ผลของสารละลายเคมีบางชนิดที่มีต่อคุณภาพของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีแดงพันธุ์ซาเฟียอบแห้ง

EFFECT OF SOME CHEMICAL SOLUTIONS ON QUALITY OF DRIED RED ROSE (*Rosa hybrida*) VAR. SAPHIR.

อิรวี ไพฑูรย์

ORAWEE PAITAWORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2273-8

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของสารละลายเคมีบางชนิดที่มีต่อคุณภาพของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีแดงพันธุ์ซาเฟียอบแห้ง

EFFECT OF SOME CHEMICAL SOLUTIONS ON QUALITY OF DRIED RED ROSE (*Rosa hybrida*) VAR. SAPHIR.

อรรวี ไพถาวร
ONRAWEE PAITAWORN

ลพ.
ต367ผ
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....61671
วัน,เดือน,ปี.....19 ก.ค. 2549

b.....11601309.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2549

ISBN 974-15-2273-8

EFFECT OF SOME CHEMICAL SOLUTIONS ON QUALITY OF DRIED RED ROSE (*Rosa hybrida*) VAR. SAPHIR.

ONRAWEE PAITAWORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN HORTICULTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2006

ISBN 974-15-2273-8

COPYRIGHT 2006
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของสารละลายเคมีบางชนิดที่มีต่อคุณภาพของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีแดงพันธุ์ซาเฟียอบแห้ง
นักศึกษา	นางสาวอรรวี ไพถาวร
รหัสประจำตัว	45065108
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	พืชสวน
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.จำรูญ เล้าสินวัฒนา

บทคัดย่อ

จากปัญหาของดอกกุหลาบสีแดงเมื่ออบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟแล้วสีกลีบดอกเปลี่ยนไป เกี่ยวเนื่องจากการสลายตัวของแอนโธไซยานิน จึงทดลองนำสารละลายเคมีต่างๆ ที่ช่วยคงสภาพแอนโธไซยานินมาทดลองแช่ก้านดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีแดงพันธุ์ซาเฟีย 6 วิธีการ ได้แก่ น้ำกลั่น, 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) 9 ชั่วโมงและฉีดพ่นกลีบดอกด้วยสารละลายเคมี 2 วิธีการ ได้แก่ PMS 50 ppm (pH 6.7) และ 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 ให้ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินที่คงสภาพได้มากกว่าสารละลายเคมีอื่นๆ เฉลี่ย 220.67 มก./ล. แต่ยังคงน้อยกว่าวิธีการควบคุม ซึ่งมีปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินเฉลี่ย 287.20 มก./ล. อย่างไรก็ตามวิธีการที่อบแห้งแล้วมีลักษณะคุณภาพที่ปรากฏให้เห็นดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้สารละลายเคมีทุกวิธีการ คือ การแช่ก้านดอกกุหลาบในสารละลาย citric acid (pH 4.0) ก่อนการอบแห้ง ได้คะแนนเฉลี่ย 4.33 คะแนน (สีกลีบดอกสม่ำเสมอ กลีบดอกเรียบ รูปทรงดอกดี) และเท่ากับวิธีการควบคุม

Thesis Title	Effect of Some Chemical Solutions on Quality of Dried Red Rose (*Rosa hybrida*) Var. Saphir.
Student	Miss. Onrawee Paitaworn
Student ID	45065108
Degree	Master of Science
Programme	Horticulture
Year	2006
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Chornitsiri Suisuwan
Thesis Co Advisor	Assist. Prof. Dr.Chamroon Laosinwattana

ABSTRACT

The problem of microwave dried red rose (*Rosa hybrida*) flower was the change of petal color due to the anthocyanin decomposition, the purpose of this study was to solve this problem. The study was carrying out with six treatments of pulsing treatments and two spraying treatments . In the pulsing treatments, 6 chemical solutions were used such as distilled water, citric acid (pH 4.0), 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 (pH 4.4). The pulsing time for each treatment was 9 hours. 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 (220.67 mg/l) but it was less than the control (287.20 mg/l). 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.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำรูญ เล้าสินวัฒนา อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตลอดจนท่านอาจารย์ กรรมการทุกท่าน ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแก้ไขปัญหาต่างๆ และตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณภาควิชาพืชสวน ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการดำเนินงานวิจัย และให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือต่างๆ ตลอดจนพี่ เพื่อน และน้องๆ นักศึกษาที่ช่วยเหลือ และให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เสมอมา

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้สนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่ให้กำลังใจและสนับสนุนในการศึกษาด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

อรรวี ไพถาวร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา 2

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย 3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา 3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และการจำแนกกุหลาบ 4

2.2 การทำแห้งดอกไม้ 5

2.3 รงควัตถุของพืช 6

2.4 ลักษณะการใช้สารละลายเคมี 11

2.5 สารออกฤทธิ์ที่ใช้ผสมในสารละลายเคมี 12

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 15

3.1 เครื่องมือและวิธีการ 15

3.2 สถานที่ดำเนินงาน 16

3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง 16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 วิธีการดำเนินงาน 16

3.5 การบันทึกผล 18

3.6 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 20

บทที่ 4 ผลการทดลอง 21

4.1 การทดลองที่ 1 21

4.2 การทดลองที่ 2 30

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 36

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง 42

บรรณานุกรม 44

ภาคผนวก 48

ประวัติผู้เขียน 60

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ระยะเวลาในการอบแห้งดอกไม้ชนิดต่างๆ ของ Griner (1995)	5
2.2	ระยะเวลาในการอบแห้งดอกไม้ชนิดต่างๆ ของ Smith (1993)	6
4.1	น้ำหนักดอกก่อนการอบ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบ ระหว่างการเก็บรักษา 1–4 สัปดาห์ และคะแนนคุณภาพดอกหลังการอบของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟียจากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	27
4.2	ค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง หลังอบแห้ง และระหว่างการเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	29
4.3	น้ำหนักดอกก่อนอบ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบ ระหว่างการเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ และคะแนนคุณภาพดอกหลังอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย จากการทดลองที่ 2	31
4.4	ค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง หลังอบแห้งและระหว่างการเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย จากการทดลองที่ 2	33
4.5	ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ ซาเฟีย ก่อนการอบ หลังการอบ และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 2	35

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างของฟลาโวนอยด์กลุ่มต่างๆ	7
2.2	โครงสร้างหลักของสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์	7
2.3	โครงสร้าง anthocyanidins	8
2.4	โครงสร้าง anthocyanidins ที่พบบ่อยในธรรมชาติ	8
2.5	การสังเคราะห์แอนโธไซยานิน	9
2.6	โครงสร้างของแอนโธไซยานินที่เปลี่ยนแปลงตาม pH ของสารละลาย (anthocyanidin ชนิด pelargonidin)	11
3.1	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย	15
4.1	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	21
4.2	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	22
4.3	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	22
4.4	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 700 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	23
4.5	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 900 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	23
4.6	ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1	24

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.7 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1 24

4.8 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1 25

4.9 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 700 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1 25

4.10 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 900 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และไม่ใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1 26

4.11 การอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ที่กำลังไฟฟ้า 350 450 และ 550 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุมของการทดลองที่ 1 28

4.12 การทดลองแช่ก้านดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์:ซาเฟีย ในสารละลายเคมีต่างๆ ก่อนการอบแห้งที่กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที เพื่อช่วยคงสภาพแอนโธไซยานินของกลีบดอกกุหลาบ จากการทดลองที่ 2 32

5.1 คะแนนคุณภาพดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย หลังจากเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 37

5.2 ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ก่อนการอบแห้ง หลังการอบแห้ง และหลังเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 2 38

5.3 ค่าสีแดง a (+) ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ก่อนการอบแห้ง หลังการอบแห้ง และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 2 40

5.4 คะแนนคุณภาพของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 2 41

5.5 ค่าสีแดง a (+) ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ก่อนการอบแห้ง หลังอบแห้ง และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 41

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กุหลาบ (*Rosa hybrida*) เป็นไม้ตัดดอกที่ได้รับความนิยมและปลูกกันทั่วโลกมานานแล้ว ซึ่งตลาดประมูลอัลสเมีย ประเทศเนเธอร์แลนด์เป็นตลาดประมูลไม้ดอกที่ใหญ่ที่สุดของโลก มีการซื้อขายกุหลาบเป็นอันดับหนึ่งเมื่อ พ.ศ.2542 มีการซื้อขาย 1,672 ล้านดอก เมื่อเปรียบเทียบกับดอกไม้ชนิดอื่นๆ (เศรษฐพงศ์ เลขะวัฒนะ. 2543) โดยประเทศที่ผลิตกุหลาบรายใหญ่ของโลกได้แก่ อิตาลี เนเธอร์แลนด์ สเปน สหรัฐอเมริกา โคลัมเบีย เอกวาดอร์ อิสราเอล เยอรมนี เคนยา เบลเยียม ฝรั่งเศส และเม็กซิโก 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 สามารถใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางทั้งใช้ในสภาพสด เป็นวัตถุดิบสำหรับกลั่นน้ำมันหอมระเหยและดอกไม้แห้ง (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2545) ต่างประเทศมีความต้องการดอกกุหลาบมาก แต่คุณภาพดอกกุหลาบสำหรับส่งออกของประเทศไทยมีน้อย จึงทำให้กุหลาบที่มีจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นมีปริมาณสูงเป็นผลให้ราคาตกต่ำ นอกจากนี้ในบางฤดูมีกุหลาบตัดดอกที่ล้นตลาด ดังนั้นจึงได้รับความสนใจนำดอกกุหลาบมาแปรรูปเพื่อส่งออกในรูปของดอกไม้แห้ง

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

นอกจากปัญหาเรื่องสีดอกจางเร็วแล้ว กุหลาบที่อบแห้งแล้วมีคุณภาพดีมีสีเดียวเท่านั้นคือ สีส้ม ถ้าเป็นสีแดงเข้มหลังการอบจะกลายเป็นสีดำ ถ้าสีแดงปานกลางถึงสีชมพูจะกลายเป็นสีม่วงที่ไม่สวย ทำให้ไม่มีความหลากหลายของดอกกุหลาบอบแห้ง แต่มีรายงานของต่างประเทศว่าสามารถทำแห้งกับดอกกุหลาบสีชมพูเข้มปานกลางหรืออ่อน สีแดง สีเหลือง และสีส้มได้ แต่ถ้าสีแดงเข้ม (dark red) และสีม่วงจะกลายเป็นมืดมากยิ่งขึ้นหรือกลายเป็นดำ สีขาวและสีชมพูอ่อนมากๆ มีโอกาสกลายเป็นสีน้ำตาล (Whitelaw. 2003)

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

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับอบแห้งกุหลาบตัดดอกสีแดงด้วยตู้อบไมโครเวฟ

1.2.2 เพื่อหาชนิดของสารละลายเคมีที่ช่วยคงสภาพแอนโธไซยานินของดอกกุหลาบสีแดงอบแห้ง

1.2.3 เพื่อเพิ่มความหลากหลายของสีดอกกุหลาบที่อบแห้งแล้วได้ผลดี นำไปสู่การเผยแพร่ให้ผู้เกี่ยวข้องและผู้สนใจต่อไป

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

เนื่องจากการทำดอกไม้อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟ มีปัญหาเรื่องคุณภาพสีของดอก คือสีของดอกจะซีดจางลงหลังการอบแห้งและหลังการเก็บรักษา ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัยโดยปัจจัยที่สำคัญคือ พันธุ์ของดอกไม้ โดยเฉพาะกุหลาบพบว่ากุหลาบที่อบแห้งแล้วมีคุณภาพดีมีสีเดียวเท่านั้นคือสีส้ม ถ้าเป็นสีแดงเข้มหลังการอบจะกลายเป็นสีดำ ถ้าสีแดงปานกลางถึงสีชมพูจะกลายเป็นสีม่วงที่ไม่สวย ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงต้องการหาวิธีการที่เหมาะสม สำหรับเพิ่มชนิดพันธุ์กุหลาบที่อบแห้งแล้วมีคุณภาพดี โดยเฉพาะการอบแห้งดอก

กุหลาบตัดดอกสีแดง เช่น ระยะเวลาการอบและกำลังไฟฟ้าของตู้อบไมโครเวฟที่เหมาะสมของพันธุ์ทดลอง และนำสารเคมีที่มีรายงานว่าน่าจะช่วยรักษาสีของพืช มาทดลองใช้กับกุหลาบก่อนอบเพื่อเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยคงสภาพแอนโธไซยานินของดอกกุหลาบสีแดง ทำให้ดอกไม้อบแห้งมีคุณภาพดี สภาพของสีดอกใกล้เคียงกับสีของดอกไม้ก่อนการอบแห้งมากที่สุด

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ดอกกุหลาบสีแดง เมื่อนำมาอบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟสีจะเปลี่ยนไป ทำให้คุณภาพไม่ดี ดังนั้นจึงนำแนวคิดจากรายงานของอรรวี ไพฉาวร (2546) คือการแช่ก้านดอกกล้วยไม้ก่อนการอบด้วยสารละลายเคมีต่างๆ ช่วยให้กลีบดอกคงสภาพสีได้ดีกว่าวิธีการควบคุมมาทดลองใช้ เพื่อให้ดอกกุหลาบสีแดงหลังการอบแห้งมีคุณภาพสีดีขึ้น

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การอบแห้งดอกกุหลาบสีแดงด้วยตู้อบไมโครเวฟ โดยเริ่มจากการหากำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการอบที่เหมาะสม จากนั้นการนำสารละลายเคมีที่มีคุณสมบัติช่วยรักษาสีของผลิตภัณฑ์พืชมาแช่ก้านดอกไม้หรือฉีดพ่นกลีบดอกก่อนอบและการเก็บรักษาดอกไม้อบแห้งเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการอบ

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

ขั้นตอนที่ทำการศึกษาและทดลองมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.6.1 การทดลองหากำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการอบดอกกุหลาบที่เหมาะสมด้วยตู้อบไมโครเวฟ

1.6.2 หาชนิดของสารเคมีที่ช่วยคงสภาพดอกกุหลาบสีแดงให้อบแห้งแล้วสีมีคุณภาพดีขึ้น

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และการจำแนกกุหลาบ

กุหลาบ "rose" มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Rosa hybrida* เป็นพืชในวงศ์ Rosaceae มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย คำว่า Rosa มาจากภาษากรีกว่า rhedon หมายถึง กลิ่นหอม (โสระยา ร่วมรังษี. 2544) จัดเป็นไม้ดอกประเภทไม้พุ่มผลัดใบ (deciduous shrub) ลำต้นตั้งตรงหรือเลื้อย ใบเป็นใบประกอบชนิดขนนก มีหูใบ 1 คู่ มีใบย่อย 3-5 ใบ จัดเรียงแบบสลับ ใบมีสีเขียวเข้มเป็นมันและมีรอยย่นเล็กน้อย ดอกเป็นแบบ symmetrical มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน มีทั้งดอกชั้นเดียวและดอกซ้อนกัน (วิชิต สุวรรณปรีชา. 2537)

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

2.1.1 กลีบดอกสีเดียว (single colour) ด้านหน้าและด้านหลังของดอก และทุกๆ 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

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) ได้ชี้แนวทางบอกระยะเวลาในการอบแห้งดอกไม้ชนิดต่างๆ ไว้ตามตารางที่ 2.1 นอกจากนี้ยังแนะนำอีกว่า ระหว่างการอบดอกไม้ด้วยไมโครเวฟนั้นควรมีภาชนะบรรจุน้ำไว้ในตู้อบด้วยจะช่วยกระจายความชื้นให้กับดอกไม้ และช่วยให้ดอกไม้หลังการอบมีคุณภาพดีขึ้น ส่วน Smith (1993) รายงานว่าการทำแห้งดอกไม้ด้วยตู้อบไมโครเวฟ ระยะเวลาในการอบขึ้นอยู่กับชนิดของดอกไม้ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 ระยะเวลาในการอบแห้งดอกไม้ชนิดต่างๆ 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.

ตารางที่ 2.2 ระยะเวลาในการอบแห้งดอกไม้ชนิดต่างๆ ของ Smith (1993)

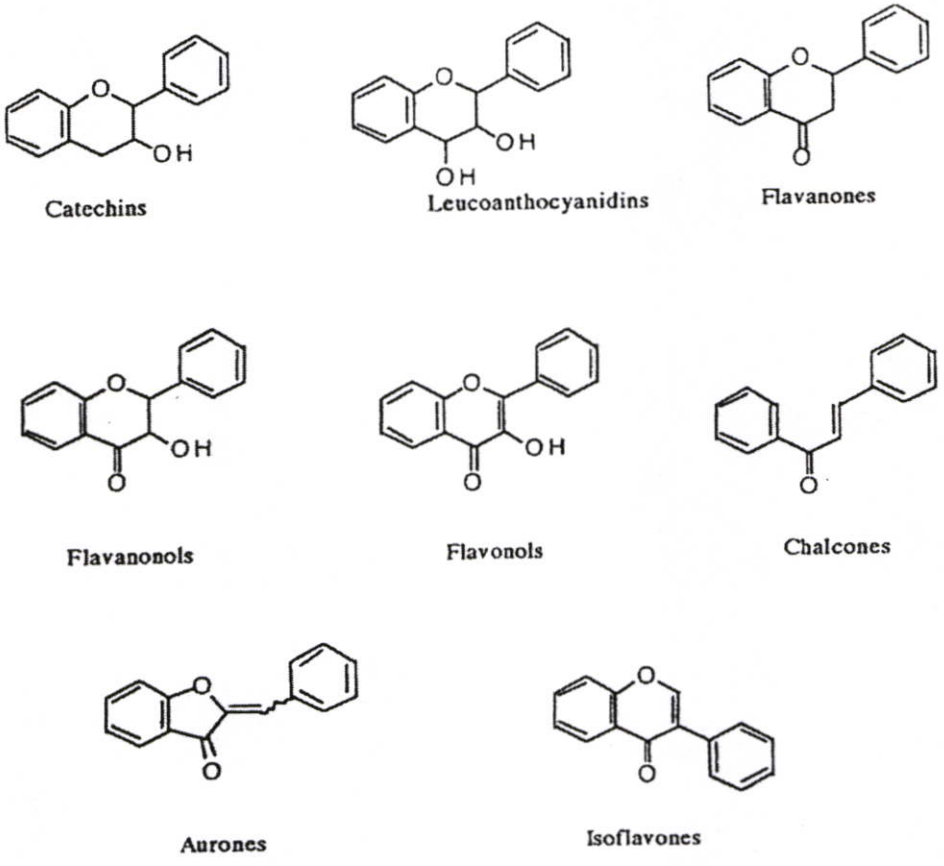
ชนิดของดอกไม้	ระยะเวลาในการอบ (นาที)
คาร์เนชั่น	2.30 ถึง 3
แดฟโฟดิล	1.30 ถึง 2
ผีเสื้อ	1.3
กุหลาบ	1.3
ทานตะวัน	1.45
ไวโอเล็ต	1.30 ถึง 2
บานชื่น	2 ถึง 2.30

ที่มา : Smith. 1993.

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

2.3 รงควัตถุของพืช

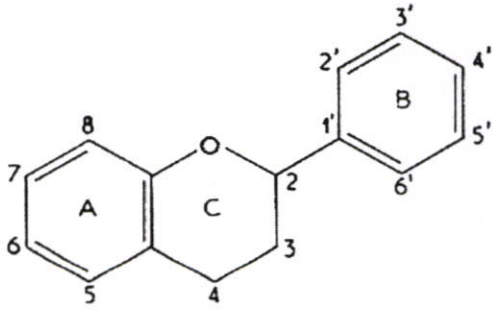
รงควัตถุ (pigment) ของผลิตภัณฑ์พืชประกอบด้วย 3 กลุ่ม (Arthey. 1975 ; Kaufman *et al.* 1999 ; Julien. 2000) กลุ่มที่ 1 คือ คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) มีสีเขียว กลุ่มที่ 2 คือ แคโรทีนอยด์ (carotenoid) จะเป็นสีเหลืองถึงส้ม รงควัตถุสีเหลืองของแคโรทีนอยด์ทั้ง carotene และ xanthophylls จะปรากฏใน chloroplast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



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของฟลาโวนอยด์กลุ่มต่าง ๆ

ที่มา : Kaufman *et al.* 1999.

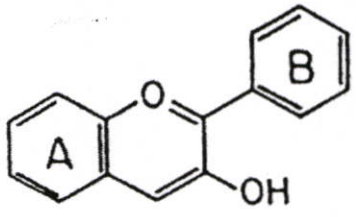
ฟลาโวนอยด์เป็นกลุ่มของสารที่มีคาร์บอน 15 ตัว โครงสร้างหลักของฟลาโวนอยด์ คือ flavan nucleus ต่ออยู่กับวงอะโรมาติกที่เชื่อมกันด้วยหน่วยของคาร์บอน 3 อะตอม (C_6-C_3-C_6) ดังภาพที่ 2.2 (Gross. 1987)



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างหลักของสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์

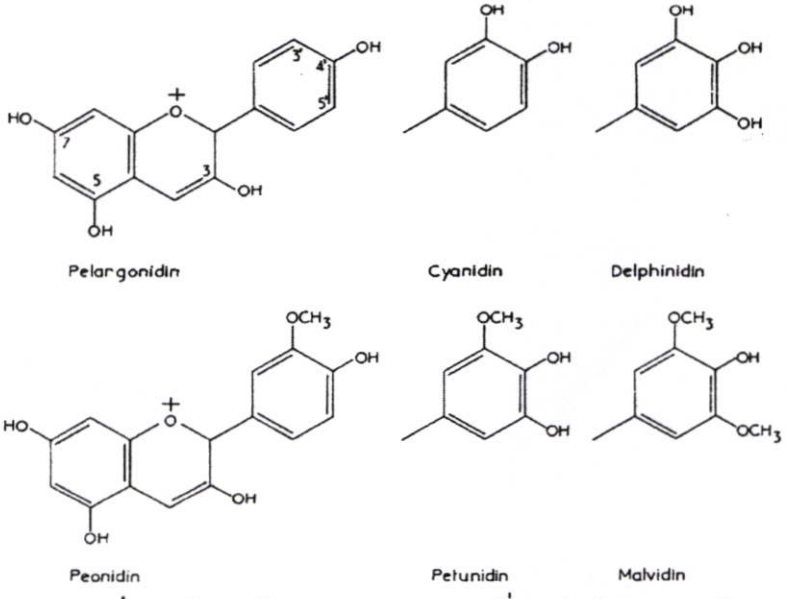
ที่มา : Gross. 1987.

แอนโธไซยานินเป็นรงควัตถุที่สำคัญมากในดอกไม้ พบอยู่ใน cell sap ของพืชมีสีตั้งแต่สีชมพู (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 ภาพที่ 2.3 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 2.4 (Gross. 1987) โดย Harbertson and Adams (2004) เรียก anthocyanidins เหล่านี้ว่าโมโนเมอริคแอนโธไซยานิน



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของ anthocyanidins

ที่มา : อ้อมบุญ ล้วนรัตน์. 2536.

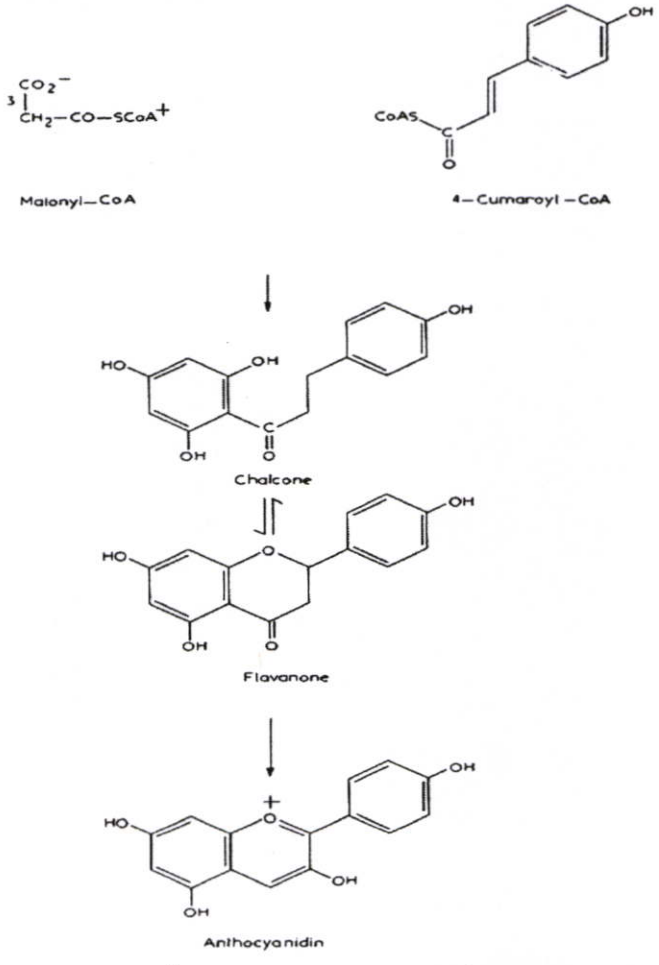


ภาพที่ 2.4 โครงสร้าง anthocyanidins ที่พบบ่อยในธรรมชาติ

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

ในกระบวนการสังเคราะห์แอนโธไซยานินมีเอนไซม์หลายชนิดเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเป็นตัวกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี 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 2.5 (Gross. 1987.)

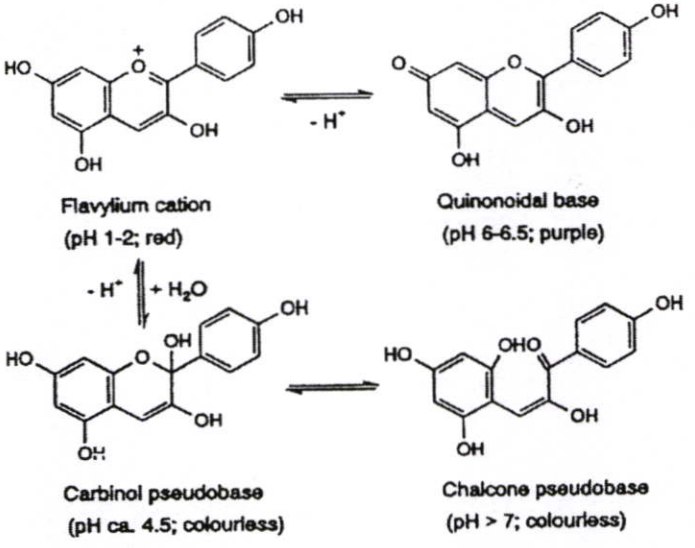


ภาพที่ 2.5 การสังเคราะห์แอนโธไซยานิน

ที่มา : Gross. 1987.

Kaufman *et al.* (1999) ; Dennis *et al.* (1997) ; Giusti *et al.* (1999) และ อ้อมบุญ ล้วนรัตน์. 2536. รายงานว่า สีของดอกไม้อาจถูกควบคุมโดยชนิดของ anthocyanidins (pelargonidin cyanidin หรือ delphinidin) ความเป็นกรด–ด่างของ cell sap ความเข้มข้นของแอนโธไซยานิน สัดส่วนของ co-pigment metal chelation การรวมตัวกับสารอื่นๆ หรือรวมกับเม็ดสี เช่น ฟลาโวนอยด์กลุ่มอื่นๆ (co-pigmentation) 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 เนื่องจากสีที่ปรากฏให้เห็นของผลิตผลพืชเกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ของผิวผลด้วย เช่น ไขที่เคลือบผิว ขนที่ผิวผล รูปร่าง ทิศทางการเรียงตัวของเซลล์ผิว และการสะท้อนแสงของผิวผล เป็นต้น สำหรับสีที่แท้จริงของดอกไม้เกิดจากรงควัตถุหลายๆ ชนิดปะปนกันเกิดเป็นสีใดสีหนึ่ง (โสระยา ร่วมรังษี. 2544)

เนื่องจากแอนโธไซยานินมีความสามารถในการละลายน้ำ (water soluble) และยังมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงในช่วงที่มองเห็นได้ เช่น pelargonidin cyanidin delphinidin (ในเมธานอลที่มีกรด HCl 0.01%) ดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 520 535 และ 546 นาโนเมตร (Gross. 1987 ; Goodwin and Mercer.1983) โดย pelargonidin จะแสดงค่าสีส้ม สีชมพู และสีแดงสด cyanidin จะแสดงค่าสีแดงเข้ม และ delphinidin จะแสดงค่าสีม่วง สีม่วงอ่อน และสีน้ำเงิน (Gross. 1987 ; Buchanan *et al.* 2000) ซึ่ง anthocyanidin 3 ชนิดดังกล่าวพบในสตรอเบอรี ผิวของแอปเปิลและผิวองุ่น ตามลำดับ (Goodwin and Mercer. 1972) แอนโธไซยานินจะไม่คงสภาพเมื่อได้รับความร้อน (Bakowska *et al.* 2002) หรือสลายตัวได้ง่ายเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น แสง อุณหภูมิและความชื้น (วีรยา ศรีเจริญ. 2544 ; มณทิรา บุญวาที. 2547 และฐิติพงษ์ เพ็งแพง. 2546) ส่วน Morais *et al.* (2002) พบว่า แสง ระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตผลมีผลทำให้โมโนเมอริคแอนโธไซยานินสลายตัว นอกจากนี้ Dey and Harborne. (1997) รายงานว่า โครงสร้างของแอนโธไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตาม pH ของสารละลาย ดังภาพที่ 2.6 ในสารละลายกรดจะมีสีแดงของ flavylium cations เมื่อ pH สูงขึ้นสีจะจางลงอยู่ในรูป colourless pseudobase ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ในสารละลายกรดแอนโธไซยานินจะมีความเสถียรภาพมากกว่าในสารละลายที่เป็นกลางหรือด่าง (Hutchings. 1994)



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างของแอนโธไซยานินที่เปลี่ยนแปลงตาม pH ของสารละลาย (anthocyanidin ชนิด pelargonidin)

ที่มา : Dey and Harborne. 1997.

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

การสกัดแอนโธไซยานินจากพืชโดยนำพืชและส่วนต่างๆ ของพืชมาสับ ตัดหรือบด แล้วแช่ในเมธานอลที่มีกรดไฮโดรคลอริคประมาณ 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 ลักษณะคือ

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

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

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

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 การสร้างแอนโธไซยานินจะมีน้ำตาลเข้ามาเกี่ยวข้อง (โสระยา ร่วมรังษี. 2544) ซึ่งน้ำตาลช่วยให้โครงสร้างต่างๆ ภายในเซลล์โดยเฉพาะไมโตคอนเดรียสามารถคงสภาพอยู่ได้ ช่วยปรับปรุงความสมดุลของน้ำ เพิ่มการดูดน้ำ (Nowak and Rudnicki. 1990) แต่น้ำตาลจะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ท่อน้ำของก้านดอกอุดตัน ดังนั้นจึงต้องผสมสารฆ่าเชื้อลงไปด้วย

2.5.3 สารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ สารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) เป็นสารที่ช่วยควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำ เป็นสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ลดการอุดตันของท่อน้ำ และมีรายงานว่าการทดลองแช่ช่อดอกกล้วยไม้ลูกผสมสกุลหวายโจแดงในสารละลายเคมีก่อนการอบแห้งด้วยเตาอบไมโครเวฟ ปรากฏว่า สารละลาย HQS 200 ppm + sucrose 2% + citric acid 150 ppm มีผลทำให้ดอกไม้ที่อบแห้งแล้วรักษาสีไว้ได้ดีกว่าวิธีการอื่นๆ (อรรวี ไพฑาวร. 2546)

2.5.4 กรดอินทรีย์ กรดอินทรีย์ที่ใช้กับดอกไม้ ได้แก่ citric acid ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำช่วยให้ก้านดอกดูดน้ำได้ดี และช่วยรักษาสภาพความเป็นกรดภายในเซลล์ (Nowak and Rudnicki. 1990) ส่วนพิมพ์ปฏิภา ทองเขียว และวิฑูรย์ บุตรศิริ. (2545) รายงานว่า น้ำกลั่นที่ปรับ pH เท่ากับ 4 ด้วย citric acid จะให้ดอกกล้วยไม้แห้งที่มีคุณภาพดี กรดอินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง คือ ascorbic acid ($C_6H_{12}O_6$) กรดแอสคอร์บิกหรือวิตามินซี เป็นวิตามินที่ละลายได้ในน้ำ ช่วยยืดอายุของดอกกุหลาบ เป็นสารต้านทานการออกซิเดชั่น และชะลอการเปลี่ยนสี นอกจากนี้แล้วอาจทำหน้าที่เป็นตัวหยุดปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ (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 รักษาคุณภาพสีได้ดีกว่าวิธีการอื่นๆ

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 ก่อนการทำแห้ง เปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (น้ำกรอง) ซึ่งสารละลาย PMS 50 ppm + sucrose 8% แล้วปรับ pH เท่ากับ 4 ด้วย citric acid รักษาสีของดอกไว้ได้ดีที่สุด แต่เมื่อเก็บรักษา 7 สัปดาห์ สีจะซีดเหมือนกับวิธีการอื่นๆ

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 ในขณะที่วิธีการอื่นๆ 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

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือและวิธีการ

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1.1 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีแดงพันธุ์ซาเฟีย (ภาพที่ 3.1)

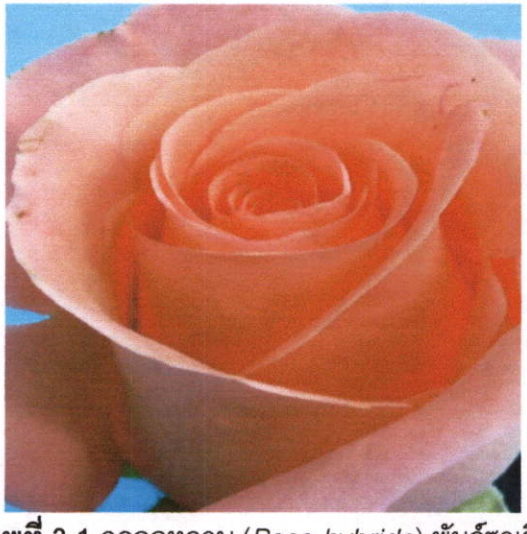
3.1.1.2 สารเคมี ได้แก่ HQS, citric acid, sucrose, HCl, potassium chloride buffer, sodium acetate buffer, ascorbic acid, PMS (potassium metabisulphite)

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 Varpolator (Buchi R-205) เครื่องปั่นแยกสารละลาย (Centrifuge DSC156)



ภาพที่ 3.1 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย

3.2 สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอกไม้ตัดใบ ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2548–กันยายน 2548

3.4 วิธีการดำเนินงาน

3.4.1 เลือกพันธุ์กุหลาบในโซนสีแดงมา 1 พันธุ์ ทำการติดต่อร้านค้าที่มีดอกกุหลาบในโซนสีแดงซึ่งมีปริมาณมากพอที่จะคัดคุณภาพสม่ำเสมอสำหรับทำการทดลองได้ ซึ่งได้พันธุ์ซาเฟียมาทำการทดลองในครั้งนี้

3.4.2 การเตรียมสารละลายเคมีต่างๆ 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

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

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

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

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

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 ที่ช่วยคงสภาพของแอนโธไซยานินมาทดลองใช้กับดอกกุหลาบสีแดงพันธุ์ซาเฟียก่อนการอบแห้ง

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

วิธีการที่ 1 วิธีการควบคุม (control)

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

61671

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

วิธีการที่ 9 เหมือนวิธีการที่ 2 แต่ก่อนการทำแห้งพ่นกลีบดอกด้วยสารละลาย PMS + wetting agent (มีชื่อทางการค้าว่า เอสตอล)

3.5 การบันทึกผล

3.5.1 บันทึกสีของกลีบดอกก่อนอบแห้ง และหลังการอบแห้งและระหว่างการเก็บรักษาทุก 1 สัปดาห์ด้วย R.H.S. Colour Chart จากนั้นนำค่าที่ได้ไปแปลค่าจากสมุดแปลค่าสี ซึ่งมีวิธีปฏิบัติดังนี้

3.5.1.1 นำดอกกุหลาบวางไว้ใต้แผ่นเทียบสีบริเวณที่เจาะรูไว้

3.5.1.2 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)]

$$a = \frac{17.5(1.02x - y)}{\sqrt{y}} \quad (3.1)$$

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

$$b = \frac{7.0(y - 0.847z)}{\sqrt{y}} \quad (3.2)$$

b คือ ค่าสีในตำแหน่งที่อยู่บนแกน y ค่า b (+) = สีเหลือง b (-) = สีน้ำเงิน

3.5.2 บันทึกน้ำหนักดอกก่อนการอบแห้ง หลังการอบแห้ง และในระหว่างการเก็บรักษาทุก 1 สัปดาห์

3.5.3 บันทึกปริมาณของแอนโธไซยานินด้วย spectrophotometer โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินทั้งหมดโดยวิธี pH-differential ตามวิธีการของ Giusti and Wrolstad (2000) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสกัดแอนโธไซยานินด้วยเมธานอล

1. นำดอกกุหลาบของแต่ละวิธีการมาเด็ดกลีบดอกออก และปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า แล้วนำมาชั่งน้ำหนักจำนวน 10 กรัม จากนั้นเติมเมธานอล (0.01% HCl methanol) เป็นจำนวน 4 เท่าโดยปริมาตร ทำการสกัด 3 ครั้ง

2. กรองด้วยผ้าขาวบาง และกรองอีกครั้งหนึ่งด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1

3. นำสารสกัดที่ได้ใส่ใน boiling flask แล้วนำไประเหยเมธานอลใน rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40° C ภายใต้สูญญากาศ

4. นำสารจากข้อ 3 มาละลายด้วยเมธานอลให้ครบ 10 มล.

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการหาปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินในสารสกัดจากขั้นตอนที่ 1 โดยเตรียมสารละลายเคมี 2 ชุด

ชุดที่ 1 0.025 M (KCl 1.86 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 980 มล.) potassium chloride buffer pH 1.0 ด้วย HCl เข้มข้น 37%

ชุดที่ 2 0.4 M (CH_3CO_2Na $3H_2O$ 54.43 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 960 มล.) sodium acetate buffer pH 4.5 ด้วย HCl เข้มข้น 37%

1. เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยสารละลายเคมีชุดที่ 1 เพื่อหาค่า DF ที่เหมาะสม สำหรับนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400-700 nm เช่น DF 10 = 10/10 = 1 คือใช้สารตัวอย่าง 1 มล. เติมสารละลายเคมีชุดที่ 1 ลงไปให้ครบ 10 มล.

2. นำสารจากข้อ 1. มาปั่น (centrifuge) ให้ตกตะกอน เอาสารละลายส่วนที่ใสมาวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ถ้าค่าดูดกลืนแสงยังไม่ใกล้เคียง 1 คือยังไม่เป็นเส้นตรง ให้หาค่า DF ใหม่ จนได้ใกล้เคียง 1

3. เมื่อได้ DF ที่มีค่าดูดกลืนแสงใกล้เคียง 1 จะได้ความยาวคลื่นแสงที่ดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างออกมา

4. นำสารตัวอย่างจาก DF ที่ได้ มาวัดค่าดูดกลืนแสงจากความยาวคลื่นแสงที่วัดได้ และที่ 700 nm

5. นำสารตัวอย่างมาละลายด้วยสารละลายเคมีชุดที่ 2 แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสงจาก DF ที่หาได้ข้างต้น และที่ 700 nm

6. คำนวณค่าดูดกลืนแสงดังนี้

$$A = \left(A\lambda_{vis-\max} - A_{700}\right)pH1.0 - \left(A\lambda_{vis-\max} - A_{700}\right)pH4.5 \qquad (3.3)$$

7. คำนวณความเข้มข้นของ โมโนเมอริคแอนโธไซยานิน ได้ดังนี้

ปริมาณ monomeric anthocyanin pigment (มก./ล.) = (AxMWxDFx1000)/(εx1)

MW = น้ำหนักโมเลกุล 449.2 (cyanidin-3-glucoside)

DF = dilution factor (สารละลายตัวอย่างที่เจือจาง)

ε = molar absorptivity (26,900)

3.5.4 บันทึกคุณภาพอื่นๆ เช่น ความสม่ำเสมอของสี ความเรียบของกลีบดอก รูปทรงของดอก เป็นต้น

3.6 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

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

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1

การทดลองหาวิธีการอบที่เหมาะสมด้วยตู้อบไมโครเวฟสำหรับการอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ซึ่งแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

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

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

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

ภาพที่ 4.2 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า ระยะเวลาอบ 1 นาที มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

ภาพที่ 4.3 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาทีและใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า ระยะเวลาอบ 1 นาที มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

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

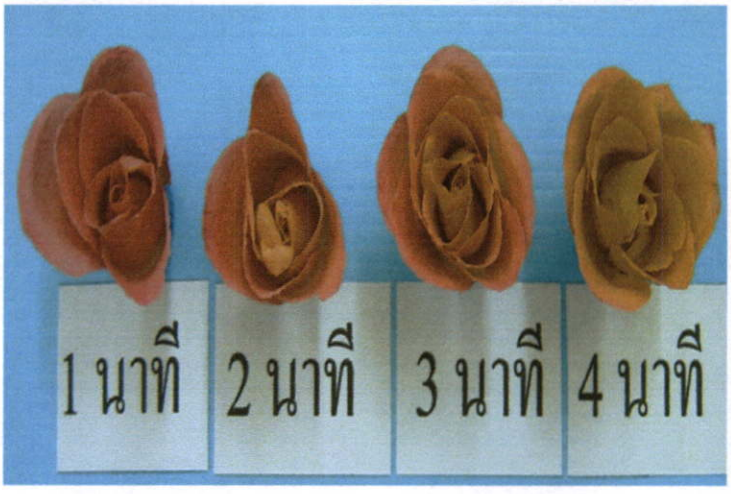
ภาพที่ 4.4 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 700 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า มีคุณภาพไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

ภาพที่ 4.5 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้า 900 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1-4 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบของการทดสอบเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า มีคุณภาพไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

สำหรับการอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ด้วยวิธีการไม่ใช้น้ำ ทุกวิธีการที่ได้ทดสอบเบื้องต้น คือ ที่กำลังไฟฟ้า 350-900 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1-4 นาที ผลปรากฏว่า ดอกกุหลาบอบแห้งมีสีไม่สดใส คุณภาพไม่ดีไม่เหมาะสมสำหรับการทำแห้ง ดังภาพที่ 4.6–4.10

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

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



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

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

ภาพที่ 4.10 ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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 ตารางที่ 4.1) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 2) กับวิธีการที่ 3 และวิธีการที่ 4 (กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ และ 550 วัตต์ ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 2 (กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์)

4.1.3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษา 1–4 สัปดาห์

4.1.3.1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 1-4 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า ทุกวิธีการ (ตารางที่ 4.1) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 3 4 5 และ 6)

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

วิธีการ[1/]	น้ำหนักดอกก่อนอบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษา					คุณภาพดอกหลังเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ (คะแนน)[2/]
		หลังอบ (%)	1 สัปดาห์หลังอบ (%)	2 สัปดาห์หลังอบ (%)	3 สัปดาห์หลังอบ (%)	4 สัปดาห์หลังอบ (%)	
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 = กลีบดอกเรียบ ขอบกลีบเรียบ สีดอกจาง 3 คะแนน = กลีบดอกเรียบ ขอบกลีบไม่เรียบ สีดอกเข้ม 2 คะแนน = กลีบดอกเรียบ ขอบกลีบไม่เรียบ สีดอกจาง และ 1 คะแนน = กลีบดอกไม่เรียบ สีดอกจาง

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

4.1.4 คะแนนคุณภาพของดอกหลังการอบแห้ง

จากการบันทึกคะแนนคุณภาพของดอกหลังการอบแห้ง ได้แก่ ความสม่ำเสมอของสีดอก ความเรียบของกลีบดอกและรูปทรงของดอก ผลปรากฏว่า ทุกวิธีการ (ตารางที่ 4.1) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 7) โดยวิธีการที่ 1 ได้คะแนนคุณภาพดอกดีที่สุด (ภาพที่ 4.11)

ภาพที่ 4.11 การอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.2 ตารางภาคผนวกที่ 10) กับทุกวิธีการ ส่วนวิธีการที่ 2 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 3 และ 4

- ค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกหลังการอบแห้ง จากการวัดค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกหลังการอบแห้ง ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.2 ตารางภาคผนวกที่ 11) กับวิธีการที่ 3 และ 4 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 2

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

วิธีการ[1/]	สีของกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*)											
	ก่อนอบ		หลังอบ		1 สัปดาห์ หลังอบ		2 สัปดาห์ หลังอบ		3 สัปดาห์ หลังอบ		4 สัปดาห์ หลังอบ	
	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 ใช้ระยะเวลาการอบ 1 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/] = ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.1.5.3 สีของกลีบดอกระหว่างการเก็บรักษา 1–4 สัปดาห์

4.1.5.3.1 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 1-2 สัปดาห์

- ทั้งค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกยังคงมีค่าเหมือนหลังการอบในทุกวิธีการ

4.1.5.3.2 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์

- ค่าความสว่าง (L) ของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 (ตารางที่ 4.2) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 12) กับวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการ โดยมีสีดอกเข้มมากที่สุด วัดค่าความสว่าง (L) ได้ 52.46

- ค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 (ตารางที่ 4.2) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 13) กับวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการ โดยมีสีดอกเข้มมากที่สุด วัดค่าสีแดง a (+) ได้ 3.69

4.1.5.3.3 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์

ทั้งค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกไม่เปลี่ยนแปลงจากสัปดาห์ที่ 3

4.2 การทดลองที่ 2

การทดลองศึกษาผลของสารละลายเคมีบางชนิดที่มีต่อแอนโธไซยานินของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ปรากฏว่า

4.2.1 น้ำหนักดอกก่อนการอบแห้ง

จากการบันทึกข้อมูลน้ำหนักดอกก่อนการอบแห้ง ผลปรากฏว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.3 ตารางภาคผนวกที่ 14)

4.2.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบแห้ง

จากการหาค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบแห้ง ผลปรากฏว่า ทุกวิธีการ (ตารางที่ 4.3) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 15)

4.2.3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษา 1–4 สัปดาห์

จากการหาค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 1-4 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า ทุกวิธีการ (ตารางที่ 4.3) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 16 17 18 และ 19)

4.2.4 คะแนนคุณภาพของดอกหลังการอบแห้ง

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

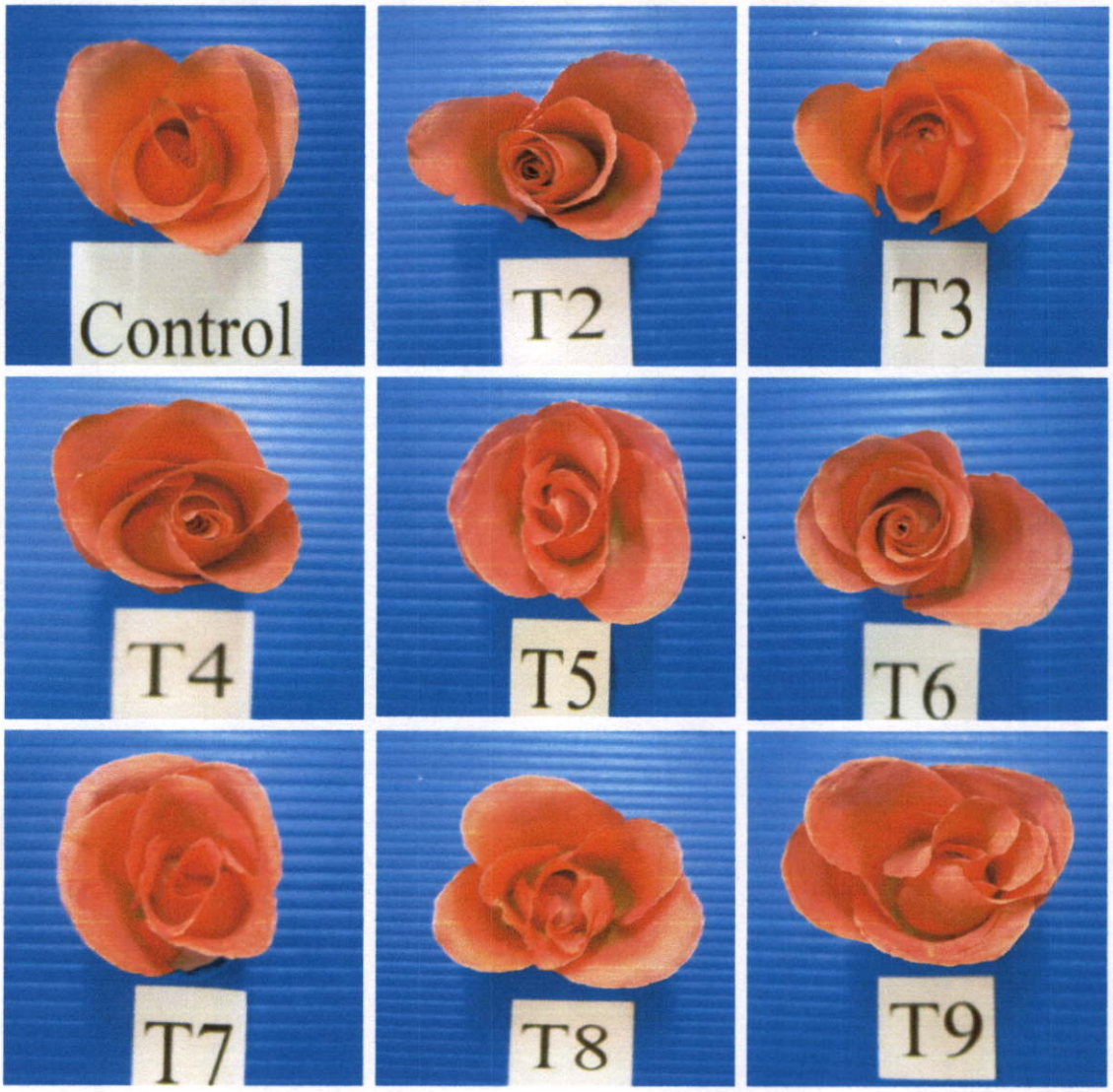
ตารางที่ 4.3 น้ำหนักดอกก่อนอบ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบ ระหว่างการเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ และคะแนนคุณภาพดอกหลังอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย จากการทดลองที่ 2

วิธีการ[1/]	น้ำหนักดอกก่อนอบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษา					คุณภาพดอกหลังเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ (คะแนน)[2/]
		หลังอบ (%)	1 สัปดาห์หลังอบ (%)	2 สัปดาห์หลังอบ (%)	3 สัปดาห์หลังอบ (%)	4 สัปดาห์หลังอบ (%)	
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/] = ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%



ภาพที่ 4.12 การทดลองแช่ก้านดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ในสารละลายเคมีต่างๆ ก่อนการอบแห้งที่กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที เพื่อช่วยคงสภาพแอนโธไซยานินของกลีบดอกกุหลาบ จากการทดลองที่ 2 ผลปรากฏว่าวิธีการที่ 1(วิธีการควบคุม) และวิธีการที่ 3 (citric acid ปรับ pH 4.0) มีคุณภาพดอกสดใสกว่าวิธีการอื่นๆ

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)

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

วิธีการ[1/]	สีของกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*)											
	ก่อนอบ		หลังอบ		1 สัปดาห์ หลังอบ		2 สัปดาห์ หลังอบ		3 สัปดาห์ หลังอบ		4 สัปดาห์ หลังอบ	
	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	73.26	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/] = ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.2.5.2 สีของกลีบดอกหลังการอบแห้ง

- ค่าความสว่าง (L) ของกลีบดอกหลังการอบแห้ง ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 วัดค่าความสว่าง (L) ได้ 52.47 (ตารางที่ 4.4) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 23) กับวิธีการที่ 5 แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่นๆ

- ค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกหลังการอบแห้ง ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 วัดค่าสีแดง a (+) ได้ 3.56 (ตารางที่ 4.4) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 24) กับวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการ

4.2.5.3 สีของกลีบดอกระหว่างการเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์

4.2.5.3.1 สีของกลีบดอกเมื่อเก็บรักษาครบ 1-4 สัปดาห์

ผลปรากฏว่า ค่า L และค่าสีแดง a (+) ของกลีบดอกยังคงเหมือนหลังการอบทุกวิธีการ

4.2.6 ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย

4.2.6.1 ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของกลีบดอกก่อนการอบแห้ง

ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 4 (HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm) มีปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของกลีบดอกก่อนการอบแห้งมากที่สุดเฉลี่ย 244.96 มก./ล. (ตารางที่ 4.5) และมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 25) อย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 6 (PMS 50 ppm) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการอื่นๆ โดยวิธีการที่ 6 มีปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินน้อยที่สุด คือ 97.51 มก./ล.

4.2.6.2 ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของกลีบดอกหลังอบแห้ง

ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 3 (citric acid pH 4.0) มีปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของกลีบดอกหลังอบแห้งมากที่สุดคือ 213.15 มก./ล. (ตารางที่ 4.5) และมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 26) อย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 1 4 6 7 8 และวิธีการที่ 9 โดยวิธีการที่ 1 มีปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินหลังอบแห้งน้อยที่สุด คือ 157.91 มก./ล.

4.2.6.3 ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของกลีบดอก เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์

ผลปรากฏว่า วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) มีปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของกลีบดอกมากที่สุด คือ 287.20 มก./ล. (ตารางที่ 4.5) และมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 27) อย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการ โดยวิธีการที่ 6 มีปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของกลีบดอกน้อยที่สุด คือ 147.78 มก./ล.

ตารางที่ 4.5 ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ก่อนการอบ หลังการอบ และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 2

วิธีการ[1/]	ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานิน		
	ก่อนการอบแห้ง (มก./ล.)	หลังการอบแห้ง (มก./ล.)	เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ (มก./ล.)
T1	194.12a[2/]	157.91f[2/]	287.20a[2/]
T2	201.63a	208.56ab	188.27d
T3	215.91a	213.15a	161.50f
T4	244.96a	187.44c	150.45g
T5	228.93a	208.14ab	177.86e
T6	97.51b	170.66e	147.78g
T7	185.85a	189.73c	165.14f
T8	167.64ab	177.00d	220.67b
T9	165.89ab	204.54b	209.90c
F-test	*	*	*
% CV	29.00	1.72	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/] = ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's Multiple Range Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

หมายเหตุ มก./ล. = มิลลิกรัมต่อลิตร

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การทดลองที่ 1

การทดลองวิธีการอบที่เหมาะสมด้วยตู้อบไมโครเวฟสำหรับการอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ผลปรากฏว่า

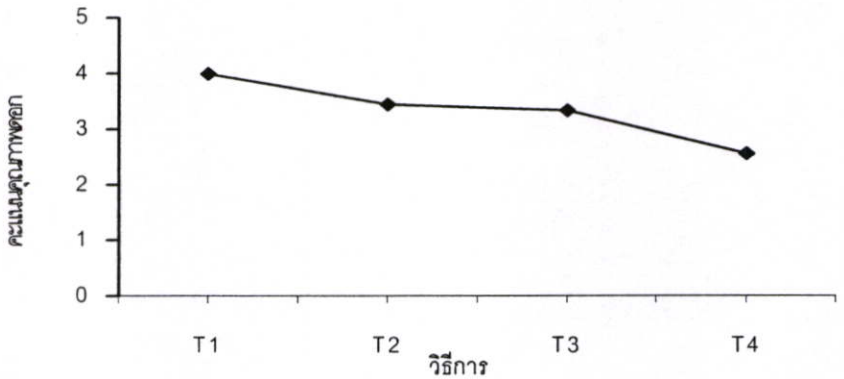
5.1.1 การทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 1

การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟียด้วยตู้อบไมโครเวฟ โดยเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้า 350–900 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1-4 นาที การบรรจุน้ำในถ้วยแก้ววางไว้ในตู้อบไมโครเวฟระหว่างการอบ และการไม่ใช้น้ำ ผลปรากฏว่า การอบดอกกุหลาบที่กำลังไฟฟ้า 350 450 และ 550 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และการใช้น้ำระหว่างการอบมีแนวโน้มให้คุณภาพดอกดีกว่าวิธีการอื่นๆ ซึ่งให้ผลเหมือนกับ กิตติ พงศ์ พรมตัน (2546) และชิตพล เต็งเก้าประเสริฐ (2546) รายงานไว้ว่า การอบดอกกุหลาบด้วยตู้อบไมโครเวฟควรใช้น้ำระหว่างการอบด้วย ซึ่งทำให้ได้ผลดีกว่าการไม่ใช้น้ำ เนื่องจากความแห้งของกลีบและสีของกลีบดอกจะสม่ำเสมอกว่าวิธีการที่ไม่ใช้น้ำเพราะน้ำในตู้อบจะช่วยกระจายความชื้นให้กับดอกไม้และช่วยให้ดอกไม้หลังการอบมีคุณภาพดีขึ้น (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 การอบดอกกุหลาบที่กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบ โดยให้ค่าความสว่าง (L) เฉลี่ย 59.30 ค่าสีแดง a (+) เฉลี่ย 3.27 และคุณภาพดอกซึ่งพิจารณาจากกลีบดอกเรียบ ขอบกลีบเรียบ สีดอกเข้ม มีแนวโน้มดีกว่าวิธีการอื่นๆ ที่อบด้วยตู้อบไมโครเวฟ มีค่าคะแนนคุณภาพเฉลี่ย 3.44 (ตารางที่ 4.2) แต่

ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการอบด้วยกำลังไฟฟ้า 450 และ 550 วัตต์ ซึ่งมีสีกลีบดอกจาง กลีบดอกแห้ง จนมีลักษณะขอบกลีบไม่เรียบ ได้คะแนนคุณภาพเฉลี่ย 3.33 และ 2.55 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ ทุกวิธีการสีจะจางลง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของดอกไม้อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟ ทั้งนี้คงเนื่องจากรงควัตถุของพืช โดยเฉพาะแอนโธไซยานินจะไม่คงสภาพเมื่อได้รับความร้อน (Bakowska *et al.* 2002)



ภาพที่ 5.1 คะแนนคุณภาพดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย หลังจากเก็บรักษาครบ 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

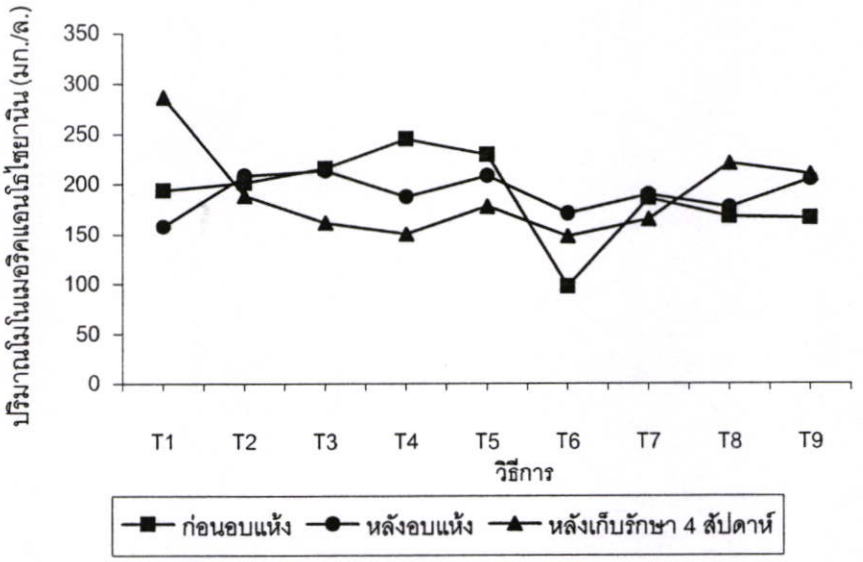
5.2 การทดลองที่ 2

การทดลองศึกษาผลของสารละลายเคมีบางชนิดที่มีต่อแอนโธไซยานินของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีแดงพันธุ์ซาเฟีย ปรากฏว่า

5.2.1 ผลของสารละลายเคมีที่ใช้ทดลองต่อปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินก่อนและหลังการอบแห้ง

จากการทดลองพบว่า ดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายเคมีต่างๆ ก่อนการอบ จะมีปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินที่แตกต่างกันโดยวิธีการที่ 4 (HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm) มีผลทำให้ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินมากที่สุด (ภาพที่ 5.2) สาเหตุคงเนื่องมาจากคุณสมบัติของสารละลายที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส ซึ่งเพิ่มอาหารให้กับดอกไม้ นอกจากนี้น้ำตาลยังช่วยรักษาโครงสร้างของไมโตคอนเดรีย ช่วยปรับสมดุลของน้ำภายในดอกและน้ำตาลยังเป็นส่วนประกอบของโครงสร้างแอนโธไซยานินด้วย (Harborne.1998) สารละลายนี้ยังมี HQS ซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะมาอุดตันท่อน้ำช่วยให้ก้านดอกดูดน้ำได้ดีขึ้น

นอกจากนี้ยังมี citric acid ที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำ ทำให้ก้านดอกดูดน้ำได้ดี และช่วยรักษาสภาพความเป็นกรดภายในเซลล์ (Nowak and Rudnicki. 1990) ทำให้แอนโธไซยานินอยู่ในสภาพสีแดง คุณสมบัติของสารต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นน่าจะมาช่วยทำให้รักษาความเสถียรภาพของโมโนเมอริคแอนโธไซยานิน ได้ดีกว่าวิธีการอื่น



ภาพที่ 5.2 ปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ก่อนการอบแห้ง หลังการอบแห้ง และหลังเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 2 [T1= วิธีการควบคุม T2 = แช่น้ำกลั่น T3 = citric acid (pH 4.0) T4 = HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm (pH 4.3) T5 = ascorbic acid (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)] (T2-T9 ฝังใน silica sand แล้วอบด้วยกำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบ) เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ วิธีการที่ 1 วัดปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินมากที่สุด

เมื่อนำดอกกุหลาบไปอบแห้งแล้ววัดปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานิน พบว่า วิธีการที่ 4 (HQS 200 ppm + sucrose 6% + citric acid 150 ppm) มีแนวโน้มปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินลดลงมากที่สุด (ภาพที่ 5.2) รองลงมาคือ วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม) วิธีการที่ 5 (ascorbic acid) และวิธีการที่ 3 (citric acid) มีแนวโน้มลดลงน้อยที่สุด ในขณะที่วิธีการที่ 6 (PMS 50 ppm) มีแนวโน้มปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ วิธีการที่ 9 (พ่น PMS 50 ppm + wetting agent) วิธีการที่ 8 (พ่น PMS 50 ppm) วิธีการที่ 2 (แช่น้ำกลั่น) และเพิ่มน้อย

ที่สุด คือ วิธีการที่ 7 (HQS 200 ppm + sucrose 6% + PMS 50 ppm + citric acid 150 ppm) ผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า วิธีการที่มี PMS อยู่ในสารละลายที่ใช้แช่ดอกไม้น่าจะมีส่วนทำให้รักษาความเสถียรภาพของโมโนเมอริคแอนโธไซยานินได้ดีกว่าสารเคมีอื่นๆ ที่ทดลองใช้ เพราะมีรายงานว่า PMS มีคุณสมบัติช่วยรักษาสีของผลิตผลแปรรูป เช่นผลไม้แห้ง เครื่องดื่มต่างๆ ให้คงสภาพสีแดงของผลิตผล และมีคุณสมบัติเป็นสาร anti-oxidant ช่วยป้องกันปฏิกิริยา oxidation (Balasubramaniam and Poole.1995) อีกด้วย

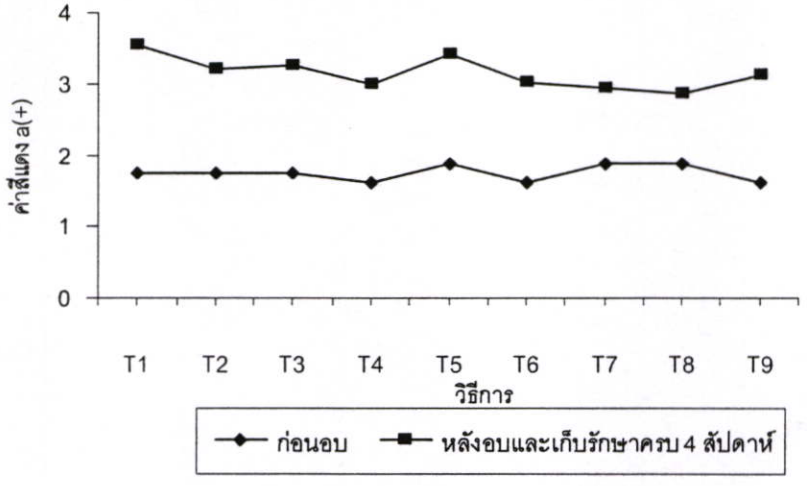
เมื่อเก็บรักษาดอกกุหลาบอบแห้งครบ 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 5.2) ปรากฏว่า วิธีการที่แช่ในสารละลายเคมีต่างๆ มีปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินลดลงทุกวิธีการ ในขณะที่วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม ฝังดอกใน silica sand) และวิธีการที่ฉีดพ่นสารละลาย PMS กลับมีปริมาณโมโนเมอริค แอนโธไซยานินเพิ่มขึ้น แต่วิธีการฉีดพ่นด้วยสารละลาย PMS แม้ว่าจะมีปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินมากขึ้น แต่คุณภาพของกลีบดอกที่ปรากฏให้เห็นมีรอยด่างเป็นจุดกระจายทั่วกลีบดอก จึงไม่เหมาะสมสำหรับการทำแห้ง

5.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินและสีที่ปรากฏของดอกกุหลาบอบแห้ง

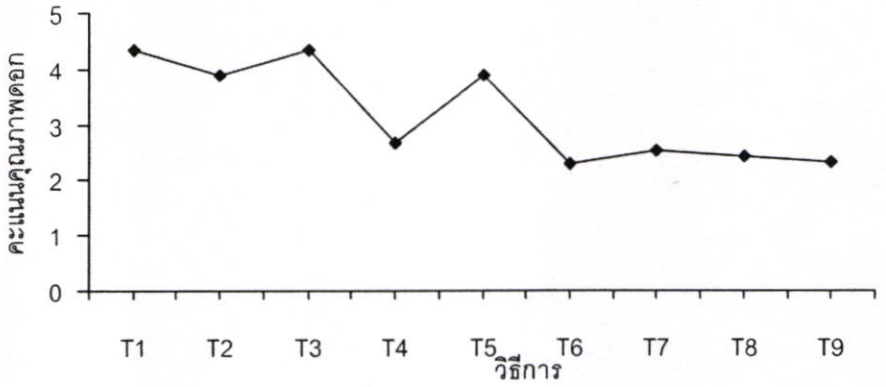
จากการวัดสีกลีบดอกก่อนและหลังการอบด้วย R.H.S. Colour Chart แล้วแปลค่าสีเป็นระบบ L a b colour space พบว่า วิธีการที่ใช้ ascorbic acid ที่ปรับ pH 4.0 (วิธีการที่ 5) ให้ค่าสีดีกว่าวิธีการที่ใช้สารละลายอื่นๆ และอบด้วยไมโครเวฟ (ภาพที่ 5.3) คือ มีค่าความสว่าง (L) 56.40 และค่าสีแดง a (+) 3.42 แต่เมื่อสกัดสารเพื่อหาปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานิน พบว่าวิธีการนี้ไม่ได้มีค่าปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินมากกว่าวิธีการอื่นๆ ทุกวิธีการที่อบด้วยไมโครเวฟ (ภาพที่ 5.2) แสดงว่า สีที่ปรากฏให้เห็นไม่มีความสัมพันธ์ไปทางเดียวกับปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินที่สกัดได้เนื่องจากสีของดอกไม้ถูกควบคุมโดยปัจจัยหลายๆ ปัจจัยได้แก่ ชนิดของ anthocyanidins (pelargonidin cyanidin หรือ delphinidin) ความเป็นกรด–ด่างของ cell sap ความเข้มข้นของแอนโธไซยานิน สัดส่วนของ co-pigment metal chelation การรวมตัวกับสารอื่นๆ หรือรวมกับเม็ดสี เช่น ฟลาโวนอยด์กลุ่มอื่นๆ (co-pigmentation) หรือตำแหน่งของ glycosylation และ acylation (Kaufman *et al.* 1999 ; Dennis *et al.* 1997 ; Giusti *et al.* 1999) ดังนั้นสารเคมีต่างๆ ความเป็นกรดของสารละลายที่แตกต่างกัน และการผ่านความร้อนจากการอบด้วยตู้อบไมโครเวฟจึงเป็นปัจจัยที่ทำให้ดอกไม้หลังการอบแห้งมีสีที่ปรากฏและปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินไม่เป็นไปทางเดียวกัน

5.2.3 ผลของสารละลายเคมีที่ใช้ทดลองต่อคุณภาพของดอกกุหลาบอบแห้ง

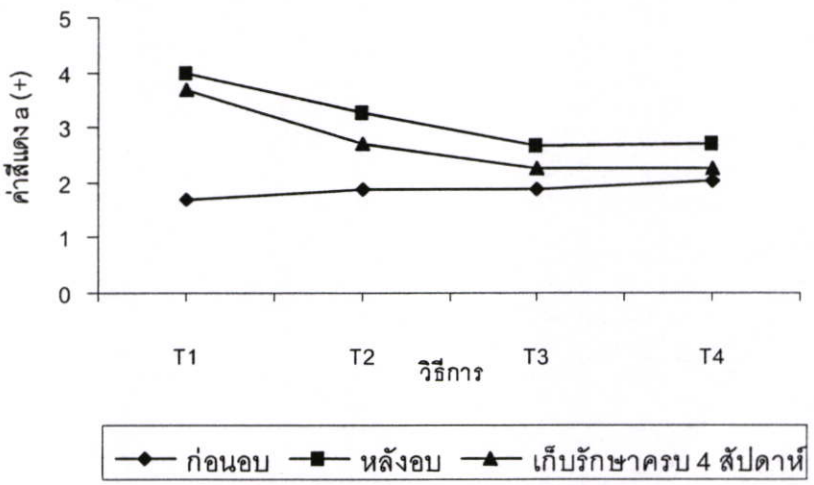
จากการให้คะแนนคุณภาพของดอกกุหลาบอบแห้ง โดยพิจารณาทั้งความสม่ำเสมอของสีดอก ความเรียบของกลีบดอก และรูปทรงของดอก ปรากฏว่า วิธีการที่ 1 (วิธีการควบคุม ฝังดอกใน silica sand) และวิธีการที่แช่ในสารละลาย citric acid ที่ปรับ pH 4.0 ก่อนการอบแห้งได้คะแนนคุณภาพเท่ากัน (ภาพที่ 5.4) แสดงว่าการทำแห้งดอกกุหลาบ ถ้าไม่ได้ทำเป็นการค้าไม่จำเป็นต้องอบด้วยไมโครเวฟ แต่ถ้าทำเป็นการค้าต้องการให้ดอกไม้แห้งรวดเร็ว ควรแช่ก้านดอกกุหลาบในสารละลาย citric acid ที่ปรับ pH 4.0 ก่อนการอบแห้ง แล้วจะทำให้คุณภาพใกล้เคียงกับดอกกุหลาบไม่อบแห้ง แม้ว่าสีจะสดใสไม่เท่ากับดอกไม้แห้งที่ไม่ผ่านการอบด้วยความร้อน (วิธีการที่ 1) แต่มีความสม่ำเสมอของสีดอก ความเรียบของกลีบดอก และรูปทรงของดอก ทำให้ได้คุณภาพเท่ากันและสอดคล้องกับที่พิมพ์ปฏิภา ทองเขียว และ วิฑูรย์ บุตรศิริ (2545) รายงานว่าน้ำกลั่นที่ปรับ pH เท่ากับ 4 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*) พันธุ์ซาเฟีย ก่อนการอบแห้ง หลังอบแห้ง และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 2 [T1 = วิธีการควบคุม T2 = แช่น้ำกลั่น 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)] (T2-T9 ฝังใน silica sand แล้วอบด้วยกำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบ)



ภาพที่ 5.4 คะแนนคุณภาพของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 2 [T1= วิธีการควบคุม T2 = แช่น้ำกลั่น 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)] (T2-T9 ฝังใน silica sand แล้วอบด้วยกำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบ) ซึ่ง T1 และ T3 ได้คะแนนคุณภาพดอกเท่ากันเฉลี่ย 4.33 คะแนน



ภาพที่ 5.5 ค่าสีแดง a (+) ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย ก่อนการอบแห้ง หลังอบแห้ง และเมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 (T1 = วิธีการควบคุม T2 = กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ T3 = กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ และ T4 = กำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ ระยะเวลาอบ 1 นาที และใช้น้ำระหว่างการอบ)

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

การทำแห้งดอกไม้ด้วยตู้อบไมโครเวฟนิยมทำเป็นการค้ากับดอกไม้ได้หลายชนิด แต่ดอกกุหลาบยังไม่สามารถอบด้วยตู้อบไมโครเวฟแล้วมีคุณภาพดีได้ สีกลีบดอกจะเปลี่ยนไปมากและคุณภาพไม่ดี จึงต้องใช้วิธีฝังดอกใน silica sand แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน ดอกจึงแห้งสนิท ทำให้เสียเวลา ใช้เนื้อที่ในการเก็บรักษา และเสียค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้หาวิธีการทำแห้งดอกกุหลาบด้วยตู้อบไมโครเวฟ โดยการทดลองศึกษาหากำลังไฟฟ้า ระยะเวลาการอบที่เหมาะสม การบรรจุถ้วยน้ำไว้ในตู้อบเพื่อช่วยกระจายความชื้นให้ดอกกุหลาบแห้งสม่ำเสมอ และการใช้สารละลายเคมีต่างๆ มาช่วยรักษาสีดอกหลังการอบแห้งให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น จากการทดลองสรุปได้ว่า

1. การทดลองอบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีแดงพันธุ์ซาเฟีย ด้วยตู้อบไมโครเวฟ ปรากฏว่ากำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุด คือ กำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และมีถ้วยบรรจุน้ำไว้ในตู้อบ มีผลทำให้ดอกกุหลาบอบแห้งมีคุณภาพดีที่สุด แต่สีกลีบดอกซีดจางกว่าสีของดอกที่ทำแห้งโดยไม่อบด้วยตู้อบไมโครเวฟ (วิธีการควบคุม) และเมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ ค่าความสว่าง (L) เพิ่มขึ้น และค่าสีแดง a (+) ลดลง ทำให้สีกลีบดอกของวิธีการที่อบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟเริ่มจางมากขึ้น

2. การทดลองนำสารละลายเคมีต่างๆ ที่ช่วยคงสภาพรงควัตถุแอนโธไซยานินมาทดลองแช่ก้านดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) สีแดงพันธุ์ซาเฟีย ได้แก่ น้ำกลั่น 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 วิธีการที่ทำให้ดอกกุหลาบอบแห้งมีคุณภาพดีที่สุด คือการแช่ก้านดอกกุหลาบก่อนอบแห้งด้วยสารละลาย citric acid (pH 4.0) ทำให้คุณภาพสีกลีบดอกสม่ำเสมอ กลีบดอกเรียบ รูปทรงดอกดี ได้คะแนนคุณภาพดีเท่ากับวิธีการควบคุม (วิธีการที่ 1) ดังนั้นจึงน่าสนใจในการนำไปใช้ทางการค้าได้ สำหรับวิธีการที่ใช้สารละลาย PMS (potassium metabisulphite) 50 ppm (pH 6.7) ฉีดพ่นที่กลีบดอกก่อนการอบแห้งด้วยกำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ ระยะเวลาการอบ 1 นาที และบรรจุน้ำในถ้วยแก้ววางไว้ในตู้อบไมโครเวฟระหว่างการอบ ทำให้ดอกกุหลาบอบแห้งหลังจากเก็บรักษาไว้ 4 สัปดาห์ มีปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินมากกว่าวิธีการอื่นๆ ที่อบด้วย

ตู้ไมโครเวฟเฉลี่ย 220.67 มก./ล. แต่สีที่ปรากฏให้เห็นที่กลีบดอกไม่สม่ำเสมอ เป็นรอยด่าง จึงไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้

3. มีข้อสังเกตว่าดอกกุหลาบอบแห้งจากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 ซึ่งไม่ได้แช่ก้านดอกในสารละลายเคมีก่อนอบแห้ง เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ สีกลีบดอกเริ่มจางมากขึ้น ในขณะที่ดอกกุหลาบอบแห้งจากการทดลองที่ 2 ซึ่งมีการแช่ก้านดอกกุหลาบและฉีดพ่นกลีบดอกด้วยสารละลายเคมีก่อนการอบแห้ง ยังคงสภาพของสีกลีบดอกไว้ได้ดีกว่าคือ ค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง a (+) ไม่เปลี่ยนแปลงหลังจากการอบแห้ง แสดงว่าสารละลายเคมีที่ใช้ทดลองช่วยคงสภาพของสีกลีบดอกกุหลาบอบแห้งได้ดีขึ้น

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**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

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

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ และพิมพิไล 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.

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 ด้วยวิธีการต่างๆ และการทดลองแช่ดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ Persiea ในสารละลายเคมีก่อนการอบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟ". ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

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.hm.

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

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

โสระยา ร่วมรังษี. 2544. **สรีรวิทยาไม้ดอก**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

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

อ้อมบุญ ล้วนรัตน์. 2536. **การสกัดและตรวจสอบสารสำคัญจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

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

Bakowska, A., Kucharska, A.Z. and Oszmianski, J. 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., Gruissem, W. and Jones, R.L. 2000. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants.** Rockville : Courier Companies.

Dennis, D.T., Turpin, D.H., Lefebvre, D.D. and Layzell, D.B. 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., Rodriguez-Saona, L.E. and Wrolstad, R.E. 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.vinovation.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., Cseke, L.J., Warber, S., Duke, J.A. and Brielmann, H.L. 1999. **Natural Products from Plants.** Boca Raton : CRC Press LLC.

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., Ramos, C., Forgacs, E., Cserhati, T., and Oliviera, J. 2002. "Influence of Storage Conditions on the Stability of Monomeric Anthocyanins Studied by Reversed-phase High-performance Liquid Chromatography". **Journal of Chromatography B : Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences.** 770(1-2) : 297-301.

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.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 วิเคราะห์ผลทางสถิติน้ำหนักดอกก่อนการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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*) พันธุ์ซาเฟีย 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

ตารางภาคผนวกที่ 3 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลง เมื่อเก็บรักษาครบ 1 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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*) พันธุ์ซาเฟีย 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 %

ตารางภาคผนวกที่ 5 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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*) พันธุ์ซาเฟีย 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 %

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

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	3.179	1.059	1.55	4.07	7.59
Ex.Error	8	5.480	0.685			
Total	11	8.660	0.787			

GRAND MEAN = 3.33

CV = 24.84 %

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T1	3.99	A
T2	3.44	A
T4	3.33	A
T3	2.55	A

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

Analysis of Variance

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

GRAND MEAN = 72.83

CV = 1.42%

ตารางภาคผนวกที่ 9 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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*) พันธุ์ซาเฟีย 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

ตารางภาคผนวกที่ 11 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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

ตารางภาคผนวกที่ 12 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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

ตารางภาคผนวกที่ 13 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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*) พันธุ์ซาเฟีย 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%

ตารางภาคผนวกที่ 15 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงหลังการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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*) พันธุ์ซาเฟีย 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*) พันธุ์ซาเฟีย 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

CV = 0.72 %

ตารางภาคผนวกที่ 18 วิเคราะห์ผลทางสถิติเปอร์เซ็นต์น้ำหนักดอกที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 3 สัปดาห์ของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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*) พันธุ์ซาเฟีย 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 %

ตารางภาคผนวกที่ 20 วิเคราะห์ผลทางสถิติคะแนนคุณภาพดอกของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	16.333	2.041	6.81	2.51	3.71
Ex.Error	18	5.392	0.299			
Total	26	21.726	0.835			

GRAND MEAN = 3.30

CV = 16.55%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T3	4.33	a
T1	4.33	a
T5	3.88	a
T2	3.88	a
T6	3.30	ab
T4	2.66	b
T7	2.55	b
T8	2.44	b
T9	2.33	b

ตารางภาคผนวกที่ 21 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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*) พันธุ์ซาเฟีย 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%

ตารางภาคผนวกที่ 23 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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

ตารางภาคผนวกที่ 24 วิเคราะห์ผลทางสถิติค่าสีแดง a (+) ของสีกลีบดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย 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%

ตารางภาคผนวกที่ 25 วิเคราะห์ผลทางสถิติปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินก่อนการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	60025.70	7503.21	2.49*	2.31	3.26
Ex.Error	27	81299.41	3011.08			
Total	35	141325.12	4037.86			

GRAND MEAN = 189.16

CV = 29.00%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T4	244.96	a
T5	228.93	a
T3	215.91	a
T2	201.63	a
T1	194.12	a
T7	185.85	a
T8	167.64	ab
T9	165.89	ab
T6	97.51	b

ตารางภาคผนวกที่ 26 วิเคราะห์ผลทางสถิติปริมาณปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินหลังการอบแห้งของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	11979.26	1497.40	138.41*	2.31	3.26
Ex.Error	27	292.10	10.81			
Total	35	12271.36	350.61			

GRAND MEAN = 190.79
CV = 1.72%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T3	213.15	a
T2	208.56	ab
T5	208.14	ab
T9	204.54	b
T7	189.73	c
T4	187.44	c
T8	177.00	d
T6	170.66	e
T1	157.91	f

ตารางภาคผนวกที่ 27 วิเคราะห์ผลทางสถิติปริมาณปริมาณโมโนเมอริคแอนโธไซยานินเมื่อเก็บรักษาครบ 1 เดือนของดอกกุหลาบ (*Rosa hybrida*) พันธุ์ซาเฟีย จากการทดลองที่ 2

Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	62844.03	7855.50	726.73*	2.31	3.26
Ex.Error	27	291.85	10.80			
Total	35	63135.89	1803.88			

GRAND MEAN = 189.86
CV = 1.73%

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเชื่อมั่น 0.05
T1	287.20	A
T8	220.67	b
T9	209.90	c
T2	188.27	d
T5	177.86	e
T7	165.14	f
T3	161.50	f
T4	150.45	g
T6	147.78	g

ประวัติผู้เขียน

นางสาว อรรวี ไพถาวร เกิดวันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2522. ที่จังหวัดชุมพร ปี พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (วิทยาเขตชุมพร)

ปี พ.ศ. 2545-ปัจจุบัน ศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร