกุหลาบก่อนอบแห้ง, หลังอบแห้งและหลังเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ของแต่ละวิธีการมาเด็ดกลีบดอกออก และปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า แล้วนำมาชั่งน้ำหนักจำนวน 10 กรัม เพื่อหาปริมาณของ monomeric anthocyanin โดยวิธี pH-differential ซึ่งแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การสกัดแอนโธไซยานินด้วย methanol

1. ตัวอย่างในสภาพผงแห้ง เติม methanol (0.01% HCl methanol) เป็นจำนวน 2 เท่า โดยปริมาตร ตั้งทิ้งไว้นานหนึ่งชั่วโมง

2. กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1

3. นำกากกลับมาสกัดอีกประมาณ 3 ครั้ง จนสารสกัดมีสีจาง นำสารละลายที่สกัดได้มารวมกัน ทิ้งกากตัวอย่างไป

64382

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เทสารละลายที่สกัดได้ใส่ใน boiling flask ระเหย methanol ใน rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 °C ภายใต้สูญญากาศ

5. นำสารสกัดมาปรับปริมาตรให้เป็น 10 ml ด้วยการเติม methanol

ขั้นตอนที่ 2 การหาปริมาณ monomeric anthocyanin ในสารสกัดจากตอนที่ 1

โดยเตรียมสารละลายตัวอย่าง 2 ชุดดังนี้

ชุดที่ 1 0.025 M potassium chloride buffer, pH 1.0 และ

ชุดที่ 2 0.4 M sodium acetate buffer, pH 4.5

วิธีการ

1. เปิดเครื่อง spectrophotometer นานอย่างน้อย 30 นาที ก่อนการใช้งาน

2 เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยโปแตสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ pH 1.0 (ให้มีค่า DF ต่าง ๆ เพื่อนำไปวัดค่า absorbance ณ maximum wavelength)

3 นำสารละลายตัวอย่างมา centrifuge เพื่อปั่นแยกตะกอน

4 จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างที่มีค่า DF ต่าง ๆ มาวัดค่า absorbance จนค่า absorbance ณ maximum wavelength อยู่ในช่วงเส้นตรงของ spectrophotometer

5 เมื่อได้ค่า DF ที่มีค่า absorbance ณ maximum wavelength อยู่ในช่วงเส้นตรงของ spectrophotometer แล้ววัดการดูดกลืนแสงของแต่ละ dilution ที่ $\lambda_{vis\text{-}max}$ และ 700 nm.

6. นำสารละลายชุดที่ 2 มาเจือจางกับตัวอย่างแล้วปั่นแยกตะกอน จากนั้นวัดการดูดซับแสงเช่นเดียวกับข้อ 5

7. คำนวณ absorbance ของ diluted sample ดังนี้

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

8. คำนวณความเข้มข้นของ monomeric anthocyanin ในตัวอย่างเริ่มต้น

ปริมาณ monomeric anthocyanin pigment (mg/liter) = $(A \times MW \times DF \times 1000)/(\varepsilon \times 1)$

MW = น้ำหนักโมเลกุล 449.2 (cyanidin-3-glucoside)

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

ε = molar absorptivity (26,900)

3.5.4 บันทึกคุณภาพอื่น ๆ เช่น ความสม่ำเสมอของสี ความเรียบของกลีบดอก รูปทรงของดอก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

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 การทดลองหาวิธีการอบที่เหมาะสมด้วยตู้อบไมโครเวฟสำหรับการอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ซึ่งแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบเบื้องต้นถึงกำลังไฟฟ้า 350-900 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1-4 นาที และเทคนิคการใช้น้ำและไม่ใช้น้ำระหว่างการอบ ผลปรากฏว่า

การอบแห้งดอกกุหลาบที่กำลังไฟฟ้า 350, 450, 550 วัตต์ ระยะเวลาในการอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบมีแนวโน้มคุณภาพของดอกดีกว่าวิธีการอื่น ๆ คือ สีกลีบดอกเข้ม กลีบเรียบสม่ำเสมอ รูปทรงดอกสวย (ภาพที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ) ดังนั้นจึงนำวิธีการทั้ง 3 ดังกล่าวไปใช้ในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ภาพที่ 4.1 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า ระยะเวลาอบ 1 นาที มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.2 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า ระยะเวลาอบ 1 นาที มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

ภาพที่ 4.3 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาทีและใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า ระยะเวลาอบ 1 นาที มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

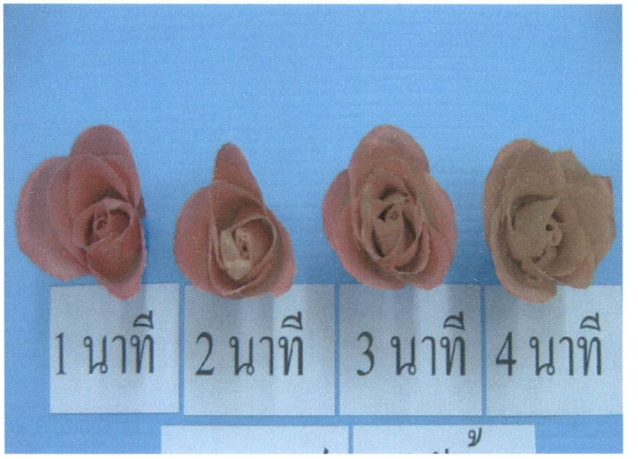
การอบแห้งดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ที่กำลังไฟฟ้า 700 และ 900 วัตต์ ระยะเวลาในการอบ 1-4 นาทีของการทดสอบเบื้องต้น และใช้น้ำระหว่างการอบ ปรากฏว่า สีซีดจางลง สีกลีบดอกไม่สม่ำเสมอ (ภาพที่ 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ) จึงไม่เหมาะสมสำหรับการทำแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.6 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า มีคุณภาพไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

ภาพที่ 4.7 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า มีคุณภาพไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า มีคุณภาพไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

ภาพที่ 4.9 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 700 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า มีคุณภาพไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.10 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 900 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า มีคุณภาพไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองอบแห้งดอกกุหลาบด้วยตู้อบไมโครเวฟ โดยนำผลจากการทดสอบเบื้องต้นในขั้นตอนที่ 1 มาทดลองด้วยวิธีการทางสถิติผลปรากฏว่า

4.1.1 น้ำหนักดอกก่อนการอบแห้ง

จากการบันทึกข้อมูลน้ำหนักดอกก่อนการอบแห้ง ผลปรากฏว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1, ตารางภาคผนวกที่ 1)

4.1.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบแห้ง

จากการหาค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบแห้ง ปรากฏว่า วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงมากที่สุด คือ 83.83% (ตารางที่ 4.1) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 2) กับวิธีการที่ 3 และวิธีการที่ 4 (450 วัตต์ และ 550 วัตต์ ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 2 (350 วัตต์) ซึ่งวิธีการที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงน้อยที่สุดคือ 80.81%

4.1.3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษา 1–4 สัปดาห์

4.1.3.1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 1 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงมากที่สุด คือ 84.86% (ตารางที่ 4.1) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 3) กับวิธีการอื่น ๆ

4.1.3.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 2 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงมากที่สุด คือ 84.21% (ตารางที่ 4.1) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 4) กับวิธีการอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักดอกก่อนการอบ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบ ระหว่างการเก็บรักษา 1–4 สัปดาห์ และคะแนนคุณภาพดอกหลังการอบของดอกกุหลาบ *(Rosa hybrida)* พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

วิธีการ[1/]	น้ำหนักดอกก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดอกที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษา					คุณภาพดอกหลังอบแห้ง (คะแนน)[2/]
		หลังอบ (%)	1 สัปดาห์ (%)	2 สัปดาห์ (%)	3 สัปดาห์ (%)	4 สัปดาห์ (%)	
T1	3.68	83.83a[3/]	84.86	84.21	83.18	83.99	3.99[3/]
T2	3.58	82.52ab	82.85	82.85	81.90	82.74	3.44
T3	3.79	80.81b	81.83	81.77	81.76	81.64	3.33
T4	3.55	82.00b	82.94	82.89	82.45	83.26	2.55
F-test	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	9.71	1.12	1.43	1.42	1.49	1.27	24.84

1/ = T1 = วิธีการควบคุม ฝังใน silica sand, T2 = กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์, T3 = กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ และ T4 = กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ (T2–T4 ใช้ระยะเวลาการอบ1 นาที)

2/ = คะแนนคุณภาพดอก ได้แก่ ความสม่ำเสมอของสีดอก ความเรียบของกลีบดอก และรูปทรงของดอก ซึ่งมีค่าคะแนนดังนี้ 5 คะแนน = กลีบดอกเรียบ ขอบกลีบเรียบ สีดอกเข้ม, 4 คะแนน = ขอบกลีบเรียบ สีจาง, 3 คะแนน = ขอบกลีบไม่เรียบ สีเข้ม, 2 คะแนน = กลีบดอกเรียบ และ 1 คะแนน = กลีบดอกไม่เรียบ สีจาง

3/ = ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.1.3.3 **เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์** ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงมากที่สุด คือ 83.18% (ตารางที่ 4.1) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 5) กับวิธีการอื่น ๆ

4.1.3.4 **เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์** ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงมากที่สุด คือ 83.99% (ตารางที่ 4.1) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 6) กับวิธีการอื่น ๆ

4.1.4 คะแนนคุณภาพของดอกหลังการอบแห้ง

จากการบันทึกคะแนนคุณภาพของดอกหลังการอบแห้ง ได้แก่ ความสม่ำเสมอของสีดอก ความเรียบของกลีบดอกและรูปทรงของดอก ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 ได้คะแนนคุณภาพดอกดีที่สุดเฉลี่ย 3.99 (ตารางที่ 4.1) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 7) กับทุกวิธีการ ส่วนวิธีการที่ 2 มีคุณภาพดอกรองลงมา (ภาพที่ 4.11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.11 การอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ที่กำลังไฟฟ้า 350 (T2), 450 (T3) และ 550 (T4) วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (T1) ของการทดลองที่ 1 ซึ่งวิธีการที่ 1 มีคุณภาพดอกดีที่สุด แต่ถ้าเปรียบเทียบเฉพาะดอกที่ผ่านการอบด้วยตู้อบไมโครเวฟ วิธีการที่ 2 ดีกว่าวิธีการที่ 3 และ 4

4.1.5 สีของกลีบดอก

4.1.5.1 สีของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง

- ค่าความสว่าง (L) ของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง จากการวัดค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกก่อนการอบแห้ง ผลปรากฏว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ตารางภาคผนวกที่ 8)

- ค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง จากการวัดค่าสีแดง a (+) ผลปรากฏว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2, ตารางภาคผนวกที่ 9)

4.1.5.2 สีของกลีบดอกหลังการอบแห้ง

- ค่าความสว่าง (L) ของกลีบดอกหลังการอบแห้ง จากการวัดค่าความสว่าง (L) ของกลีบดอกหลังการอบแห้ง ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีสีดอกเข้มมากที่สุด วัดค่าความสว่าง (L) ได้ 51.31 และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.2, ตารางภาคผนวกที่ 10) กับทุกวิธีการ ส่วนวิธีการที่ 2 สีดอกเข้มรองลงมาและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 3 และ 4

- ค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกหลังการอบแห้ง จากการวัดค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกหลังการอบแห้ง ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีสีดอกเข้มที่สุด วัดค่าสีแดง a (+) ได้ 3.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.2, ตารางภาคผนวกที่ 11) กับวิธีการที่ 3 และ 4 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 2

ตารางที่ 4.2 ค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง หลังอบแห้ง และระหว่างการเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

วิธีการ[1/]	สีของกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*)											
	ก่อนอบ		หลังอบ		1 สัปดาห์		2 สัปดาห์		3 สัปดาห์		4 สัปดาห์	
	ค่า L	ค่า a (+)	ค่า L[2/]	ค่า a (+)[3/]	ค่า L[2/]	ค่า a (+)[3/]	ค่า L[2/]	ค่า a (+)[3/]	ค่า L[2/]	ค่า a (+)[3/]	ค่า L[2/]	ค่า a (+)[3/]
T1	73.76	1.69	51.31c[4/]	3.99a[4/]	51.31c[4/]	3.99a[4/]	51.31c[4/]	3.99a[4/]	52.46b[4/]	3.69a[4/]	52.46b[4/]	3.69a[4/]
T2	72.71	1.88	59.30b	3.27ab	59.30b	3.27ab	59.30b	3.27ab	64.66a	2.71b	64.66a	2.71b
T3	72.71	1.88	67.03a	2.67b	67.03a	2.67b	67.03a	2.67b	70.48a	2.27b	70.48a	2.27b
T4	72.16	2.02	66.75a	2.72b	66.75a	2.72b	66.75a	2.72b	70.48a	2.27b	70.48a	2.27b
F-test	ns	ns	**	*	**	*	**	*	**	**	**	**
%CV	1.42	11.99	2.90	16.36	2.90	16.36	2.90	16.36	6.09	11.32	6.09	11.32

[1/] = T1 = วิธีการควบคุม ฝังใน silica sand, T2 = กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์, T3 = กำลังไฟฟ้า 450วัตต์ และ T4 = กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ (T2–T4 ใช้ระยะเวลาการอบ1 นาที)

[2/] = การวัดสีในระบบ L a b color space ค่า L คือ ค่าความสว่าง มีค่า 0 (สีดำ) – 100 (สีขาว)

[3/] = การวัดสีในระบบ L a b color space ค่า a (+) คือ ค่าสีในตำแหน่งที่อยู่บนแกน x ค่า a (+) = สีแดง, a (-) = สีเขียว

[4/] = ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.1.5.3 สีของกลีบดอกระหว่างการเก็บรักษา 1–4 สัปดาห์

4.1.5.3.1 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 1 สัปดาห์

ทั้งค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกยังคงมีค่าเหมือนหลังการอบในทุกวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5.3.2 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 2 สัปดาห์

ทั้งค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกยังคงมีค่าเหมือนหลังการอบในทุกวิธีการ

4.1.5.3.3 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์

- **ค่าความสว่าง (L) ของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์** ผลปรากฏว่าวิธีการที่ 1 มีสีดอกเข้มมากที่สุด วัดค่าความสว่าง (L) ได้ 52.46 (ตารางที่ 4.2) และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 12) กับวิธีการอื่น ๆ ทุกวิธีการ อย่างไรก็ตาม ค่า L ของวิธีการที่ 2 ดีกว่าวิธีการที่ 3 และ 4 แม้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

- **ค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์** ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีสีดอกเข้มมากที่สุด วัดค่าสีแดง a (+) ได้ 3.69 (ตารางที่ 4.2) และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 13) กับวิธีการอื่น ๆ ทุกวิธีการ อย่างไรก็ตามค่า a (+) ของวิธีการที่ 2 ดีกว่าวิธีการที่ 3 และ 4 แม้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.1.5.3.4 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์

ทั้งค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกไม่เปลี่ยนแปลงจากสัปดาห์ที่ 3

4.2 การทดลองที่ 2 ผลของสารละลายเคมีบางชนิดที่มีต่อแอนโธไซยานินของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir

4.2.1 น้ำหนักดอกก่อนการอบแห้ง

จากการบันทึกข้อมูลน้ำหนักดอกก่อนการอบแห้ง ผลปรากฏว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3, ตารางภาคผนวกที่ 14)

4.2.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบแห้ง

จากการหาค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบแห้ง ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 9 (พ่นด้วย PMS 50 ppm + wetting agent) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 85.03% (ตารางที่ 4.3) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 15) กับวิธีการอื่น ๆ ทุกวิธีการ

4.2.3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษา 1–4 สัปดาห์

4.2.3.1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 1 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 6 (PMS 50 ppm) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 85.97% (ตารางที่ 4.3) และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 16) กับวิธีการอื่น ๆ ทุกวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 น้ำหนักดอกก่อนอบ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบ ระหว่างการเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ และคะแนนคุณภาพดอกหลังอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2

วิธีการ[1/]	น้ำหนักดอกก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดอกที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษา					คุณภาพดอกหลังอบแห้ง (คะแนน)[2/]
		หลังอบ (%)	1 สัปดาห์ (%)	2 สัปดาห์ (%)	3 สัปดาห์ (%)	4 สัปดาห์ (%)	
T1	4.04	84.76	85.43	85.35	85.30	85.39	4.33a[3/]
T2	4.02	81.39	84.16	84.31	84.04	84.41	3.88a
T3	4.15	76.53	84.83	85.20	85.20	85.24	4.33a
T4	3.85	81.01	84.15	84.57	84.35	84.48	2.66b
T5	4.00	79.26	85.01	85.01	84.53	85.01	3.88a
T6	4.20	80.58	85.97	84.70	84.57	84.87	3.30ab
T7	4.08	79.22	84.38	84.43	84.31	84.34	2.55b
T8	3.73	81.05	84.75	84.62	84.33	84.46	2.44b
T9	3.81	85.03	84.17	84.22	84.44	84.83	2.33b
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	*
%CV	7.19	4.79	1.22	0.72	0.72	0.65	16.55

[1/] = T1 = วิธีการควบคุม ฝังใน silica sand, T2 = กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1 นาที, T3 = citric acid , T4 = HQS 200 ppm + sucrose 6%+ citric acid 150 ppm, T5 = ascorbic acid, T6 = PMS 50 ppm,T7 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + PMS 50 ppm + citric acid 150 ppm, T8 = พ่นด้วย PMS 50 ppm, T9 = พ่นด้วย PMS 50 ppm + wetting agent

[2/] = คะแนนคุณภาพดอก ได้แก่ ความสม่ำเสมอของสีดอก ความเรียบของกลีบดอก และรูปทรงของดอก ซึ่งมีค่าคะแนนดังนี้ 5 คะแนน = กลีบดอกเรียบ ขอบกลีบเรียบ สีดอกเข้ม, 4 คะแนน = กลีบดอกเรียบ ขอบกลีบเรียบ สีดอกจาง, 3 คะแนน = กลีบดอกเรียบ ขอบกลีบไม่เรียบ สีดอกเข้ม, 2 คะแนน = กลีบดอกเรียบ ขอบกลีบไม่เรียบ สีดอกจาง, 1 คะแนน = กลีบดอกไม่เรียบ สีดอกจาง

[3/] = ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 2 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 85.35% (ตารางที่ 4.3) และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 17) กับวิธีการอื่น ๆ ทุกวิธีการ

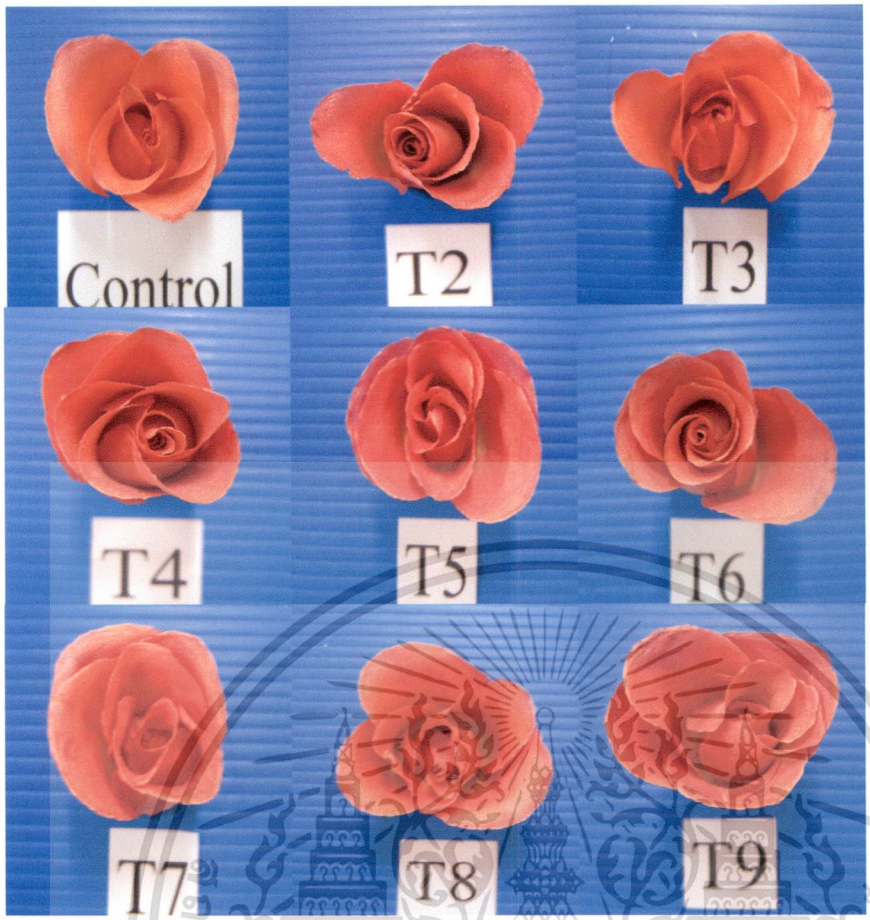
4.2.3.3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 85.30% (ตารางที่ 4.3) และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 18) กับวิธีการอื่น ๆ ทุกวิธีการ

4.2.3.4 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 85.39% (ตารางที่ 4.3) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 19) กับวิธีการอื่น ๆ ทุกวิธีการ

4.2.4 คะแนนคุณภาพของดอกหลังการอบแห้ง

จากการบันทึกคะแนนคุณภาพของดอกหลังการอบแห้ง ได้แก่ ความสม่ำเสมอของสีดอก ความเรียบของกลีบดอกและรูปทรงของดอก ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) และวิธีการที่ 3 (citric acid ปรับ pH 4.0) ได้คะแนนคุณภาพดอกดีที่สุดเฉลี่ย 4.33 (ตารางที่ 4.3) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 20) กับวิธีการที่ 2 (กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1 นาที), วิธีการที่ 5 (ascorbic acid ปรับ pH 4.0) และวิธีการที่ 6 (PMS 50 ppm) แต่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่น ๆ วิธีการที่มีคุณภาพดีรองลงมาคือ วิธีการที่ 3 (ภาพที่ 4.12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 การทดลองแช่ก้านดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ในสารละลายเคมีต่าง ๆ ก่อนการอบแห้งที่กำลังไฟฟ้า350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที เพื่อช่วยคงสภาพแอนโธไซยานินของกลีบดอกกุหลาบ จากการทดลองที่ 2 ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1(วิธีการควบคุม) และวิธีการที่ 3 (citric acid ปรับ pH 4.0) มีคุณภาพดอกสดใสกว่าวิธีการอื่น ๆ

4.2.5 สีของกลีบดอก

4.2.5.1 สีของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง

- **ค่า L (ความสว่าง) ของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง** จากการวัดค่า L (ความสว่าง) ผลปรากฏว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ตารางภาคผนวกที่ 21)

- **ค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง** จากการวัดค่าสีแดง a (+) ผลปรากฏว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4, ตารางภาคผนวกที่ 22)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.2 สีของกลีบดอกหลังการอบแห้ง

- ค่าความสว่าง (L) ของกลีบดอกหลังการอบแห้ง ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีสีดอกเข้มมากที่สุด วัดค่าความสว่าง (L) ได้ 52.47 (ตารางที่ 4.4) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 23) กับวิธีการที่ 5 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่น ๆ

- ค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกหลังการอบแห้ง ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีสีดอกเข้มที่สุด วัดค่าสีแดง a (+) ได้ 3.56 (ตารางที่ 4.4) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 24) กับวิธีการอื่น ๆ โดยวิธีการที่ 8 มีสีดอกจางที่สุด วัดค่าสีแดง a (+) ได้ 2.85

4.2.5.3 สีของกลีบดอกระหว่างการเก็บรักษา

4.2.5.3.1 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 1 สัปดาห์

ผลปรากฏว่า ค่า L และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกยังคงเหมือนสีของกลีบดอกหลังการอบทุกวิธีการ

4.2.5.3.2 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 2 สัปดาห์

ผลปรากฏว่า ค่า L และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกยังคงเหมือนสีของกลีบดอกหลังการอบ

4.2.5.3.3 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์

ผลปรากฏว่า ค่า L และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกยังคงเหมือนสีของกลีบดอกหลังการอบ

4.2.5.3.4 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์

ผลปรากฏว่า ค่า L และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกยังคงเหมือนสีของกลีบดอกหลังการอบ

4.2.6.2 ปริมาณ monomeric anthocyanin ของกลีบดอกหลังอบแห้ง

ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 3 (citric acid ที่ปรับ pH 4.0) มีปริมาณ monomeric anthocyanin ของกลีบดอกหลังอบแห้งมากที่สุด คือ 0.213 mg/g (ตารางที่ 4.5) และมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 26) อย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่น ๆ ทุกวิธีการ โดยวิธีการที่ 1 มีปริมาณ monomeric anthocyanin หลังอบแห้งน้อยที่สุด คือ 0.157 mg/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง หลังอบแห้ง และระหว่างเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) จากการทดลองที่ 2

วิธีการ[1/]	สีของกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*)											
	ก่อนอบ		หลังอบ		1 สัปดาห์		2 สัปดาห์		3 สัปดาห์		4 สัปดาห์	
	ค่า L	ค่า a (+)	ค่า L[2/]	ค่า a (+)[3/]	ค่า L[2/]	ค่า a (+)[3/]	ค่า L[2/]	ค่า a (+)[3/]	ค่า L[1]	ค่า a (+)[2/]	ค่า L[2/]	ค่า a (+)[3/]
T1	73.26	1.74	52.47c[4/]	3.56	52.47c[4/]	3.56	52.47c[1/]	3.56	52.47c[4/]	3.56	52.47c[4/]	3.56
T2	73.26	1.74	62.19ab	3.20	62.19ab	3.20	62.19ab	3.20	62.19ab	3.20	62.19ab	3.20
T3	73.26	1.74	61.32ab	3.25	61.32ab	3.25	61.32ab	3.25	61.32ab	3.25	61.32ab	3.25
T4	73.82	1.61	62.45ab	3.00	62.45ab	3.00	62.45ab	3.00	62.45ab	3.00	62.45ab	3.00
T5	72.71	1.88	56.40bc	3.42	56.40bc	3.42	56.40bc	3.42	56.40bc	3.42	56.40bc	3.42
T6	73.82	1.61	64.52a	3.02	64.52ab	3.02	64.52ab	3.02	64.52ab	3.02	64.52ab	3.02
T7	72.71	1.88	62.72ab	2.93	62.72ab	2.93	62.72ab	2.93	62.72ab	2.93	62.72ab	2.93
T8	72.71	1.88	65.93a	2.85	65.93a	2.85	65.93a	2.85	65.93a	2.85	65.93a	2.85
T9	73.82	1.61	59.67ab	3.13	59.67ab	3.13	59.67ab	3.13	59.67ab	3.13	59.67ab	3.13
F-test	Ns	ns	*	ns	*	ns	*	ns	*	ns	*	ns
%CV	1.30	13.55	6.53	8.75	6.53	8.75	6.53	8.75	6.53	8.75	6.53	8.75

[1/] = T1 = วิธีการควบคุม ฝังใน silica sand, T2 = กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1 นาที, T3 = citric acid, T4 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm, T5 = ascorbic acid, T6 = PMS 50 ppm, T7 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + PMS 50 ppm + citric acid 150 ppm, T8 = พ่นด้วย PMS 50 ppm, T9 = พ่นด้วย PMS 50 ppm + wetting agent

[2/] = การวัดสีในระบบ L a b color space ค่า L คือ ค่าความสว่าง มีค่า 0 (สีดำ) – 100 (สีขาว)

[3/] = การวัดสีในระบบ L a b color space ค่า a (+) คือ ค่าสีในตำแหน่งที่อยู่บนแกน x ค่า a (+) = สีแดง, a (-) = สีเขียว

[4/] = ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ปริมาณ monomeric anthocyanin ของกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบ หลังการอบ และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 2

วิธีการ[1/]	ปริมาณ monomeric anthocyanin		
	ก่อนการอบแห้ง (mg/g)	หลังการอบแห้ง (mg/g)	เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ (mg/g)
T1	0.193a[2/]	0.157f[2/]	0.286a[2/]
T2	0.201a	0.208b	0.187d
T3	0.215a	0.213a	0.161f
T4	0.248a	0.187c	0.149g
T5	0.228a	0.207b	0.177e
T6	0.097b	0.170e	0.147g
T7	0.185a	0.189c	0.164f
T8	0.167ab	0.176d	0.220b
T9	0.165ab	0.204b	0.209c
F-test	*	**	**
% CV	29.09	1.73	1.73

[1/] = T1 = วิธีการควบคุม ฝังใน silica sand, T2 = กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1 นาที, T3 = citric acid, T4 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm, T5 = ascorbic acid, T6 = PMS 50 ppm, T7 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + PMS 50 ppm + citric acid 150 ppm, T8 = พ่นด้วย PMS 50 ppm, T9 = พ่นด้วย PMS 50 ppm + wetting agent

[2/] = ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.2.6.3 ปริมาณ monomeric anthocyanin ของกลีบดอก เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์

ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) มีปริมาณ monomeric anthocyanin ของกลีบดอกมากที่สุด คือ 0.286 mg/g (ตารางที่ 4.5) และมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 27) อย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่น ๆ โดยวิธีการที่ 6 มีปริมาณ monomeric anthocyanin ของกลีบดอกน้อยที่สุด คือ 0.147 mg/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การทดลองที่ 1

การทดลองวิธีการอบที่เหมาะสมด้วยตู้อบไมโครเวฟสำหรับการอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ผลปรากฏว่า

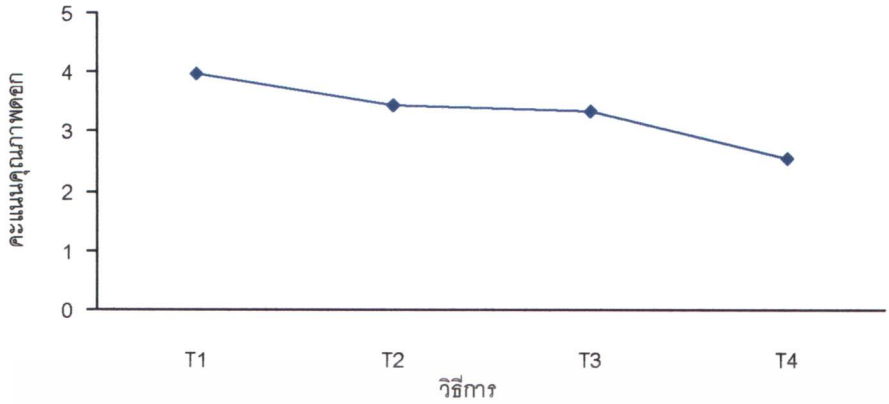
5.1.1 การทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 1

การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ด้วยตู้อบไมโครเวฟ โดยเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม 350–900 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1-4 นาที การบรรจุน้ำในถ้วยแก้ววางไว้ในตู้อบไมโครเวฟระหว่างการอบ และการไม่ใช้น้ำ ผลปรากฏว่า การอบดอกกุหลาบด้วยกำลังไฟฟ้า 350 450 และ 550 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และการใช้น้ำระหว่างการอบมีแนวโน้มให้คุณภาพดอกดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ซึ่งให้ผลเหมือนกับ กิตติพงศ์ พรมตัน (2546) และชิตพล เต็งเก้าประเสริฐ (2546) รายงานไว้ว่า การอบดอกกุหลาบด้วยตู้อบไมโครเวฟควรใช้น้ำระหว่างการอบด้วย ซึ่งทำให้ได้ผลดีกว่าการไม่ใช้น้ำ เนื่องจากความแห้งของกลีบและสีของกลีบดอกจะสม่ำเสมอกว่าวิธีการที่ไม่ใช้น้ำ เพราะน้ำในตู้อบจะช่วยกระจายความชื้นให้กับดอกไม้และช่วยให้ดอกไม้หลังการอบมีคุณภาพดีขึ้น (Griner. 1995)

5.1.2 การทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

การนำวิธีการอบที่กำลังไฟฟ้า 350 450 และ 550 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และการใช้น้ำระหว่างการอบซึ่งมีแนวโน้มให้ดอกมีคุณภาพดี 3 วิธีการ จากขั้นตอนที่ 1 มาทดลองทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม คือ การฝังดอกใน silica sand และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 26 $^{\circ}$C ความชื้นสัมพัทธ์ 73% ผลปรากฏว่า วิธีการที่ให้คุณภาพดอกดีที่สุด คือ วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) (ภาพที่ 5.1) โดยสีดอกสม่ำเสมอมากที่สุด กลีบดอกเรียบ รูปทรงดอกดี (ตารางที่ 4.2) แต่วิธีการฝังดอกใน silica sand และไม่อบ ทำให้ไม่เหมาะสมสำหรับการทำเป็นการค้า เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาถึง 7 วัน ดอกจึงจะแห้ง เป็นการเปลืองพื้นที่ในการวางภาชนะสำหรับการทำแห้ง ดังนั้นเมื่อพิจารณาเฉพาะส่วนที่อบด้วยตู้ไมโครเวฟ ปรากฏว่า วิธีการที่ให้คุณภาพดอกรองลงมาจากวิธีการควบคุม คือ การอบดอกกุหลาบด้วยกำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบ โดยให้ค่าความสว่าง (L) เฉลี่ย 59.30 ค่าสีแดง a (+) เฉลี่ย 3.27 และคุณภาพดอกดีสม่ำเสมอกว่าวิธีการอื่น ๆ ที่อบด้วยตู้อบไมโครเวฟ มีค่าคะแนนคุณภาพเฉลี่ย 3.44 (ตารางที่ 4.2) แต่เมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ ทุกวิธีการสีจะจางลง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของดอกไม้อบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.1 คะแนนคุณภาพดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir หลังจากอบแห้งแล้ว 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 (T1 = วิธีการควบคุม ฝังดอกใน silica sand, T2 = กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์, T3 = กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ และ T4 = กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบ) ซึ่งผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 คุณภาพดอกดีที่สุด

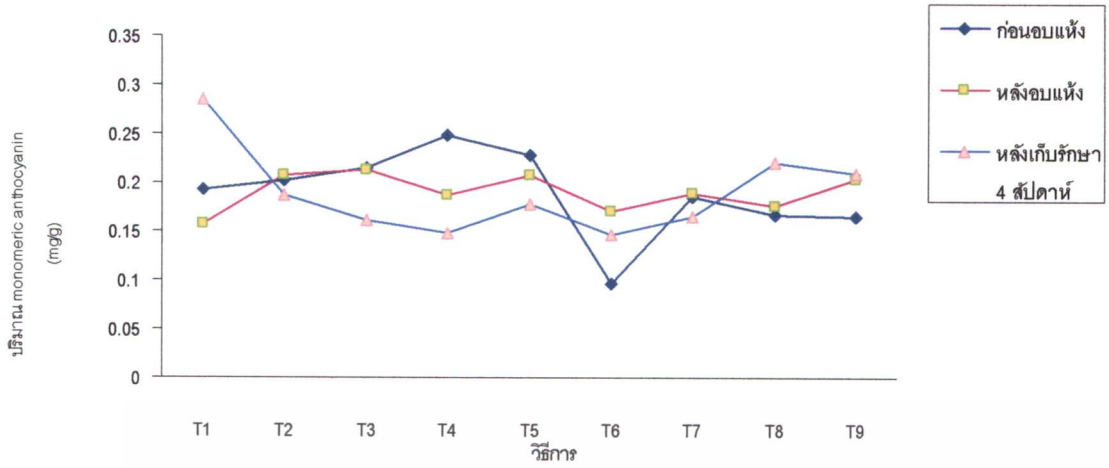
5.2 การทดลองที่ 2

การทดลองศึกษาผลของสารละลายเคมีบางชนิดที่มีต่อแอนโธไซยานินของดอกกุหลาบสีแดงอบแห้ง

5.2.1 ผลของสารละลายเคมีที่ใช้ทดลองต่อปริมาณ monomeric anthocyanin ก่อนและหลังการอบแห้ง

จากการทดลองพบว่า ดอกกุหลาบที่มีการแช่สารละลายเคมีต่าง ๆ ก่อนการอบ จะมีปริมาณ monomeric anthocyanin ที่แตกต่างกันโดยวิธีการที่ 4 (HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm) มีผลทำให้ปริมาณ monomeric anthocyanin มากที่สุด (ภาพที่ 5.2) สาเหตุคงเนื่องมาจากคุณสมบัติของสารละลายที่ประกอบด้วยน้ำตาล sucrose ซึ่งเพิ่มอาหารให้กับดอกไม้ นอกจากนี้น้ำตาลยังช่วยรักษาโครงสร้างของ mitochondria ช่วยปรับสมดุลของน้ำภายในดอกและน้ำตาลยังเป็นส่วนประกอบของโครงสร้าง anthocyanin ด้วย (Harborne.1998) สารละลายนี้ยังมี HQS ซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะมาอุดตันท่อน้ำช่วยให้ก้านดอกดูดน้ำได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังมี citric acid ที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำ ทำให้ก้านดอกดูดน้ำได้ดี และช่วยรักษาสภาพความเป็นกรดภายในเซลล์ (Nowak and Rudnicki. 1990) ทำให้แอนโธไซยานินอยู่ในสภาพสีแดง คุณสมบัติของสารต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นน่าจะมาช่วยทำให้รักษาความเสถียรภาพของ monomeric anthocyanin ได้ดีกว่าวิธีการอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.2 ปริมาณ monomeric anthocyanin ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง, หลังการอบแห้ง และหลังเก็บรักษา 4 สัปดาห์ เมื่อแช่ก้านดอกกุหลาบในสารละลายเคมีต่าง ๆ [T1 วิธีการควบคุม = แช่น้ำกลั่น (pH 7.0) แล้วฝัง silica sand, T2 = แช่น้ำกลั่น (pH 7.0) อบที่กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์, T3 = citric acid (pH 4.0), T4 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm (pH 4.3), T5 = ascorbic acid (pH 4.0), T6 = PMS 50 ppm (pH 6.7), T7 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + PMS 50 ppm + citric acid 150 ppm (pH 4.4), T8 = พ่น PMS 50 ppm (pH 6.7) และ T9 = พ่น PMS 50 ppm + wetting agent (pH 6.7)] และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ วิธีการที่ 1 วัดปริมาณ monomeric anthocyanin มากที่สุด

เมื่อนำดอกกุหลาบไปอบแห้งแล้ววัดปริมาณ monomeric anthocyanin พบว่า วิธีการที่ 4 (HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm) มีแนวโน้มปริมาณ monomeric anthocyanin ลดลงมากที่สุด (ภาพที่ 5.2) รองลงมาคือ วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม), วิธีการที่ 5 (ascorbic acid) และวิธีการที่ 3 (citric acid) มีแนวโน้มลดลงน้อยที่สุด ในขณะที่วิธีการที่ 6 (PMS 50 ppm) มีแนวโน้ม monomeric anthocyanin เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ วิธีการที่ 9 (พ่น PMS 50 ppm + wetting agent), วิธีการที่ 8 (พ่น PMS 50 ppm), วิธีการที่ 2 (แช่น้ำกลั่น) และเพิ่มน้อยที่สุด คือ วิธีการที่ 7 (HQS 200 ppm + sucrose 6% + PMS 50 ppm + citric acid 150 ppm) ผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า วิธีการที่มี PMS อยู่ในสารละลายที่ใช้แช่ดอกไม้น่าจะมีส่วนทำให้รักษาความเสถียรภาพของ monomeric anthocyanin ได้ดีกว่าสารเคมีอื่น ๆ ที่ทดลองใช้ เพราะมีรายงานว่า PMS มีคุณสมบัติช่วยรักษาสีของผลิตผลแปรรูป เช่นผลไม้แห้ง เครื่องดื่มต่าง ๆ ให้คงสภาพสีแดงของผลิตผล และมีคุณสมบัติเป็นสาร anti–oxidant ช่วยป้องกันปฏิกิริยา oxidation (Balasubramaniam and Poole.1995) อีกด้วย (ภาพที่ 5.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเก็บรักษาดอกกุหลาบอบแห้งครบ 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 5.2) ปรากฏว่า วิธีการที่แช่ในสารละลายเคมีต่าง ๆ มีปริมาณ monomeric anthocyanin ลดลงทุกวิธีการ ในขณะที่วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม ฝังดอกใน silica sand) และวิธีการที่ฉีดพ่นสารละลาย PMS กลับมีปริมาณ monomeric anthocyanin เพิ่มขึ้น แต่วิธีการฉีดพ่นด้วยสารละลาย PMS แม้ว่าจะมีปริมาณ monomeric anthocyanin มากขึ้น แต่คุณภาพของกลีบดอกที่ปรากฏให้เห็นมีรอยด่าง เป็นจุดกระจายทั่วกลีบดอก จึงไม่เหมาะสมสำหรับการทำแห้ง

5.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ monomeric anthocyanin และสีที่ปรากฏของดอกกุหลาบอบแห้ง

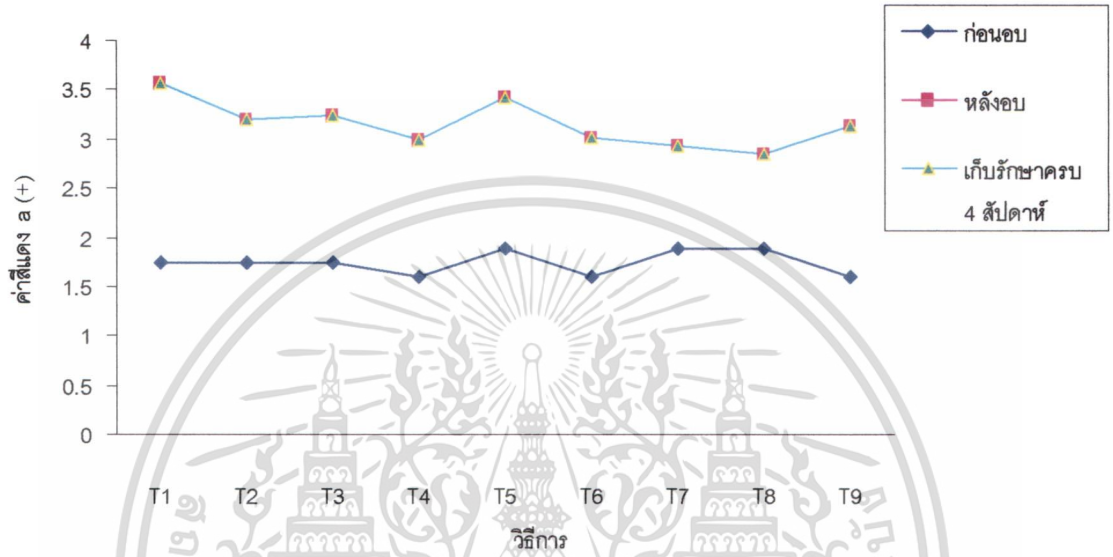
จากการวัดสีกลีบดอกก่อนและหลังการอบด้วย R.H.S. Colour Chart แล้วแปลค่าสีเป็นระบบ L a b colour space พบว่า วิธีการที่ใช้ ascorbic acid ที่ปรับ pH 4.0 (วิธีการที่ 5) ให้ค่าสีดีกว่าวิธีการที่ใช้สารละลายอื่น ๆ และอบด้วยไมโครเวฟ (ภาพที่ 5.3) คือ มีค่าความสว่าง (L) 56.40 และค่าสีแดง a (+) 3.42 แต่เมื่อสกัดสารเพื่อหาปริมาณ monomeric anthocyanin พบว่า วิธีการนี้ไม่ได้มีค่าปริมาณ monomeric anthocyanin มากกว่าวิธีการอื่น ๆ ทุกวิธีการที่อบด้วยไมโครเวฟ (ภาพที่ 5.2) แสดงว่า สีที่ปรากฏให้เห็นไม่มีความสัมพันธ์ไปทางเดียวกับปริมาณ monomeric anthocyanin ที่สกัดได้เนื่องจากสีของดอกไม้ถูกควบคุมโดยปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัย ได้แก่ ชนิดของ anthocyanidins (pelargonidin, cyanidin หรือ delphinidin), ความเป็นกรด–ด่างของ cell sap, ความเข้มข้นของแอนโธไซยานิน, สัดส่วนของ co-pigment, metal chelation, การรวมตัวกับสารอื่น ๆ หรือร่วมกับเม็ดสี เช่น ฟลาโวนอยด์กลุ่มอื่น ๆ (co-pigmentation) หรือตำแหน่งของ glycosylation และ acylation (Kaufman *et.al.* 1999 ; Dennis *et.al.* 1997 ; Giusti *et.al.* 1999) ดังนั้นสารเคมีต่าง ๆ, ความเป็นกรดของสารละลายที่แตกต่างกัน และการผ่านความร้อนจากการอบด้วยตู้อบไมโครเวฟจึงเป็นปัจจัยที่ที่ทำให้ดอกไม้หลังการอบแห้งมีสีไม่เหมือนกัน

5.2.3 ผลของสารละลายเคมีที่ใช้ทดลองต่อคุณภาพของดอกกุหลาบอบแห้ง

จากการให้คะแนนคุณภาพของดอกกุหลาบอบแห้ง โดยพิจารณาทั้งความสม่ำเสมอของสีดอก ความเรียบของกลีบดอก และรูปทรงของดอก ปรากฏว่า วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม ฝังดอกใน silica sand) และวิธีการที่แช่ในสารละลาย citric acid ที่ปรับ pH 4.0 ก่อนการอบแห้ง ได้คะแนนคุณภาพเท่ากัน (ภาพที่ 5.4) แสดงว่าการทำแห้งดอกกุหลาบ ถ้าไม่ได้ทำเป็นการค้าไม่จำเป็นต้องอบด้วยไมโครเวฟ แต่ถ้าทำเป็นการค้าต้องการให้ดอกไม้แห้งรวดเร็ว ควรแช่ก้านดอกกุหลาบในสารละลาย citric acid ที่ปรับ pH 4.0 ก่อนการอบแห้ง แล้วจะทำให้คุณภาพใกล้เคียงกับดอกกุหลาบไม่อบแห้ง แม้ว่าสีจะสดใสไม่เท่ากับดอกไม้แห้งที่ไม่ผ่านการอบด้วยความร้อน (วิธีการที่ 1) แต่มีความสม่ำเสมอของสีดอก ความเรียบของกลีบดอก และรูปทรงของดอก ทำให้ได้คุณภาพเท่ากันและสอดคล้องกับที่

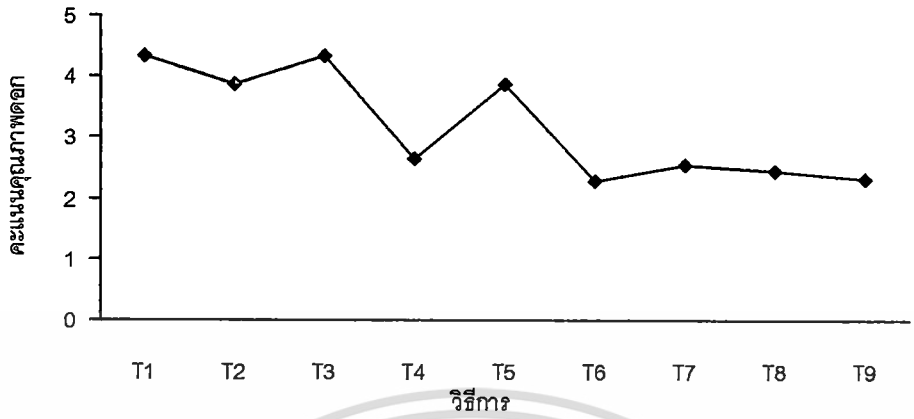
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมพ์ปฏิภา ทองเขียว และ วิฑูรย์ บุตรศิริ (2545) รายงานว่าน้ำกลั่นที่ปรับ pH 4.0 ด้วย citric acid จะให้ดอกแห้งที่มีคุณภาพดี นอกจากนี้ดอกกุหลาบอบแห้งที่แช่ในสารละลายเคมีจากการทดลองที่ 2 เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ สีกลีบดอกยังคงไม่เปลี่ยนแปลงจากหลังการอบ (ภาพที่ 5.3) ในขณะที่ดอกกุหลาบอบแห้งที่ไม่ได้แช่สารละลายเคมีก่อนการอบ สีกลีบดอกจางลงเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 5.5)



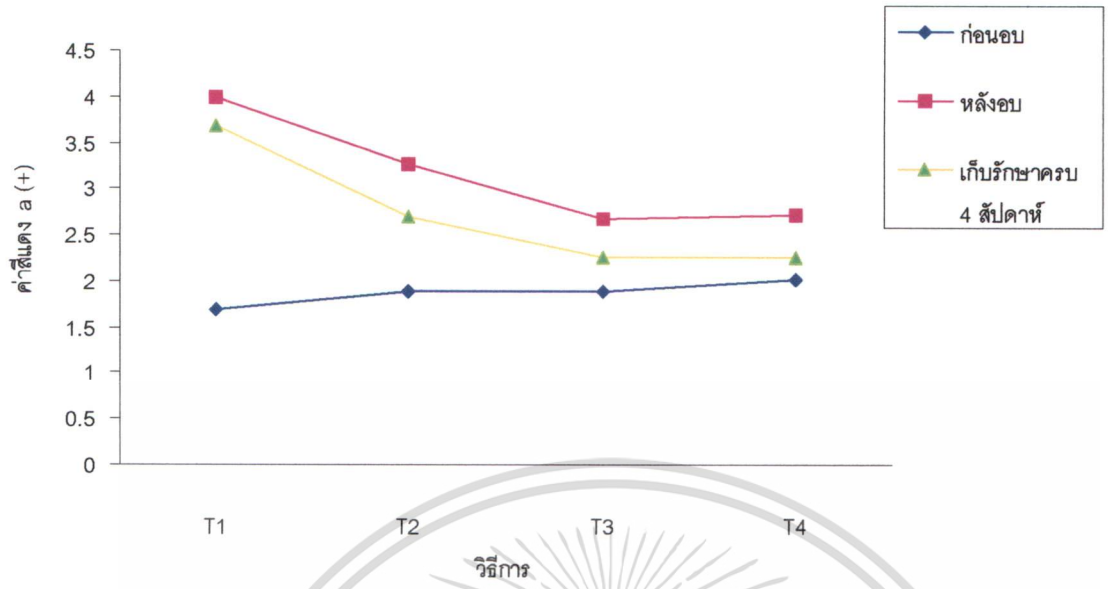
ภาพที่ 5.3 ค่าสีแดง a (+) ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง, หลังการอบแห้ง และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ เมื่อแช่ก้านดอกกุหลาบในสารละลายเคมีต่าง ๆ [T1 วิธีการควบคุม = แช่น้ำกลั่น (pH 7.0) แล้วฝัง silica sand, T2 = แช่น้ำกลั่น (pH 7.0) อบที่กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์, T3 = citric acid (pH 4.0), T4 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm (pH 4.3), T5 = ascorbic acid (pH 4.0), T6 = PMS 50 ppm (pH 6.7), T7 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + PMS 50 ppm + citric acid 150 ppm (pH 4.4), T8 = พ่น PMS 50 ppm (pH 6.7) และ T9 = พ่น PMS 50 ppm + wetting agent (pH 6.7)] ของการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.4 คะแนนคุณภาพของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir อบแห้ง เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ เมื่อแช่ก้านดอกกุหลาบในสารละลายเคมีต่าง ๆ [T1 วิธีการควบคุม = แช่น้ำกลั่น (pH 7.0) แล้วฝัง silica sand, T2 = แช่น้ำกลั่น (pH 7.0) อบที่กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์, T3 = citric acid (pH 4.0), T4 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm (pH 4.3), T5 = ascorbic acid (pH 4.0), T6 = PMS 50 ppm (pH 6.7), T7 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + PMS 50 ppm + citric acid 150 ppm (pH 4.4), T8 = พ่น PMS 50 ppm (pH 6.7) และ T9 = พ่น PMS 50 ppm + wetting agent (pH 6.7)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.5 ค่าสีแดง a (+) ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง, หลังการอบแห้ง และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ (T1 = วิธีการควบคุม ฝังดอกใน silica sand, T2 = กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์, T3 = กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ และ T4 = กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบ) ของการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

จากปัญหาของดอกกุหลาบสีแดง เมื่ออบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟแล้วสีกลีบดอกเปลี่ยนไปในลักษณะคุณภาพไม่ดี จึงทดลองนำสารละลายเคมีต่าง ๆ ที่ช่วยคงสภาพรงควัตถุแอนโธไซยานินมาทดลองแช่ก้านดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีแดง พันธุ์ Saphir ด้วยสารละลายเคมีต่าง ๆ ได้แก่ น้ำกลั่น (pH 7.0), citric acid (pH 4.0), HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm (pH 4.3), ascorbic acid (pH 4.0), PMS 50 ppm (pH 6.7), HQS 200 ppm + sucrose 6% + PMS 50 ppm + citric acid 150 ppm (pH 4.4) และฉีดพ่นกลีบดอกด้วย PMS 50 ppm (pH 6.7), PMS 50 ppm + wetting agent (pH 6.7) โดยเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (การฝังดอกใน silica sand และปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง) สรุปได้ว่า

6.1 วิธีการที่ใช้สารละลาย PMS (potassium metabisulphite) 50 ppm (pH 6.7) ฉีดพ่นที่กลีบดอกก่อนการอบแห้งด้วยกำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และบรรจุน้ำในถ้วยแก้ววางไว้ในตู้อบไมโครเวฟระหว่างการอบ ทำให้ดอกกุหลาบอบแห้งหลังจากเก็บรักษาไว้ 4 สัปดาห์ มีปริมาณ monomeric anthocyanin มากกว่าวิธีการอื่น ๆ ที่อบด้วยตู้อบไมโครเวฟ เฉลี่ย 0.220 mg/g แต่สีที่ปรากฏให้เห็นที่กลีบดอกไม่สม่ำเสมอ เป็นรอยด่าง และยังวัดค่าสีแดง a (+) ไม่ได้แตกต่างทางสถิติกับวิธีการอื่น ๆ จึงไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้

6.2 วิธีการที่ทำให้ดอกกุหลาบอบแห้งมีคุณภาพดีที่สุด คือ การใช้สารละลาย citric acid (pH 4.0) แช่ก้านดอกไม้ก่อนอบให้คุณภาพสีกลีบดอกสม่ำเสมอ กลีบดอกเรียบ รูปทรงดอกดี ได้คะแนนคุณภาพดีเท่ากับวิธีการควบคุม (วิธีการที่ 1) ดังนั้นจึงน่าสนใจในการนำไปใช้ทางการค้าได้

6.3 ดอกกุหลาบอบแห้งที่แช่ก้านดอกในสารละลายเคมีช่วยรักษาสีหลังการอบให้คงสภาพได้นานกว่าดอกกุหลาบอบแห้งที่ไม่ได้ผ่านการแช่ในสารละลายเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติพงศ์ พรมตัน. 2546. "การทดลองทำแห้งที่เหมาะสมสำหรับดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีชมพู พันธุ์ Grand Spot." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กุลยา จันทร์อรุณ. 2533. **เคมีอาหาร**. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

จุฑามาศ พัฒนากุล. 2536. "การใช้สารส่งเสริมคุณภาพดอกไม้เร่งการเจริญเติบโตของดอกคาร์เนชั่นหลังเก็บเกี่ยว." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑามาศ อ่อนวิมล. 2530. **การปลูกกุหลาบ**. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือเกษตร.

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2545. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอก**. กรุงเทพฯ : ประดิพัทธ์.

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ และพิมพ์ไล วัฒนจรุงรัตน์. 2546. "วิธีการห่อหุ้มดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ (*Nelumbo nucifera* 'Album Plenum')." **วิทยาศาสตร์เกษตร**. 34(1 - 3) : 59–63.

ชิตพล เต็งเก้าประเสริฐ. 2546. "การทดลองทำแห้งที่เหมาะสมสำหรับกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีชมพูพันธุ์ Lady Pink." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ฐิติพงษ์ เพ็งแพง. 2546. "วิธีการป้องกันความชื้นจากภายนอกภาชนะที่บรรจุดอกกล้วยไม้ลูกผสมสกุลหวายแอนนา (*Dendrobium* Anna) อบแห้ง." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส.

พิมพ์ปฏิภา ทองเขียว และวิฑูรย์ บุตรศิริ. 2545. "การทดลองแช่ช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายลูกผสมแอนนา (*Dendrobium* Anna) ในกรดซิตริกก่อนการอบแห้ง." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มณทิรา บุญวาที. 2547. "ผลของสเปรย์เคลือบผมที่มีต่อคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวายลูกผสมแอนนา (*Dendrobium* Anna) อบแห้ง." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มนัสชัย คงเจริญ. 2546. "การทดลองแช่ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Sarfiea และพันธุ์ Persiea ในสารละลายเคมีก่อนการอบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟ." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ราตรี แก้วคำ. 2546. "การทดลองวิธีการทำแห้งดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Persiea ด้วยวิธีการต่าง ๆ และการทดลองแช่ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Persiea ในสารละลายเคมีก่อนการอบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟ." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วีรยา ศรีเจริญ. 2544. "การเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษาดอกกล้วยไม้สกุลหวายลูกผสมแอนนา (*Dendrobium* Anna) ด้วยเตาไมโครเวฟ." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เศรษฐพงศ์ เลขะวัฒนะ. 2543. **การปลูกกุหลาบตัดดอก**. [Online]. Available : http://www.doae.go.th/library/html/detail/Kumagazine/august_43/kanpluk/rose.htm.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540. **การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สมเพียร เกษมทรัพย์. 2532. **เทคโนโลยีการผลิตและธุรกิจไม้ตัดดอก**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี.

อรรวี ไพฑาวร. 2546. "การทดลองแช่ช่อดอกกล้วยไม้ลูกผสมสกุลหวายโจแดง (*Dendrobium* Sonia 'Red Jo') ในสารละลายเคมีก่อนการอบแห้งด้วยเตาอบไมโครเวฟ." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arthey, V.D. 1975. **Quality of Horticultural Productions.** London : Butterworth & Co.

Bakowska, A. et.al. 2002. "The Effects of Heating, UV Irradiation, and Storage on Stability of the Anthocyanin-Polyphenol Copigment Complex." Food Chemistry 81(2003) : 349-355.

Balasubramaniam, R. and Poole, P.1995. **Botrytis control–PMS (potassium metabisulphite) – another weapon against botrytis.** [Online]. Available : http://www.hortnet.co.nz/publications/science/bala/pms.htm.

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

Dennis, D.T. et.al. 1997. **Plant Metabolism.** Singapore : Addison Wesley Longman .

Dey, P.M. and Harborne, J.B. 1997. **Plant Biochemistry.** London : Academic Press.

Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E. 2000. **Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy.**
Available : http://www.dose.org/masterli/facsample.htm.

Giusti, M.M. et.al. 1999. "Molar Absorptivity and Color Characteristics of Acylated and Non-Acylated Pelargonidin-Based Anthocyanins." **J. Agric. Food Chem.** 47(11) : 4631–4637.

Goodwin, T.W. and Mercer, E.I. 1972. **Introduction to Plant Biochemistry.** New York : Pergamon Press.

_____. 1983. **Introduction to Plant Biochemistry.** Canada : Pergamon Press.

Griner, C. 1995. **Floriculture Designing and Merchandising.** New York : Delmar.

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

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

Harborne, J.B. 1998. **Phytochemical Methods.** London : Chapman&Hall.

Hutchings, J.B. 1994. **Food Colour and Appearance.** London : Chapman&Hall.

Julien, D. 2000. **Rose Petals.** [Online]. Available : http://www.bmi.net/roseguy/redshoot.html.

Kaufman, P.B. et. al. 1999. **Natural Products from Plants.** Boca Raton : CRC Press LLC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lancaster, E. and Lister, E. 1997. "Influence of Pigment Composition on Skin Color in a Wide Range of Fruit and Vegetables." **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 122(4) : 594-598.

Lea, P.J. and Leegood, R.C. 1999. **Plant Biochemistry & Molecular Biology**. England : John wiley & Sons.

Morais, H. et.al. 2002. **Influence of Storage Conditions on the Stability of Monomeric Anthocyanins Studied by Reversed-phase High-performance Liquid Chromatography**.[Online].Available:http://www.sciencedirect.com/science?_ob

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

Smith, R.C. 1993. **Method of Preserving Flowers.** [Online]. Available : http://www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/landscap/h1037w.htm/

Suisuwan, C. 1986. "Improving quality and prolonging vase life of *Dendrobium* Pompadour sprays by pulsing with chemical solutions." pp 152–164. in Vacharotayan , S. **Proceeding of The Sixth Asean Orchid Congress Seminar.** Bangkok : Chuan Printing Press Ltd. Part.

Whitelaw, M. 2003. **Preserving Roses.** [Online]. Available : http://www.markw.com/preserving_roses.htm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 วิเคราะห์ผลทางสถิติน้ำหนักดอกก่อนการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	0.102	0.034	0.34^{ns}	4.07	7.59
Ex.Error	8	0.806	0.100			
Total	11	0.908	0.082			

GRAND MEAN = 3.65

CV = 8.68 %

ตารางภาคผนวกที่ 2 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	14.106	4.702	5.49*	4.07	7.59
Ex.Error	8	6.852	0.856			
Total	11	20.958	1.905			

GRAND MEAN = 82.29

CV = 1.12 %

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T1	83.83	a
T2	82.52	ab
T4	82.00	b
T3	80.81	b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลง เมื่อเก็บรักษาครบ 1 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	14.378	4.792	3.39^{ns}	4.07	7.59
Ex.Error	8	11.326	1.415			
Total	11	25.704	2.336			

GRAND MEAN = 83.12

CV = 1.43 %

ตารางภาคผนวกที่ 4 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 2 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	8.972	2.991	2.15^{ns}	4.07	7.59
Ex.Error	8	11.122	1.390			
Total	11	20.095	1.826			

GRAND MEAN = 82.93

CV = 1.42 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	3.759	1.253	0.83^{ns}	4.07	7.59
Ex.Error	8	12.128	1.516			
Total	11	15.887	1.444			

GRAND MEAN = 82.32

CV = 1.49 %

ตารางภาคผนวกที่ 6 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	8.760	2.920	2.62^{ns}	4.07	7.59
Ex.Error	8	8.903	1.112			
Total	11	17.663	1.605			

GRAND MEAN = 82.91

CV = 1.27 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 วิเคราะห์ผลทางสถิติคะแนนคุณภาพดอกของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	18.112	6.037	161.39**	4.07	7.59
Ex.Error	8	0.299	0.037			
Total	11	18.411	1.673			

GRAND MEAN = 2.94

CV = 6.56 %

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T1	5.00	a
T2	2.77	b
T4	2.00	c
T3	2.00	c

ตารางภาคผนวกที่ 8 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	4.041	1.347	1.25ns	4.07	7.59
Ex.Error	8	8.640	1.080			
Total	11	12.681	1.152			

GRAND MEAN = 72.83

CV = 1.42%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้งจากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	0.165	0.055	1.10^{ns}	4.07	7.59
Ex.Error	8	0.401	0.050			
Total	11	0.567	0.051			

GRAND MEAN = 1.86

CV = 11.99%

ตารางภาคผนวกที่ 10 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir หลังอบแห้ง จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	498.395	166.131	52.80^{**}	4.07	7.59
Ex.Error	8	25.17	3.146			
Total	11	523.567	47.597			

GRAND MEAN = 61.10

CV = 2.90%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T3	67.03	a
T4	66.75	a
T2	59.30	b
T1	51.31	c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir หลังอบแห้งจากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	3.385	1.128	4.20*	4.07	7.59
Ex.Error	8	2.148	0.268			
Total	11	5.533	0.503			

GRAND MEAN = 3.167

CV = 16.36%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T1	3.99	a
T2	3.27	ab
T4	2.72	b
T3	2.67	b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir เมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	649.519	216.506	14.00*	4.07	7.59
Ex.Error	8	123.693	15.461			
Total	11	773.212	70.292			

GRAND MEAN = 64.52

CV = 6.09%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T4	70.48	a
T3	70.48	a
T2	64.66	a
T1	52.46	b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir เมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	4.053	1.351	14.04*	4.07	7.59
Ex.Error	8	0.769	0.096			
Total	11	4.823	0.438			

GRAND MEAN = 2.73

CV = 11.32%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T1	3.69	a
T2	2.71	b
T4	2.27	b
T3	2.27	b

ตารางภาคผนวกที่ 14 วิเคราะห์ผลทางสถิติน้ำหนักดอกก่อนการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	0.596	0.074	0.90 ns	2.51	3.71
Ex.Error	18	1.482	0.082			
Total	26	2.078	0.080			

GRAND MEAN = 3.99

CV = 7.19%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	170.655	21.331	1.41^{ns}	2.51	3.71
Ex.Error	18	271.514	15.084			
Total	26	442.169	17.006			

GRAND MEAN = 80.98

CV = 4.79%

ตารางภาคผนวกที่ 16 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 1 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	9.597	1.199	1.12^{ns}	2.51	3.71
Ex.Error	18	19.363	1.075			
Total	26	28.960	1.113			

GRAND MEAN = 84.76

CV = 1.22 %

ตารางภาคผนวกที่ 17 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 2 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	3.759	0.470	1.25^{ns}	2.51	3.71
Ex.Error	18	6.745	0.374			
Total	26	10.505	0.404			

GRAND MEAN = 84.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 18 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	4.241	0.530	1.41^{ns}	2.51	3.71
Ex.Error	18	6.752	0.375			
Total	26	10.994	0.422			

GRAND MEAN = 84.56

CV = 0.72 %

ตารางภาคผนวกที่ 19 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	3.496	0.437	1.40^{ns}	2.51	3.71
Ex.Error	18	5.616	0.312			
Total	26	9.113	0.350			

GRAND MEAN = 84.78

CV = 0.65 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20 วิเคราะห์ผลทางสถิติคะแนนคุณภาพดอกของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	10.884	1.360	55.10**	2.51	3.71
Ex.Error	18	0.444	0.024			
Total	26	11.328	0.435			

GRAND MEAN = 3.22

CV = 4.87%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T1	5.00	a
T3	3.22	b
T9	3.00	bc
T4	3.00	bc
T7	3.00	bc
T6	3.00	bc
T5	3.00	bc
T8	2.89	c
T2	2.89	c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	5.500	0.687	0.75^{ns}	2.51	3.71
Ex.Error	18	16.489	0.916			
Total	26	21.989	0.845			

GRAND MEAN = 73.26

CV = 1.30%

ตารางภาคผนวกที่ 22 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir ก่อนการอบแห้ง จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	0.336	0.042	0.75^{ns}	2.51	3.71
Ex.Error	18	1.008	0.056			
Total	26	1.344	0.051			

GRAND MEAN = 1.74

CV = 13.55%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 23 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir หลังการอบแห้ง จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	416.212	52.026	3.29*	2.51	3.71
Ex.Error	18	284.595	15.810			
Total	26	700.807	26.954			

GRAND MEAN = 60.85

CV = 6.53%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T8	65.93	a
T6	64.52	a
T7	62.72	ab
T4	62.45	ab
T2	62.19	ab
T3	61.32	ab
T9	59.67	ab
T5	56.40	bc
T1	52.47	c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 24 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir หลังการอบแห้ง จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	1.278	0.159	2.10^{ns}	2.51	3.71
Ex.Error	18	1.373	0.076			
Total	26	2.652	0.102			

GRAND MEAN = 3.15

CV = 8.75%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 วิเคราะห์ผลทางสถิติปริมาณ monomeric anthocyanin ก่อนการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	0.060	0.007	2.49	2.31	3.71
Ex.Error	18	0.081	0.003			
Total	26	0.141	0.004			

GRAND MEAN = 0.188

CV = 29.09%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T4	0.244	a
T5	0.228	a
T3	0.215	a
T2	0.201	a
T1	0.193	a
T7	0.185	a
T8	0.167	ab
T9	0.165	ab
T6	0.097	b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 26 วิเคราะห์ผลทางสถิติปริมาณ monomeric anthocyanin หลังการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	0.012	0.001	138.30**	2.51	3.71
Ex.Error	18	0.000	0.000			
Total	26	0.012	0.000			

GRAND MEAN = 0.190

CV = 1.73%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T3	0.213	a
T2	0.208	b
T5	0.207	b
T9	0.204	b
T7	0.189	c
T4	0.187	c
T8	0.176	d
T6	0.170	e
T1	0.157	f

Scan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 27 วิเคราะห์ผลทางสถิติปริมาณ monomeric anthocyanin เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Saphir จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	0.063	0.007	733.53**	2.51	3.71
Ex.Error	18	0.000	0.000			
Total	26	0.063	0.001			

GRAND MEAN = 0.189

CV = 1.73%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T1	0.286	a
T8	0.220	b
T9	0.209	c
T2	0.187	d
T5	0.177	e
T7	0.164	f
T3	0.161	f
T4	0.149	g
T6	0.147	g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้