ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการพืชสวน)

ปริญญา

วิทยาการพืชสวน | พืชสวน

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์น้ำ และการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกกล้วยไม้สกุลหวาย บัวหลวง และพุทธรักษา

Study on Water Relations and Xylem Occlusion in Cut *Dendrobium*, Lotus and Canna Flowers

นามผู้วิจัย นางสาวปรียาภรณ์ ลี้ธิติ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วชิรญา อิ่มสบาย, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลพภวภูตานนท์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรมศักดิ์ทองเกตุ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความสัมพันธ์น้ำ และการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ ในดอกกล้วยไม้สกุลหวาย บัวหลวง และพุทธรักษา

Study on Water Relations and Xylem Occlusion in Cut *Dendrobium*, Lotus and Canna Flowers

โดย

นางสาวปรียาภรณ์ ลี้ธิติ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการพืชสวน)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรียาภรณ์ ลี้ธิติ 2557: การศึกษาความสัมพันธ์น้ำ และการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกกล้วยไม้สกุลหวาย บัวหลวง และพุทธรักษา. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการพืชสวน) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วชิรญา อิ่มสบาย, วท.ด. 90 หน้า

ดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน (*Dendrobium* 'Khao Sanan') ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ (*Nelumbo nucifera* Gaertn., cv. Saddhabutra) และดอกพุทธรักษา (*Canna indica* L.) มีอายุปักแจกันแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของอัตราการดูดน้ำและการคายน้ำ โดยมีอายุปักแจกันเฉลี่ย 19 5 และ 3 วัน ตามลำดับ ซึ่งดอกบัวหลวงมีอัตราการดูดน้ำและการคายน้ำสูงกว่าดอกกล้วยไม้และดอกพุทธรักษา แต่สมดุลน้ำของดอกพุทธรักษามีค่าติดลบเร็วกว่าดอกบัวหลวงและดอกกล้วยไม้ การที่ดอกไม้ดูดน้ำได้น้อยอาจเกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ โดยพบว่า จากการตัดก้านดอกในอากาศ หรือใต้น้ำ หรือทิ้งให้ขาดน้ำ 1 ชั่วโมง ก่อนปักแจกันในน้ำกลั่น ไม่ได้ทำให้ดอกไม้มีอัตราการดูดน้ำแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปได้ว่าฟองอากาศไม่ได้เป็นสาเหตุของการอุดตันท่อลำเลียงน้ำในดอกไม้เหล่านี้ เมื่อปักแจกันในสารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS; 200 mg/L) หรือ dichloroisocyanuric acid (DICA; 25 และ 50 mg/L) พบว่า ดอกกล้วยไม้มีอัตราการดูดน้ำสูงกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น ขณะที่ดอกบัวหลวงและดอกพุทธรักษามีอัตราการดูดน้ำและอายุปักแจกันไม่แตกต่างกัน ส่วนการปักแจกันดอกไม้ทั้งสามชนิดในสารละลาย S-carvone (0.032-0.636 mM), tropolone (0.25 และ 0.5 mM), 4-hexylresorcinol (4-400 μM) และ amitrole (1-10 mM) พบว่า ดอกไม้ทั้งสามชนิดมีอัตราการดูดน้ำและอายุปักแจกันไม่แตกต่างจากการปักแจกันในน้ำกลั่น ยกเว้นดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol และ amitrole ที่มีอายุปักแจกันนานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น เมื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำของก้านดอก พบการอุดตันบางส่วนของท่อลำเลียงน้ำจากเพคติน ลิกนิน และคาร์โบไฮเดรตของดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย HQS, DICA, 4-hexylresorcinol หรือ amitrole ในบริเวณเหนือรอยตัดก้านดอกเท่านั้น แต่พบการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำจากเพคติน ลิกนิน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบฟีนอลในบริเวณเหนือรอยตัดก้านดอก บริเวณเหนือ และต่ำกว่าระดับน้ำปักแจกันของดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น แสดงให้เห็นว่าการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกกล้วยไม้สกุลหวายอาจเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับการสร้างสารประกอบฟีนอลและลิกนิน ขณะที่ดอกบัวหลวงอาจเกิดจากยางของดอกบัวหลวงเอง และดอกพุทธรักษาอาจเกิดจากเมือกบริเวณรอยตัดก้านดอก

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Preyaporn Leethiti 2014: Study on Water Relations and Xylem Occlusion in Cut *Dendrobium*, Lotus and Canna Flowers. Master of Science (Horticultural Science), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Assist. Prof. Wachiraya Imsabai, Ph.D. 90 pages.

The variation in longevity of flower is associated with water uptake and water loss of *Dendrobium* 'Khao Sanan' orchid, lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn., cv. Saddhabutra) and canna (*Canna indica* L.) flowers. The result showed that the average vase life of orchid, lotus and canna flowers were 19, 5 and 3 days, respectively. The rate of water uptake and water loss of lotus flowers was higher than those in orchid and canna flowers. Moreover, the change of water balance to minus value was detected in canna flowers faster than those in orchid and lotus flowers. Stem end blockage may be the cause of reduced water uptake. The result showed that water uptake of these flowers which their stems whether cut in the air, cut under, water or cut and left in the air for 1 hour before holding in distilled water was not significantly different among treatments. This result indicated that air embolism may not be the cause of vascular occlusion in these flowers. The rate of water uptake of orchid flowers held in 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS; 200 mg/L) or dichloroisocyanuric acid (DICA; 25 and 50 mg/L) solution was higher than those held in distilled water while the rate of water uptake and vase life of lotus and canna flowers were not different from those held in distilled water. Holding these flowers in different solutions: S-carvone (0.032-0.636 mM), tropolone (0.25 and 0.5 mM), 4-hexylresorcinol (4-400 μM) and amitrole (1-10 mM) showed that water uptake and vase life were not different from those held in distilled water but the vase life of orchid flowers held in 4-hexylresorcinol and amitrole were longer than those held in distilled water. The anatomical study of xylem showed that partial occlusions caused by pectin, lignin and carbohydrates occurred only at the basal portion of stems of orchid flower held in HQS, DICA, 4-hexylresorcinol and amitrole solutions. In contrast, xylem occlusions by pectin, lignin, carbohydrates and phenolic compounds were observed in orchid flower stems held in distilled water at the basal portion and at the upper and lower positions of holding solution level. Based on this study, it can be concluded that microorganism, phenolic compounds and lignin may be the cause of xylem occlusion in cut *Dendrobium* flowers while the latex or mucilage may be the cause of xylem occlusion in cut lotus and canna flowers, respectively.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วชิรญา อิ่มสบาย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลพ ภวภูตานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณประธานการสอบ และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยเหลือในการแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ประศาสตร์ เกื้อมณี ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับเรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืชในงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัย และศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน

ขอขอบคุณพี่ละอองศรี ศิริเกษร พี่กนกวรรณ ถนอมจิตร อ.ดร. เกียรติสุดา เหลืองวิลัย พี่ชณัฏติกา คำดี พี่มณฑาทิพย์ ทองคุ้ม พี่อิษยา ภู่สิทธิกุล พี่ปิยนุช ศรชัย พี่เพชรรัตน์ เนตรลักษณ์ พี่ไพลิน นงค์คำ นุจรินทร์ ประดิษฐ์การ จิตติมา จิรโพธิธรรม ศิริวรรณ พรรณสี สาวิตรี ดวงสีใส ปัทมวรรณ อนุสรพรพงศ์ และพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและภาควิชาพืชสวนทุกท่านที่มิได้กล่าวนามในที่นี้ และพี่ ๆ เจ้าหน้าที่ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือ รวมทั้งอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนการศึกษาเล่าเรียนอย่างเต็มที่ ตลอดจนน้องชาย น้องสาว ครอบครัวลี้ธิติ และครอบครัวศรชัย ที่ได้ให้การสนับสนุนความรัก ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งในการศึกษา และการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา

ปรียาภรณ์ ลี้ธิติ

กรกฎาคม 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	16
ผลและวิจารณ์	23
ผล	23
วิจารณ์	75
สรุป	83
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	84
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	90

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความเร็วในการเคลื่อนที่ของน้ำ และอายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่น หลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า	24
2	อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่น	29
3	อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกพุทธรักษา เมื่อตัดก้านดอกในอากาศ ตัดก้านดอกใต้น้ำ หรือทิ้งให้ขาดน้ำนาน 1 ชั่วโมง	35
4	อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS)ในระดับความเข้มข้นต่างกัน เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	42
5	อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	42
6	อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	43
7	อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	43
8	อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	44
9	ตัวอย่างก้านดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ย้อมสีชนิดต่างๆ จากดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลายต่างๆในวันแรกของการปักแจกัน (D0) และวันหมดอายุปักแจกัน (D15) โดยเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ในระดับความเข้มข้นต่างกัน เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	55
11	อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	55
12	อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	56
13	อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	56
14	อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	57
15	ตัวอย่างก้านดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ย้อมสีชนิดต่างๆ จากดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลายต่างๆ ในวันแรกของการปักแจกัน (D0) และวันหมดอายุปักแจกัน (D5) โดยเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	62
16	อายุปักแจกันของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ในระดับความเข้มข้นต่างกัน เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	65
17	อายุปักแจกันของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	66
18	อายุปักแจกันของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	66
19	อายุปักแจกันของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	อายุปักแจกันของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	67
21	ตัวอย่างก้านดอกพุทธรักษาที่ย้อมสีชนิดต่างๆ จากดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลายต่างๆในวันแรกของการปักแจกัน (D0) และวันหมดอายุปักแจกัน (D2) โดยเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)	74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพตัดตามขวางก้านดอกของกล้วยไม้หวายปอมปาดัวร์ที่เกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ: A. เกิดการอุดตันจากสารบางอย่าง; B. เกิดการอุดตันจากคาร์โบไฮเดรต; C. เกิดการอุดตันจากสารประกอบฟีนอล; PH ท่อลำเลียงอาหาร (phloem); XY ท่อลำเลียงน้ำ (xylem); OC เกิดการอุดตันของท่อลำเลียง (Ketsa and Nobuchi, 1991)	15
2	อัตราการดูดน้ำของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ที่ปักแจกันในน้ำกลั่นหลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า	25
3	อัตราการดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น หลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า	25
4	อัตราการดูดน้ำของดอกพุทธรักษา ที่ปักแจกันในน้ำกลั่นหลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า	26
5	เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในน้ำกลั่นหลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า	26
6	เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกพุทธรักษา ที่ปักแจกันในน้ำกลั่นหลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า	27
7	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (A) การดูดน้ำ (B) การคายน้ำ (C) และ สมดุลน้ำ (D) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน	30
8	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (A) การดูดน้ำ (B) การคายน้ำ (C) และ สมดุลน้ำ (D) ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์	31
9	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (A) การดูดน้ำ (B) การคายน้ำ (C) และ สมดุลน้ำ (D) ของดอกพุทธรักษา	32
10	เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในน้ำกลั่น	33
11	เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกพุทธรักษา ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น	33
12	การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน เมื่อตัดก้านดอกในอากาศ ตัดก้านดอกใต้น้ำ หรือทิ้งให้ขาดน้ำนาน 1 ชั่วโมง	36

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ เมื่อตัดก้านดอกในอากาศ ตัดก้านดอกใต้น้ำ หรือทิ้งให้ขาดน้ำนาน 1 ชั่วโมง	37
14	การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษา เมื่อตัดก้านดอกในอากาศ ตัดก้านดอกใต้น้ำ หรือทิ้งให้ขาดน้ำนาน 1 ชั่วโมง	38
15	การดูดน้ำ (A) และ เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) เปรียบเทียบกับ dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ที่ความเข้มข้นต่างกัน	45
16	ลักษณะทางกายวิภาคท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) (A, D, G, J,M) ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) (B, E, H, K,N) และ dichloroisocyanuric acid (DICA) (C, F, I, L, O) เมื่อปักแจกันเป็นเวลา 15 วัน ไม่ได้ย้อมสี (A, B, C), ย้อมสี ruthenium red (D, E, F), toluidine blue (G, H, I), PAS reaction (J, K, L) และ urea reaction (M, N, O) (กำลังขยาย 10X) * แสดงตำแหน่งที่ติดสีย้อม/สิ่งอุดตันท่อลำเลียงน้ำ XY = xylem, XY OC = xylem occlusion	46
17	การดูดน้ำ (A) และ เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ความเข้มข้น 0.032, 0.318 และ 0.636 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	47
18	การดูดน้ำ (A) และ เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	48
19	การดูดน้ำ (A) และ เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ความเข้มข้น 4, 40 และ 400 µM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	49

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	การดูดน้ำ (A) และ เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ความเข้มข้น 1, 2, 5 และ 10 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	50
21	ลักษณะทางกายวิภาคท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) (A, D, G, J) เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol (B, E, H, K) และ 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) (C, F, I, L) เมื่อปักแจกันเป็นเวลา 15 วัน ย้อมสี ruthenium red (A, B, C), toluidine blue (D, E, F), PAS reaction (G, H, I) และ urea reaction (J, K, L) (กำลังขยาย 10X) * แสดงตำแหน่งที่ติดสีย้อม/สิ่งอุดตันท่อลำเลียงน้ำ, XY = xylem, XY OC = xylem occlusion	51
22	การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) เปรียบเทียบกับ dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ที่ความเข้มข้นต่างกัน	58
23	การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ความเข้มข้น 0.032, 0.318 และ 0.636 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	58
24	การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	59
25	การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ความเข้มข้น 4, 40 และ 400 μM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	59
26	การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ความเข้มข้น 1, 2, 5 และ 10 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	ลักษณะทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) (A, B, C) และที่ปักแจกันในสารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) (D, E, F, G, H) ในวันที่ 0 ไม่ได้ย้อมสี (A, D) และวันที่ 5 ไม่ได้ย้อมสี (B) ย้อมสี ruthenium red (E), toluidine blue (F), PAS reaction (G) และ urea reaction (C, H); PH ท่อลำเลียงอาหาร (phloem), XY OC เกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ (xylem occlusion), laticifer ท่อน้ำยาง (กำลังขยาย 10X)	61
28	การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) เปรียบเทียบกับ dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ที่ความเข้มข้นต่างกัน	68
29	การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ความเข้มข้น 0.032, 0.318 และ 0.636 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	69
30	การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	70
31	การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ความเข้มข้น 4, 40 และ 400 µM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	71
32	การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrol) ความเข้มข้น 1, 2, 5 และ10 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)	72
33	ลักษณะทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำ (xylem: XY) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) (A, C, D) และดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) (B, E, F, G, H) ในวันแรกของการปักแจกันไม่ได้ย้อมสี (A, B) และในวันที่ 2 ของการปักแจกัน (C) ย้อมสี urea reaction (D, H), ruthenium red (E), toluidine blue (F) และ PAS reaction (G) (กำลังขยาย 10X)	73

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาความสัมพันธ์น้ำ และการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกกล้วยไม้สกุลหวาย บัวหลวง และพุทธรักษา

Study on Water Relations and Xylem Occlusion in Cut *Dendrobium*, Lotus and Canna Flowers

คำนำ

ประเทศไทยมีการผลิต และส่งออกดอกกล้วยไม้หวายตัดดอกเขตร้อนเป็นอันดับหนึ่งของโลก ดอกกล้วยไม้หวายจึงมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทยเป็นอย่างมาก มีมูลค่าการส่งออก และทำรายได้เข้าประเทศไทยปีละหลายพันล้านบาท เนื่องด้วยดอกกล้วยไม้หวายมีรูปทรง และสีสันสวยงาม จึงเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น อิตาลี และสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ทั้งยังเป็นที่ต้องการของตลาดในประเทศเช่นกัน เห็นได้จากมีการใช้ในงานพิธี และเทศกาลต่างๆ แทนที่หรือร่วมกับดอกไม้ชนิดอื่น เช่น กุหลาบ หรือลิลลี่ ดังนั้นความต้องการดอกกล้วยไม้หวายจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งตลาดในประเทศ และต่างประเทศ ส่วนดอกบัวหลวงนั้น เป็นเสมือนสัญลักษณ์แห่งความดีงามในทางพระพุทธศาสนา และถูกยกให้เป็นดอกไม้ตัวแทนของการบูชาพระ เนื่องจากสรีระของดอกบัวหลวงมีลักษณะเหมือนกับการพนมมือไหว้พระ เพราะเหตุนี้คนไทยจึงคุ้นเคยกับดอกบัวหลวงมาตั้งแต่อดีตกาล นอกจากนี้ในปัจจุบันยังได้มีการนำดอกบัวหลวงมาใช้จัดประดับตกแต่งสถานที่ ในงานพิธี หรืองานมงคลต่างๆ เช่น งานแต่งงาน งานบวช เป็นต้น โดยใช้จัดร่วมกับดอกไม้ชนิดอื่นๆ จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับดอกกับบัวหลวงมากยิ่งขึ้น และในปัจจุบันมีการส่งเสริมการปลูกดอกบัวหลวงเพื่อการส่งออกมากขึ้น แต่ปัญหาสำคัญของไม้ตัดดอก คือ อายุการใช้งาน โดยดอกกล้วยไม้หวายมีอายุปักแจกันนานประมาณ 10-15 วัน ส่วนดอกบัวหลวงมีอายุปักแจกันสั้นเพียง 3-5 วัน ซึ่งการที่ดอกไม้แต่ละชนิดมีอายุปักแจกันแตกต่างกัน อาจขึ้นอยู่กับอัตราการดูดน้ำ และการคายน้ำของดอกไม้แต่ละชนิด รวมถึงลักษณะทางกายวิภาคที่แตกต่างกันด้วย การเสื่อมสภาพของดอกไม้เกิดจากการขาดน้ำ โดยมีสาเหตุมาจากการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ ทำให้ไม่สามารถรักษาสมดุลน้ำระหว่างการดูดน้ำเข้าภายในเซลล์ และการสูญเสียน้ำออกนอกเซลล์ ซึ่งอาจ จะมีเชื้อแบคทีเรีย ฟองอากาศ เอนไซม์บางอย่าง ยาง หรือเมือกเป็นสาเหตุทำให้เกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ (Rogers, 1973; Marousky, 1972; สายชล, 2531)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น dichloroisocyanuric acid (DICA) หรือ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) (Marousky, 1972; Loubaud and van Doorn., 2004; บุญเกื้อ, 2537; Ketsa and Kosonmethakul., 2001) เป็นต้น หรือการใช้สารยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอล และลิกนิน เช่น S-carvone, tropolone, 4-hexylresorcinol หรือ 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) เป็นสารละลายปักแจกันกับไม้ตัดดอกหลายชนิด ทำให้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีอายุปักแจกันนานขึ้นด้วย (He *et al*., 2006; Damunupola *et al*., 2010; Vaslier and van Doorn., 2003; Loubaud and van Doorn., 2004; Van Doorn and Vaslier, 2002)

ในขณะที่ดอกพุทธรักษาเป็นดอกไม้ที่สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไป เป็นที่รู้จักทั้งในประเทศ และต่างประเทศ โดยหลายประเทศนำมาเป็นดอกไม้หลักในการตกแต่งสถานที่ที่สำคัญๆ และแม้ว่าดอกพุทธรักษาจะเหมาะกับการปลูกเพื่อประดับตกแต่งอาคารบ้านเรือน แต่เนื่องด้วยความที่มีสีสันสวยงามสะดุดตา จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นไม้ตัดดอกได้ไม่ยาก อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดในเรื่องอายุการใช้งานที่สั้นของดอกพุทธรักษา ทำให้มีความนิยมนำมาใช้งานน้อย ดังนั้นหากเข้าใจถึงความสัมพันธ์น้ำ และการเสื่อมสภาพ อาจทำให้ดอกพุทธรักษากลายเป็นไม้ตัดดอกที่มีการนำมาใช้งานมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

การศึกษาความสัมพันธ์น้ำ และการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกกล้วยไม้สกุลหวาย บัวหลวง และพุทธรักษา มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์น้ำของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย บัวหลวง และพุทธรักษา

2. เพื่อศึกษาสาเหตุของการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย บัวหลวง และพุทธรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

ดอกกล้วยไม้สกุลหวาย

กล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*) อยู่ในวงศ์ Orchidaceae เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เป็นพันธุ์ไม้ที่มีการกระจายพันธุ์มากที่สุด เนื่องจากพบเห็นมากกว่ากล้วยไม้สกุลอื่น (ไมตรี, 2541) มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และบริเวณหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก (ระพี, 2516) กล้วยไม้สกุลหวายเป็นกล้วยไม้สกุลใหญ่ที่สุดมีมากกว่า 1,200 ชนิด (Rittershausen and Rittershausen, 2001)

กล้วยไม้สกุลหวายเป็นกล้วยไม้ที่มีระบบรากกึ่งอากาศ (semi-epiphyte) รากยาว และมีลักษณะอวบน้ำ มีเยื่อหุ้มอยู่ด้านนอก ลักษณะบวมพองคล้ายฟองน้ำ ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ และทำหน้าที่สะสมอาหาร โดยปกติรากจะอาศัยเกาะยึดอยู่ตามต้นไม้ หรือวัสดุปลูก

ลำต้น มีการเจริญเติบโตด้านข้างหรือแบบซิมโพเดียล (sympodial) คือเจริญไปตามแนวนอนด้วยเหง้า (rhizome) ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นลำต้นของกล้วยไม้ เมื่อต้นโตเต็มที่จะมีการแตกหน่อใหม่จากโคนกอเรื่อยๆ และจะช่วยเก็บสะสมน้ำและอาหาร เรียกส่วนนี้ว่า ลำลูกกล้วย (pseudo-bulb) ส่วนของลำลูกกล้วยนี้มีข้อปล้อง และตา สามารถแตกเป็นหน่อ และเกิดเป็นเหง้าเล็กๆ สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ (ระพี, 2548)

ใบ มีสีสันและขนาดตามแต่ละชนิด มีหน้าที่ช่วยในการสังเคราะห์แสง แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ แผ่นใบ (leaf blade) และส่วนของกาบใบ (leaf sheath) โดยแผ่นใบมีลักษณะแบน ยาว มีหน้าตัดรูปตัววี เส้นกลางใบหรือเส้นย่อยๆจะอยู่ในลักษณะขนานไปตามความยาวของใบ แผ่นใบจะอยู่ชิดกับกาบใบที่เป็นส่วนต่อจากแผ่นใบ ช่วยห่อหุ้มลำต้นยึดใบไว้กับลำต้น (เศรษฐมันตร์, 2550)

ช่อดอก (inflorescence) เป็นแบบ raceme คือช่อดอกที่มีก้านยาวไม่แตกแขนง โดยจะออกช่อดอกจากข้อซึ่งอยู่ที่ปลายลำลูกกล้วย หรือตามข้อซึ่งอยู่ถัดลงมาทางส่วนโค้งของลำลูกกล้วย (ระพี, 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดอก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (hermaphroditic หรือ perfect flower) ประกอบด้วย กลีบดอก 2 ชั้น ได้แก่ กลีบเลี้ยง (sepal) 3 กลีบ และกลีบดอก (petal) 3 กลีบ กลีบดอกชั้นนอกจะมีรูปร่างและสีสันเหมือนกัน กลีบดอกชั้นใน 2 กลีบบน จะมีรูปร่างเหมือนกัน แต่กลีบดอกล่างมีลักษณะแตกต่างออกไป จึงมีชื่อเรียกเฉพาะว่า ปาก (lip หรือ labellum) กลีบดอกทั้ง 6 กลีบ จะเชื่อมต่อกับเส้าเกสร (column) ซึ่งเป็นส่วนที่ประกอบด้วยเกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย เส้าเกสรมีลักษณะเป็นเดือย หรือส่วนที่ยื่นออกมาจากกลางดอกที่ปลายสุดเป็นที่อยู่ของอับเรณู (anther) ภายในอับเรณูมีเรณูสีเหลืองเกาะกันเป็นก้อนๆ ก้อนเรณูนี้เรียกว่า กลุ่มเรณู (pollinia) ในกล้วยไม้สกุลหวาย มีกลุ่มเรณู 2 ก้อนอยู่ในอับเรณู ถัดเข้ามาข้างในของเส้าเกสรจะเป็นยอดเกสรเพศเมีย (stigma) โดยมีจะงอยเล็ก (rostellum) กั้นอยู่ระหว่างเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย ตรงส่วนยอดเกสรตัวเมียมีการสร้างน้ำเมือกเหนียวขึ้นมา ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการถ่ายเรณู (pollination) กลุ่มเรณูที่ตกลงมาบริเวณนี้เริ่มงอกและแทงเข้าไปในเส้าเกสร ภายในเป็นช่องของก้านชูเกสรเพศเมียเชื่อมต่อลงไปยังรังไข่ โดยทั่วไปเมื่อมีการถ่ายละอองเกสรช่องนี้จะเชื่อมปิดอย่างรวดเร็ว รังไข่ (ovary) อยู่ตรงบริเวณก้านดอกที่อยู่ชิดกับโคนกลีบดอก ภายในมีช่อง 3 ช่อง แต่เนื่องจากว่ามีการเชื่อมกันของผนังด้านใน จึงทำให้เกิดช่องรังไข่เพียงช่องเดียว แต่ถ้าดูจากผนังด้านนอกแล้วจะเห็นว่าแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ภายในรังไข่มีไข่อ่อน (ovule) เม็ดเล็กๆ เกาะติดเรียงเป็น 3 แนว ไข่อ่อนมีการพัฒนาเมื่อดอกได้รับการผสมเกสรแล้ว (Der-Pijl and Dodson, 1996)

ฝัก (pods) ลักษณะคล้ายทรงกระบอก หรือทรงกลม บางชนิดรูปรี ฝักอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมีเมล็ดอยู่ด้านในเพื่อขยายพันธุ์ต่อไป เมล็ดของกล้วยไม้มีขนาดเล็กมากบางชนิดก็คล้ายฝุ่นผง เมื่อฝักแก่จะแตกออกสามารถปลิวลมไปไกล เมื่อตกอยู่ในที่อุดมสมบูรณ์ก็จะเจริญงอกงามได้ แต่เปอร์เซ็นต์การงอกนั้นน้อยมาก (เศรษฐมันตร์, 2550)

ปัจจุบันประเทศไทยสามารถผลิต และส่งออกดอกกล้วยไม้หวายเขตร้อนมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก หากพิจารณาสัดส่วนการส่งออกของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*) มีมูลค่าการส่งออกมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 80 ในปี 2556 มีปริมาณ และมูลค่าการส่งออกของดอกกล้วยไม้ตัดดอก 19,424 ตัน มีมูลค่า 2,046 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญของไทยแบ่งเป็น ตลาดเอเชีย ที่มีความต้องการดอกกล้วยไม้สีอ่อน ทรงกลม ช่อยาว โดยมีญี่ปุ่นเป็นผู้นำเข้ารายใหญ่ รองลงมาคือ จีน และเกาหลีใต้ ส่วนตลาดยุโรป ที่มีความต้องการดอกกล้วยไม้สีขาว และสีเข้ม ช่อยาว โดยมีอิตาลีเป็นผู้นำเข้าอันดับหนึ่ง รองลงมา คือ เนเธอร์แลนด์ ส่วนตลาดอื่นๆ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย สำหรับประเทศคู่แข่งของไทย คือ มาเลเซีย และสิงคโปร์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดอกกล้วยไม้ที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน ส่วนใหญ่มีการนำพันธุ์จากต่างประเทศเข้ามาพัฒนาจนได้พันธุ์ลูกผสมที่มีลักษณะเหมาะสำหรับปลูกเพื่อตัดดอก และจำหน่ายเป็นกล้วยไม้กระถาง ดอกกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกที่ประเทศไทยส่งออกเป็นพันธุ์แรก คือ พันธุ์ปอมปาดัวร์ หรือหวายมาดาม ส่วนในปัจจุบันพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก ได้แก่ พันธุ์บอมโจแดง บอม 17 เอียสกุล ขาวสนาน ขาวประวิทย์ แอนนา ซากุระ และบูรณะเจต (ทวีพงศ์, 2551)

ดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน

เป็นไม้ตัดดอกที่นิยมนำไปใช้ในการบูชาพระ หรือจัดตกแต่งงานพิธีต่างๆ ร่วมกับดอกไม้ชนิดอื่นๆ มีลักษณะประจำพันธุ์ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ดังนี้

ลำต้น มีลักษณะเป็นลำลูกกล้วยรูปรี ยาวประมาณ 58.50 cm เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.91 cm

ใบ มีลักษณะเป็นรูปไข่แคบ ยาวประมาณ 17.03 cm กว้างประมาณ 5.67 cm

ดอก สีพื้นกลีบดอกเป็นสีขาว ฟอร์มดอกกึ่งฟอร์มกลม กว้างประมาณ 5.44 cm ยาวประมาณ 6.21 cm ความยาวทั้งช่อประมาณ 57.30 cm จำนวนดอกบนช่อดอกประมาณ 15-20 ดอก การเรียงตัวของดอกบนช่อดอกประมาณ 3 แถว จำนวนช่อดอกต่อลำลูกกล้วยประมาณ 2-5 ช่อดอก อายุการใช้งานเฉลี่ย 9 วัน

ดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน เป็นพันธุ์ที่ปลูกเลี้ยงง่าย ก้านช่อยาว ให้ผลผลิตดีดอกดกในช่วงฤดูฝน มีกลิ่นหอมอ่อนๆ เมื่อสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงโดนฝนมักประสบปัญหาเรื่องดอกตูมฝ่อและร่วง การแตกหน่อใหม่ค่อนข้างช้า มีลักษณะตรงกับคุณสมบัติของไม้ตัดดอกที่ดี คือ ช่อดอก และดอกมีความสวยงามตรงตามพันธุ์ บานทน มีอายุใช้งานนานกว่า 7 วัน มีลักษณะง่ายต่อการบรรจุหีบห่อ ทนต่อการขนส่งทางไกล และดอกไม่หลุดร่วงง่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์

ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ (*Nelumbo nucifera* Gaerth var. Sattabutra) จัดอยู่ในวงศ์ Nelumbonaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเอเชียเขตร้อนและกึ่งร้อน เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ มีลักษณะประจำพันธุ์ คือ ขนาดดอกใหญ่ มีกลีบดอกสีขาวปนเขียว ดอกตูมมีรูปร่างแบบรูปไข่ทรงป้อม ดอกบัวหลวงต้องการแสงแดดกึ่งร่มกึ่งแดดถึงเต็มที่ และไม่พักตัวในฤดูหนาว เจริญได้ดีในแหล่งน้ำที่มีความลึก 75-100 cm สภาพน้ำนิ่งแต่มีการไหลถ่ายเทได้ มี pH ของน้ำ 7.5 สามารถเจริญได้เมื่อไม่มีวัชพืชปะปน (เสริมลาภ, 2538) โดยจารีย์ (2519) ได้บรรยายลักษณะพันธุ์สัตตบุษย์ไว้ดังนี้

ลำต้น มีลักษณะเป็นเหง้า (rhizome) ไหล (stolon) หรือหัว (tuber) ฝังอยู่ใต้ดินโคลนใต้ผิวน้ำลึก 5-15 cm ตรงข้อส่วนบนมีตา ใบ และดอก ส่วนล่างมีราก มีปล้องทอดไปตามแนวดินยาว 14-20 cm

ราก เป็นระบบรากฝอย พบออกจากข้อจำนวนมาก รากอ่อนมีสีขาว และหมวกรากใหญ่ รากแก่จะมีแขนงมาก ความยาวรากประมาณ 3-7 cm

ใบ เป็นใบเดี่ยว และชูเหนือน้ำ มีความกว้าง 36-58.5 cm มีรูปร่างกลมแต่มีส่วนเว้า ขอบใบเป็นคลื่น ด้านบนใบมีสีเขียว ส่วนด้านล่างใบมีสีนวล และใบเป็นแบบ palmately netted venation

ดอก มีลักษณะเป็นดอกเดี่ยวขนาดใหญ่สีขาว รูปไข่ทรงป้อม ดอกบานเต็มที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9-12 cm มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ กลีบชั้นในมีสีขาว ประมาณ 12-16 กลีบ เรียงตัวเป็นชั้นรอบฐานรองดอก ส่วนกลีบชั้นนอกมีสีเขียว ประมาณ 4-7 กลีบ รูปทรงรี ขนาดเล็กเรียงตัวเป็นชั้น 2-3 ชั้นสับหว่างกัน โดยกลีบดอกชั้นนอกจะเกิดอาการกลีบดำ เหี่ยวและหลุดร่วงได้ง่าย เกสรตัวผู้ชั้นนอกๆ เป็นหมัน โดยมีก้านชูเกสรตัวผู้ที่แบนบาง และสีขาวคล้ายกลีบชั้นในแต่มีขนาดเล็กกว่า ไม่มีอับเรณู และตอนปลายมีส่วนที่ยื่นออกมามีฐานเรียวเล็ก และส่วนปลายพองใหญ่มีสีขาว ส่วนเกสรตัวผู้ชั้นในไม่เป็นหมัน มีอับเรณูจำนวนน้อย 7-14 อัน มีก้านชูเกสรตัวผู้เป็นเส้นเรียวยาวสีเหลือง ตอนบนมีอับเรณูสีเหลืองติดตามความยาวของแกน เกสรตัวเมียมีรังไข่ และ carpel 16-18 อัน รังไข่มีสีเหลืองนวลฝังตัวอยู่บนของฐานรองดอกรูปกรวย การฝังตัวของรังไข่ไม่ติดกัน ก้านชูเกสรสั้น ยอดเกสรตัวเมียเป็นแผ่นกลมสีเหลืองเป็นมันแข็งภายใน แต่ภายในรังไข่มีไข่สีขาวนวล 1 อัน ส่วนก้านดอกมีสีลักษณะเหมือนก้านใบ มีก้านดอกยาว 88.5-177.5 cm

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผล เป็นแบบ aggregate fruit มีขนาดกว้าง 3.5-4 cm สูง 4-5 cm มีสีเขียวเข้ม ผลย่อยเป็นแบบ nut มีเปลือกหนา และมีสีเขียว ส่วนที่ฝังอยู่ในฐานรองดอกมีสีเหลืองปนเขียว

เมล็ด มีผลย่อยไม่เจริญเต็มที่ มีเปลือกหุ้มหนาและนิ่มใบเลี้ยง 2 ใบ และต้นอ่อนขนาดเล็ก จำนวน 1 ต้น โดยดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ติดเมล็ดน้อย และไม่ติดฝัก

ดอกบัวหลวง นอกจากจะใช้ปลูกเป็นไม้ประดับ และเป็นไม้ตัดดอกเพื่อบูชาพระแล้ว สามารถนำส่วนอื่นๆไปใช้ประโยชน์ได้อีก กล่าวคือ เหง้าและราก ใช้เป็นอาหาร ยาบำรุงกำลัง แก้ร้อนใน และแก้ท้องร่วง (จารีย์, 2519; Burgill, 1966) เมล็ดอ่อนและแก่ ใช้เป็นอาหาร กลีบดอกชั้นใน เป็นยาแก้โรคหนองใน ท้องร่วง แก้ไข้ และใช้ทำเครื่องสำอาง (Burgill, 1966) เกสรตัวผู้ ใช้ชงชา บำรุงหัวใจ แก้ไข้ และเข้าเครื่องยาหอม (กสิน, 2500; Burgill, 1966) ใบอ่อน ใช้เป็นอาหาร ส่วนใบแก่ ใช้ห่ออาหาร หรือของต่างๆ (กสิน, 2500) เป็นต้น

นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการนำดอกบัวหลวงมาใช้จัดประดับตกแต่งในงานพิธี และงานมงคลต่างๆ และจัดประดับสถานที่ร่วมกับดอกไม้ชนิดอื่นๆ มากยิ่งขึ้น จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับดอกบัวหลวงนอกจากใช้บูชาพระ หรือพิธีทางศาสนาอีกด้วย

ดอกพุทธรักษา

ดอกพุทธรักษา (*Canna indica* L.) จัดอยู่ในวงศ์ Cannaceae เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีถิ่นกำเนิดที่หมู่เกาะฮาวาย เป็นไม้เขตร้อน สามารถทนได้ทุกสภาพอากาศ พบได้ทั่วไปตามธรรมชาติ มีชื่อสากลที่เรียกว่า Cannas มาจากศัพท์ของภาษากรีกที่เขียนเป็นอังกฤษว่า Kanna หมายถึง ต้นไม้ที่มีลักษณะคล้ายต้นอ้อ ดอกพุทธรักษายังมีชื่อเรียกอื่นๆ อีก เช่น Canna lily, Indian short plant, ดอกบัวละวง หรือดอกพุทธสร เป็นต้น โดยจิตราภรณ์ และอรพรรณ (2548) ได้บรรยายลักษณะของดอกพุทธรักษาไว้ดังนี้

ราก เป็นแบบ fibrous root system รากออกจากส่วนของหัว และโคนของลำต้น หัวของพุทธรักษาเป็นแบบ tuberous rhizome โดยหัวจะ เป็น tuber ก่อน แล้วแตกกิ่งเป็นแบบ rhizome ซึ่ง rhizome นี้จะแทงออกด้านข้าง ขนานไปตามพื้นดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลำต้น ลำต้นมีความสูงประมาณ 1-2 m ซึ่งเป็นลำต้นเทียม (pseudostem) มีลำต้นแท้จริงอยู่ใต้ดินเรียกว่า เหง้า มีการเจริญเติบโตโดยแตกหน่อเป็นกอคล้ายกับกล้วย ลักษณะหน่อที่เจริญเป็นต้นเหนือพื้นดินนั้น มีลักษณะกลมแบนสีเขียวขนาดลำต้นโตประมาณ 2-4 cm

ใบ แผ่นใบมีสีเขียว ปลายแหลม รูปใบพาย ขอบใบอ่อนและเรียบ มีสีขาว เมื่อมีอายุมากจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล มีเส้นกลางใบ ใหญ่ มีเส้นใบขนานกัน และทำมุมประมาณ 35° กับเส้นกลางใบ และกาบใบ เกิดขึ้นทุกๆ ข้อของลำต้นและเกิดสลับกัน กาบใบเป็นส่วนที่หุ้มลำต้นและชูส่วนของแผ่นใบเอาไว้ มีขนาดความยาวพอๆ กับแผ่นใบ

ดอก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ออกดอกเป็นช่อแบบ panicle ตรงส่วนยอดของลำต้น มีก้านดอกสั้นมาก โดยมักจะบานครั้งละ 1-2 ดอก ช่อละ 8-10 ดอก กลีบดอกบางนิ่ม ขนาดของดอกและสีสันแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ เช่น สีแดง แสด เหลือง ชมพู ขาว กลีบเลี้ยง 3 กลีบ ขนาดเล็กสีเขียวอ่อน กลีบดอก 3 กลีบ มีเกสรตัวผู้ซึ่งเปลี่ยนรูปร่างไปเหมือนกลีบดอก มีขนาดใหญ่

ผล เป็นแบบ capsule มีหนาม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.25 cm เมล็ดเมื่อยังอ่อนมีสีขาว เมื่อแก่จะมีสีดำ เมล็ดเป็นแบบ hard seed คือ จะแข็งทั้ง seed coat และ endosperm ลักษณะของเมล็ดกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 cm

ส่วนต่างๆ ของพุทธรักษามีสรรพคุณเป็นสมุนไพร ได้แก่ เหง้า แก้โรคตับอักเสบ บิด ตกขาว ประจำเดือนไม่ปกติ ไอ วัณโรค ดอก ใช้ห้ามเลือด รักษาแผลมีหนอง เมล็ด บดพอกแก้ปวดศีรษะ ส่วนใบ แก้อาการจุกเสียด ท้องเสีย และอาเจียน

สมัยโบราณคนไทยมักนิยมปลูกต้นพุทธรักษาไว้หน้าบ้าน เนื่องจากมีความเชื่อว่าจะช่วยคุ้มครอง ป้องกันอันตรายแก่บ้าน และผู้อาศัยได้ นอกจากนี้ยังใช้พุทธรักษาเป็นดอกไม้ประจำวันพ่ออีกด้วย ปัจจุบันได้มีการปลูกดอกพุทธรักษาอย่างกว้างขวาง เนื่องจากไม่ต้องดูแลรักษามากนักจะอยู่ทั้งในที่แห้งแล้ง หรือน้ำท่วมขังก็ได้ พุทธรักษายังเป็นไม้ดอกที่เป็นที่นิยมทั่วโลกระดับนานาชาติโดยหลายๆ ประเทศนิยมใช้ให้เป็นไม้หลักในการตกแต่งสถานที่ เนื่องจากลักษณะช่อดอกที่หลากสีสัน นอกจากนี้ยังปลูก-ดูแลง่าย และสวยงามอยู่เสมอ อีกทั้งยังมีพันธุ์ที่ใบมีสีสวยงามด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาวะสมดุลของน้ำ

เมื่อตัดดอกไม้ออกจากต้นแล้ว ดอกไม้ยังคงมีการหายใจ และมีการคายน้ำอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นดอกไม้ยังคงต้องการน้ำ สารอาหาร และออกซิเจนเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้ เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณน้ำ และอาหารที่สะสมอยู่ในก้านดอกจะถูกใช้ และลดลงไปเรื่อยๆ ทั้งยังสูญเสียน้ำบางส่วนออกจากเซลล์ด้วย ถ้าหากดอกไม้ไม่มีการดูดน้ำเพื่อทดแทนการคายน้ำได้เพียงพอ จะทำให้ดอกไม้เกิดการขาดน้ำ ทำให้ดอกเหี่ยวและมีอายุการใช้งานสั้น ดังนั้นจึงต้องควบคุมให้ดอกไม้มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด และให้ดอกไม้มีการดูดน้ำเข้าไปทดแทนการคายน้ำ ทำให้เกิดภาวะสมดุลของน้ำภายในก้านดอก กล่าวคือ ดอกไม้มีอัตราการดูดน้ำเท่ากับอัตราการคายน้ำที่สูญเสียไป

van Doorn (1999) ศึกษาความสัมพันธ์น้ำของไม้ตัดดอกเขตร้อนชนิดต่างๆ พบว่าดอกพุทธรักษามีอัตราการดูดน้ำต่ำ ทำให้กลีบดอกแสดงอาการเหี่ยวเร็ว จึงมีอายุปักแจกันสั้น และพบว่ากล้วยไม้ *Cymbidium* มีอัตราการดูดน้ำสูง แต่มีอัตราการคายน้ำต่ำ จึงเกิดการขาดน้ำน้อย และมีอายุปักแจกันนานกว่าดอกกล้วยไม้ *Phalaenopsis* ที่มีอัตราการดูดน้ำต่ำกว่าการคายน้ำ จึงมีอายุปักแจกันสั้น นอกจากนี้ผลการศึกษากล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายพันธุ์ Pompadour และ พันธุ์ Jaquelyn Thomas ที่ทิ้งไว้ให้ขาดน้ำนาน 12 ชั่วโมง พบว่าเกิดการเสื่อมสภาพของดอกตูม และดอกบานมากกว่าดอกกล้วยไม้ที่ไม่ขาดน้ำ และมีอายุปักแจกันเพียง 22.8 วัน ขณะที่ดอกกล้วยไม้ที่ได้รับน้ำปกติมีอายุปักแจกันนานถึง 33.3 วัน (ศิริวรรณ, 2529)

ภาวะสมดุลของน้ำเกี่ยวข้องกับอัตราการดูดน้ำ อัตราการคายน้ำ และความสามารถของเนื้อเยื่อของดอกไม้ที่จะอุ้มน้ำไว้ได้ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาที่มีความสัมพันธ์ และเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน

ดอกไม้ที่มีการสูญเสียน้ำอยู่ตลอดเวลาจากการหายใจ จะทำให้ปริมาณน้ำที่สะสมในก้านดอกลดลง นอกจากนี้บางส่วนของน้ำจะระเหยออกทางปากใบ ทำให้ปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ในเซลล์ลดน้อยลง และหากดอกไม้ไม่มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นจะแสดงอาการกลีบดอกเหี่ยว และมีอายุปักแจกันสั้นลง (นิธิยา และดนัย, 2537) ดังนั้นจึงต้องควบคุมดอกไม้ให้มีอัตราการคายน้ำน้อย และให้สูญเสียน้ำน้อยที่สุด จึงต้องมีการให้น้ำแก่ดอกไม้ อาจทำได้โดยการนำโคนก้านดอกไม้แช่น้ำ เพื่อทดแทนน้ำที่สูญเสียไปจากการคายน้ำ ทำให้เกิดภาวะสมดุลของน้ำภายในก้านดอก นอกจากนี้การ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ดอกไม้ดูดน้ำลดลงอาจเป็นผลจากท่อลำเลียงน้ำ (xylem) บริเวณก้านดอก หรือโคนก้านดอกเกิดการอุดตัน ซึ่งการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำอาจเกิดเนื่องจากหลายสาเหตุ

สาเหตุการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกไม้

จุลินทรีย์

ในสารละลายปักแจกันอาจมีเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ โดยเฉพาะพวกแบคทีเรีย ซึ่งแบคทีเรียมีการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว และเป็นจำนวนมาก ทำให้สามารถอุดตันท่อลำเลียงน้ำของก้านดอกได้ นอกจากนี้แบคทีเรียยังอาจสร้างเมือกขึ้น ซึ่งสามารถอุดตันท่อลำเลียงน้ำของก้านดอกได้ (Rogers, 1973) ดังเช่นพบการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำเนื่องจากเชื้อแบคทีเรียในดอกกล้วยไม้ *Cymbidium* และ *Phalaenopsis* ทำให้มีการดูดน้ำลดลง และมีอายุปักแจสั้นลงด้วย (van Doorn, 1999)

การใช้น้ำที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ หรือเติมสารเคมีที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ลงในน้ำปักแจกันจะช่วยควบคุม หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ทำให้ดอกไม้มีการดูดน้ำดีขึ้น (นิธิยา และดนัย, 2537) การทดลองใช้สารละลายสูตรต่างๆ ซึ่งมีสารฆ่าจุลินทรีย์เป็นองค์ประกอบ เช่น มีการใช้ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) และ silver nitrate ร่วมกับน้ำตาลซูโครส เป็นสารละลายปักแจกันในดอกบัวหลวง 4 พันธุ์ คือ สัตตบุษย์ สัตตบงกช บุณฑริก และปทุม ทำให้ดอกบัวหลวงมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น แต่มีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างจากการปักแจกันในน้ำกลั่น (บุญเกื้อ, 2537) และมีการใช้ HQS ร่วมกับ aluminum sulfate และน้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายปักแจกันในดอกกล้วยไม้หวาย ทำให้กล้วยไม้หวายมีอายุปักแจกันนานขึ้น และมีการบานเพิ่มของดอกตูม (Ketsa and Kosonmethakul, 2001) มีการใช้น้ำตาล ร่วมกับสารยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ผสมในน้ำอุ่นเป็นสารละลายปักแจกัน ทำให้ดอกกล้วยไม้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และมีอายุปักแจกันนานขึ้น (van Doorn, 1999) นอกจากนี้ยังมีการใช้สาร dichloroisocyanuric acid (DICA) ซึ่งเป็นสารฆ่าจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง เป็นสารละลายปักแจกันใน *Gloriosa rothschildiana* และในดอกไม้ 14 สายพันธุ์ที่นิยมใช้เป็นไม้ตัดดอก โดยเปรียบเทียบกับสารฆ่าจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ และน้ำกลั่น พบว่า DICA ช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำปักแจกัน โดยช่วยลดจำนวนแบคทีเรียในน้ำปักแจกัน ทำให้ดอกไม้มีการดูดน้ำ และมีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น ทั้งยังช่วยให้มีอายุปักแจกันนานขึ้นด้วย (Jones and Truett, 1992; Jones and Hill, 1993)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฟองอากาศ

หากในท่อลำเลียงน้ำมีฟองอากาศ ฟองอากาศจะไปขัดขวางการลำเลียงน้ำในท่อลำเลียงน้ำ จึงทำให้ประสิทธิภาพการดูดน้ำ และการเคลื่อนที่ของน้ำลดลง โดยฟองอากาศจะเข้าทางรอยตัดก้านดอกในขณะตัดดอก ระหว่างการขนส่ง หรือการปักแจกัน (Rogers, 1973)

การอุดตันของท่อลำเลียงน้ำโดยฟองอากาศ สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการตัดปลายก้านดอกใต้น้ำก่อนการปักแจกัน เนื่องจากการตัดก้านดอกใต้น้ำทำให้น้ำในท่อเลียงน้ำ มีการเคลื่อนที่ได้ดีและต่อเนื่องมากกว่าการตัดก้านดอกในอากาศ (Evans *et al*., 1996) ในขณะที่รายงานของอุบล และสุนทรี (2554) พบว่า ดอกกุหลาบพันธุ์เรดมาสเตอร์พีชที่ตัดปลายก้านดอกในอากาศ หรือตัดใต้น้ำมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกัน โดยการอุดตันของท่อลำเลียงจากฟองกาศ สามารถเกิดได้ทั้งจากดอกไม้ที่ตัดก้านดอกแล้วปักแจกันทันที หรือดอกไม้ที่ตัดก้านดอกแล้ววางทิ้งไว้ให้ขาดน้ำ (van Doorn, 1997)

น้ำยาง และเมือก

เมื่อตัดก้านดอกในดอกไม้บางชนิดอาจมีน้ำยาง หรือเมือกบริเวณรอยตัด ตัวอย่างเช่น เกิดน้ำยางไหลหลังจากที่ตัดก้านดอกบัวหลวง (Halevy and Mayak, 1981) หรือเกิดเมือกบริเวณรอยตัดก้านดอกของดอกพุทธรักษา เป็นต้น สารเหล่านี้อาจจะขัดขวางการดูดน้ำของท่อลำเลียงน้ำได้ (Marousky, 1972)

การศึกษาในดอกบัวหลวง พบว่า มีน้ำยางไหลออกมาบริเวณบาดแผล และคาดว่าจะไปอุดตันท่อลำเลียงน้ำ จึงลดน้ำยางด้วยการจุ่มน้ำร้อน 30 วินาที ซึ่งเป็นวิธีที่ลดน้ำยางของดอกบัวได้ดีที่สุด (ผานันท์ และ สุธารัตน์, 2540) แต่การลดน้ำยางด้วยน้ำร้อนทำให้เนื้อเยื่อบริเวณที่จุ่มน้ำร้อนเกิดการตายได้ มีรายงานว่าการแช่โคนก้าน *Euphorbia fulgens* ในกรด citric (pH = 2.8) นาน 1 ชั่วโมง พบว่า ลดการไหลของน้ำยางได้ และไม่ทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้นตาย รวมทั้งมีอายุปักแจกันนานขึ้นด้วย (van Doorn, 1997) ในขณะที่รายงานของ Pinto และคณะ (2009) พบว่า การลดน้ำยางด้วยการจุ่มในน้ำร้อน 40 ºC นาน 1 นาที หรือจุ่มในน้ำเดือด 95 ºC นาน 3 วินาที หรือแช่ใน 90% isopropyl alcohol นาน 10 นาที ให้ผลลดน้ำยางในดอกบัวหลวงได้ดีที่สุด แต่ไม่สามารถช่วยยืดอายุปักแจกันได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของก้านดอก

เป็นผลตอบสนองเนื่องจากการเกิดบาดแผลที่ใกล้กับบริเวณรอยตัดก้านดอก เซลล์บริเวณดังกล่าวมีการสร้างเอนไซม์ และสารบางชนิดออกมา เช่น เอนไซม์ cellulase เพื่อย่อยสลายผนังเซลล์ ได้เป็นเพคติน และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งสารเหล่านี้ไปอุดตันท่อลำเลียงของก้านดอก โดยจะเกิดในบริเวณก้านดอกที่อยู่เหนือระดับน้ำที่แช่หรือปักแจกันดอกไม้ หรืออาจมีสาร polyphenol ที่ถูกปล่อยจากบาดแผลของรอยตัดที่โคนก้านดอก เพื่อเป็นการสมานบาดแผล ป้องกันการสูญเสียน้ำ และป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนมากับน้ำปักแจกัน ซึ่งสาร polyphenol เหล่านี้อยู่ในแวคิวโอล เมื่อเซลล์โดนทำลาย จึงมีโอกาสสัมผัสกับออกซิเจนโดยตรง และจะถูก oxidise โดยการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) แล้วเปลี่ยนเป็นควิโนน (quinone) ซึ่งสารนี้จะพิษต่อพืช และทำให้ท่อลำเลียงน้ำเกิดการอุดตันได้ (สายชล, 2531; จริงแท้, 2553)

นอกจากนี้เมื่อดอกไม้เกิดบาดแผล จะมีการสังเคราะห์เอนไซม์ phenylalanine ammonialyase (PAL) และ peroxidase (POD) ขึ้น โดยเอนไซม์ PAL จะเป็นเอนไซม์สำคัญในการสร้างสารประกอบฟีนอล โดยเอนไซม์ PAL จะเปลี่ยน phenylalanine ไปเป็นกรด cinnamic จากนั้นจะมีเอนไซม์อีกตัวเพื่อเปลี่ยนกรด cinnamic ให้กลายเป็นสารประกอบฟีนอล (phenolic compound) มากมายหลายชนิด แล้วสารประกอบฟีนอล เหล่านั้นจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของแอลกอฮอล์หลายชนิด ซึ่งแอลกอฮอล์ของสารประกอบฟีนอลจะถูก oxidise โดยเอนไซม์ POD ก่อให้เกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้นกลายเป็นสารประกอบลิกนิน (จริงแท้, 2553) ซึ่งลิกนิน เหล่านี้จะทำให้ท่อลำเลียงน้ำเกิดการอุดตันได้

การป้องกันการอุดตันของก้านดอก เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ทำได้โดยการปรับค่า pH ของน้ำ หรือสารละลายให้มีค่า pH อยู่ระหว่าง 3-4 เนื่องจากความเป็นกรด จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ได้ ผลของการใช้สารละลายที่ผสมสารยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอล และลิกนิน ได้แก่ สารละลาย S-carvone ที่มีผลยับยั้งเอนไซม์ phenylalanine ammonialyase (PAL) สารละลาย tropolone และสารละลาย 4-hexylresorcinol ที่มีผลยับยั้งเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ในกระบวนการสร้างสารประกอบฟีนอล สารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ที่มีผลยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ peroxidase (POD) ในการสังเคราะห์ลิกนิน และซูเบอริน

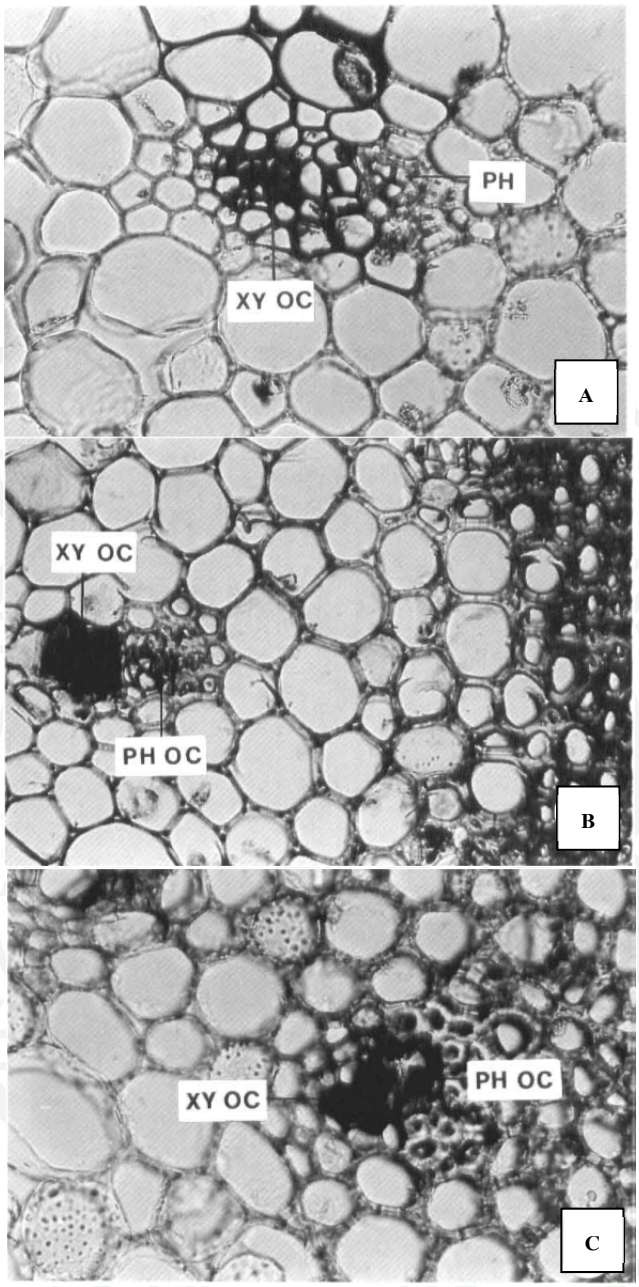
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการใช้สารละลาย S-carvone กับ *Grevillea* ‘Crimson Yul-lo’ พบว่า มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และช่วยยืดอายุปักแจกันได้ (He *et al*., 2006) เช่นเดียวกับรายงานของ Damunupola และคณะ (2010) ใช้สารละลาย S-carvone กับ *Baeckea frutescens* และ *Chamelaucium uncinatum* แต่ให้ผลตรงข้ามกับใน *Acacia holosericea* และดอกเบญจมาศ มีการใช้สารละลาย tropolone กับดอกกุหลาบ Astilbe และ Viburnum พบว่า ช่วยชะลอการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ และชะลอการเหี่ยวได้ (Loubaud and van Doorn, 2004) เช่นเดียวกับการใช้สารละลาย 4-hexylresorcinol กับดอก Bouvardia (Vaslier and van Doorn, 2003) และมีการใช้สารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) กับดอกเบญจมาศ พบว่า ทำให้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และชะลอการเกิดอาการเหี่ยวของใบ (van Doorn and Vaslier, 2002)

ลักษณะทางกายวิภาคของดอกไม้เมื่อเกิดการขาดน้ำ

เป็นที่ยอมรับกันว่าการยืดอายุปักแจกันของไม้ตัดดอกมีความเกี่ยวข้องกับทฤษฎีความสัมพันธ์น้ำ โดยหากดอกไม้ไม่สามารถรักษาสมดุลน้ำไว้ได้ จะทำให้เกิดการขาดน้ำ และทำให้ความเต่งของเซลล์ของดอกไม้ลดลง ทำให้เกิดอาการกลีบดอกเหี่ยว และเสื่อมสภาพในที่สุด โดยสาเหตุของการที่ดอกไม้ไม่สามารถดูดน้ำได้ เกิดจากการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ ซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุดังการรายงานของ Lineberger and Stepongus (1976) พบว่าการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกกุหลาบ เกิดจากมีเชื้อจุลินทรีย์อุดตันที่ปลายก้านดอก นอกจากนี้ยังพบคาร์โบไฮเดรต เพคติน ลิพิด โปรตีน และเอนไซม์บางอย่างอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการพบการอุดตันของท่อลำเลียงจากเชื้อจุลินทรีย์ หรือสารอินทรีย์ในก้านดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นที่ความยาว 0.5-3.5 cm โดยพบทั้งในก้านดอกที่ตัดในอากาศ และตัดใต้น้ำเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ (อุบล และคณะ, 2554) เช่นเดียวกับ Ketsa and Nobuchi (1991) พบการอุดตันของท่อลำเลียงจากเพคติน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบฟีนอลที่บริเวณก้านดอกที่อยู่เหนือระดับน้ำในหลอดปักแจกัน (ภาพที่ 1) เมื่อนำชิ้นตัวอย่างก้านดอกของดอกกล้วยไม้หวายปอมปาดัวร์ที่ปักแจกันเป็นเวลานาน 10 วันไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ สอดคล้องกับการพบการอุดตันของแบคทีเรีย โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต สารประกอบฟีนอล และลิกนิน ในท่อลำเลียงน้ำของก้านดอก Clematis ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น และที่ปักแจกันในสารละลายที่ยับยั้งการเกิดจุลินทรีย์ (Jedrzejuk *et.al*., 2012)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ภาพตัดตามขวางก้านดอกของกล้วยไม้หวายปอมปาดัวร์ที่เกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ : A. เกิดการอุดตันจากสารบางอย่าง; B. เกิดการอุดตันจากคาร์โบไฮเดรต; C. เกิดการอุดตันจากสารประกอบฟีนอล; PH ท่อลำเลียงอาหาร (phloem); XY ท่อลำเลียงน้ำ (xylem); OC เกิดการอุดตันของท่อลำเลียง (Ketsa and Nobuchi, 1991)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

ดอกกล้วยไม้ที่ใช้ในการทดลอง คือ กล้วยไม้สกุลหวาย พันธุ์ขาวสนาน จากสวนกล้วยไม้ส่งออก อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี คัดเลือกและจัดกลุ่มกล้วยไม้ให้มีขนาดสม่ำเสมอ โดยมีจำนวนดอกตูม 6±2 ดอก และดอกบาน 4±2 ดอก

ดอกบัวหลวงที่ใช้ในการทดลอง คือ พันธุ์สัตตบุษย์ มาจากสวนบัวหลวงที่ผลิตเป็นการค้า อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้ดอกระยะดอกตูม ที่มีขนาดดอกสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นขนาดที่เกษตรกรนิยมตัดจำหน่าย คัดเลือกดอกคุณภาพดี ไม่มีตำหนิหรือรอยขีดข่วน

ดอกพุทธรักษาที่ใช้ในการทดลอง เป็นพันธุ์กลีบดอกเล็กสีชมพูอ่อนและสีขาว จากแปลงปลูกที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม คัดเลือกดอกที่มีจำนวนดอกตูม 3±2 ดอก และ ดอกบาน 2±1 ดอก

ขนส่งดอกกล้วยไม้หวาย และดอกบัวหลวงโดยรถยนต์ปรับอากาศ (อุณหภูมิประมาณ 25±2 ºC) ถึงห้องปฏิบัติการที่ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ภายในเวลา 1 ชั่วโมง มาทำการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25±2 ºC ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5% ได้รับแสงสว่าง 12 ชั่วโมง ความเข้มแสง 15 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์น้ำและอายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้ ดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำ

นำดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกพุทธรักษาตัดก้านดอกเฉียง 45º ความยาว 12 cm สำหรับดอกกล้วยไม้หวาย ส่วนดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษาตัดก้านยาว 25 cm จากนั้นแช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า ปริมาตร 10 ml โดยใช้สีผสมอาหารสีแดงสตรอเบอร์รี ยี่ห้อวินเนอร์ ผลิตโดยห้างหุ้นส่วนจำกัด เกรทฮิลล์ เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำ โดยเมื่อสังเกตเห็นสีแดงที่ปลายกลีบดอก จะทำการย้ายดอกไม้ไปปักแจกันในหลอดแก้วขนาด 15 ml สำหรับดอกกล้วยไม้ หรือกระบอกตวงขนาด 50 ml สำหรับดอกบัวหลวง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และดอกพุทธรักษาที่บรรจุน้ำกลั่น บันทึกผลการทดลองทุกวันจนกระทั่งดอกไม้แต่ละชนิดหมดอายุปักแจกัน โดยบันทึกผลการทดลอง ดังนี้

1. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของน้ำ

โดยเริ่มจับเวลาเมื่อแช่ดอกไม้ในสารละลายสีและสิ้นสุดเมื่อสังเกตเห็นสีที่ปลายกลีบดอก มีหน่วยเป็น ระยะทางการเคลื่อนที่ของน้ำ/เวลาที่ใช้ (cm/min)

2. การดูดน้ำ

โดยดูผลต่างของปริมาตรน้ำในแต่ละวันที่ลดลงไป มีหน่วยเป็น ml/flower/day

3. อายุปักแจกัน

ดอกกล้วยไม้ : กำหนดให้หมดอายุปักแจกันเมื่อดอกบานเสื่อมสภาพเท่ากับหรือมากกว่า 50%

ดอกบัวหลวง : กำหนดให้หมดอายุปักแจกันเมื่อกลีบดอกเกิดอาการกลีบดำเท่ากับ หรือมากกว่า 50%

ดอกพุทธรักษา: กำหนดให้หมดอายุปักแจกันเมื่อกลีบดอกแสดงอาการเหี่ยว

4. การบานเพิ่มของดอกตูม

บันทึกการบานเพิ่มของดอกตูมในแต่ละช่อของดอกกล้วยไม้ และดอกพุทธรักษา โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

$$\text{ดอกตูมบานเพิ่ม (\%)} = \frac{\text{จำนวนดอกบานเพิ่มในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนดอกตูมเริ่มต้น}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาสมดุลน้ำในดอกไม้

นำดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกพุทธรักษา ตัดก้านดอกเฉียง 45° โดยตัดก้านความยาว 12 cm สำหรับดอกกล้วยไม้หวาย ส่วนดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษาตัดก้านยาว 25 cm ปักแจกันที่บรรจุน้ำกลั่นในหลอดแก้วขนาด 15 ml สำหรับดอกกล้วยไม้ หรือกระบอกตวงขนาด 50 ml สำหรับดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา ซึ่งจะปิดด้วยพาราฟิล์มเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำจากทางอื่นนอกจากตัวของดอกไม้เอง บันทึกผลการทดลองทุกวันจนกระทั่งดอกไม้แต่ละชนิดหมดอายุปักแจกัน โดยบันทึกผลการทดลอง ดังนี้

1. การดูดน้ำ

2. การคายน้ำ

โดยบันทึกน้ำหนักของกระบอกตวงที่ปิดด้วยพาราฟิล์ม+ดอกไม้ ที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วนำไปคำนวณการคายน้ำในแต่ละวัน โดยคำนวณได้จากผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งได้ในแต่ละวัน มีหน่วยเป็น ml/flower/day ซึ่งเทียบจากน้ำบริสุทธิ์ 1 ml เท่ากับ น้ำหนัก 1 g

3. สมดุลน้ำ

คำนวณได้จากผลต่างระหว่างการดูดน้ำ และการคายน้ำ มีหน่วยเป็น ml/flower/day

4. การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสด

ชั่งน้ำหนักดอกไม้ในแต่ละวัน แล้วนำมาเทียบกับน้ำหนักในวันแรก นำไปคิดคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของดอกไม้ในแต่ละวัน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของดอกไม้เริ่มต้น (กรัม)}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. อายุปักแจกัน

6. การบานเพิ่มของดอกตูม

การทดลองที่ 2 การศึกษาการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกกล้วยไม้หวาย ดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำเนื่องจากฟองอากาศ

ดอกกล้วยไม้หวาย

เก็บเกี่ยวดอกกล้วยไม้จากสวนกล้วยไม้ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี นำส่วนของลำลูกกล้วยที่มีช่อดอกกล้วยไม้หวายแช่ลงในน้ำ โดยตัดก้านดอกใต้น้ำ ระวังอย่าให้ก้านดอกอยู่เหนือน้ำ จากนั้นนำไปที่ห้องปฏิบัติการที่ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตัดก้านดอกอีกครั้งให้มีความยาวก้าน 12 cm โดยมี 3 ทรีทเมนต์ ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 ตัดก้านดอกในอากาศ
ทรีทเมนต์ที่ 2 ตัดก้านดอกใต้น้ำ
ทรีทเมนต์ที่ 3 ตัดก้านดอกในอากาศ วางทิ้งไว้ให้ขาดน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

จากนั้นนำไปปักแจกันในน้ำกลั่น บันทึกผลทุกวันจนกระทั่งดอกกล้วยไม้หวายเสื่อมสภาพ โดยบันทึกการดูดน้ำ (water uptake) การบานเพิ่มของดอกตูม และอายุการปักแจกัน

ดอกบัวหลวง

เก็บเกี่ยวดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ จากสวนบัว อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี โดยตัดก้านดอกใต้น้ำ นำใส่ถังน้ำที่มีน้ำอยู่ และระวังอย่าให้ก้านดอกอยู่เหนือน้ำ จากนั้นนำไปที่ห้องปฏิบัติการที่ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตัดก้านดอกอีกครั้งให้มีความยาวก้าน 25 cm และทำการทดลองเช่นเดียวกับดอกกล้วยไม้หวาย บันทึกผลทุกวันจนกระทั่งดอกบัวหลวงเสื่อมสภาพ โดยบันทึกการดูดน้ำ (water uptake) และอายุการปักแจกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดอกพุทธรักษา

เก็บเกี่ยวดอกพุทธรักษาจากแปลงในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม โดยตัดก้านดอกใต้น้ำ นำใส่ถังน้ำที่มีน้ำอยู่ และระวังอย่าให้ก้านดอกอยู่เหนือน้ำ จากนั้นนำไปที่ห้องปฏิบัติการที่ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตัดก้านดอกอีกครั้งให้มีความยาวก้าน 25 cm และทำการทดลองเช่นเดียวกับดอกกล้วยไม้ บันทึกผลทุกวันจนกระทั่งดอกพุทธรักษาเสื่อมสภาพ โดยบันทึกการดูดน้ำ (water uptake) การบานเพิ่มของดอกตูม และอายุการปักแจกัน

การทดลองที่ 2.2. ศึกษาผลของสารยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และสารยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอล และลิกนิน ต่อการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ

นำดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกพุทธรักษาตัดก้านดอกเฉียง 45º ความยาว 12 cm สำหรับดอกกล้วยไม้หวาย ส่วนดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษาตัดก้านยาว 25 cm แล้วปักแจกันในหลอดแก้วขนาด 15 ml หรือกระบอกตวงขนาด 50 ml ที่บรรจุน้ำกลั่น หรือสารละลาย และนำมาทำการทดลอง ดังนี้

ปักแจกันดอกไม้ทั้งสามชนิดในสารละลายที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ dichloroisocyanuric acid (DICA) ความเข้มข้น 25 และ 50 mg/L หรือ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ความเข้มข้น 200 mg/L เปรียบเทียบกับปักแจกันในน้ำกลั่น บันทึกผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1

ปักแจกันดอกไม้ทั้งสามชนิดในสารละลายที่มีคุณสมบัติยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอล และลิกนิน ได้แก่ S-carvone ความเข้มข้น 0.032, 0.318 และ 0.636 mM, tropolone ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 mM, 4-hexylresorcinol ความเข้มข้น 4, 40 และ 400 µM หรือ 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ความเข้มข้น 1, 2, 5 และ 10 mM เปรียบเทียบกับการปักแจกันในน้ำกลั่น บันทึกผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1

หลังจากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างก้านดอกไม้ทั้งสามชนิดจากทั้งการปักแจกันในสารละลายที่มีสารยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และที่ปักแจกันในสารละลายที่มีสารยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอลและลิกนิน และที่ปักแจกันในน้ำกลั่นเพื่อนำมาศึกษา และเปรียบเทียบลักษณะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำของก้านดอก โดยเก็บตัวอย่างก้านดอกของดอกไม้ทั้งสามชนิดในวันที่ 0 และวันหมดอายุปักแจกัน คือ วันที่ 15 สำหรับดอกกล้วยไม้ วันที่ 5 สำหรับดอกบัวหลวง และวันที่ 3 สำหรับดอกพุทธรักษา ทำการเก็บตัวอย่างก้านดอก 3 บริเวณ คือบริเวณเหนือรอยตัดก้าน (basal) ประมาณ 0.5-1 cm บริเวณต่ำกว่า (lower) และ เหนือ (upper)ระดับน้ำปักแจกัน ซึ่งตัดชิ้นส่วนตัวอย่างให้มีความหนาประมาณ 1 cm หลังจากนั้นนำไปศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำ (xylem) เพื่อหาสาเหตุของการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ โดยวิธีการทำสไลด์สด (free-hand section)

โดยตัดชิ้นส่วนตัวอย่างก้านดอกตามขวางให้มีความหนาประมาณ 20-30 μm ด้วย hand microtome หลังจากนั้นย้อมด้วยสีย้อมชนิดต่างๆ ดังนี้

ทดสอบการอุดตันเนื่องจากเพคติน โดยย้อมด้วย ruthenium red ความเข้มข้น 0.05% (Jensen, 1962) เป็นเวลานาน 5-10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้ง ตรวจสอบใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยเซลล์ที่มีเพคติน จะติดสีแดง

ทดสอบการอุดตันเนื่องจากลิกนิน โดยย้อมด้วย toluidine blue ความเข้มข้น 0.05% (McCully, 1966) เป็นเวลานาน 5-10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้ง ตรวจสอบใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยเซลล์ที่มีลิกนิน จะติดสีน้ำเงินอมเขียว ส่วนเซลล์อื่นจะติดสีม่วง

ทดสอบการอุดตันเนื่องจากคาร์โบไฮเดรต โดยย้อมด้วย periodic acid-Schiff's (PAS) reaction (ประศาสตร์, 2551) โดยแช่ชิ้นส่วนตัวอย่างใน periodic acid ความเข้มข้น 1% นาน 5-10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นนาน 5-10 นาที จากนั้นแช่ใน modified Schiff's reagent นาน 10-30 นาที แล้วล้างด้วย sodium metabisulfate ความเข้มข้น 0.5% 3 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นนาน 5-10 นาที ตรวจสอบใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยเซลล์ที่มีคาร์โบไฮเดรตจะติดสีแดง หรือสีม่วงแดง

ทดสอบการอุดตันเนื่องจากสารประกอบฟีนอล โดยย้อมด้วย urea reaction (ประศาสตร์, 2551) โดยวางชิ้นส่วนตัวอย่างลงบนสไลด์ หยดน้ำกลั่น 1 หยด sodium nitrate ความเข้มข้น 10% 1 หยด urea ความเข้มข้น 20% 1 หยด และ acetic acid ความเข้มข้น 10% 1 หยด แล้ววางทิ้งไว้อย่างน้อย 3 นาที จากนั้นหยด NaOH ความเข้มข้น 1 N 2 หยด ตรวจสอบใต้กล้องจุลทรรศน์ซึ่งเซลล์ที่มีสารประกอบฟีนอล จะติดสีเหลือง-แดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกผลการย้อมสีต่างๆ โดยให้เป็นระดับคะแนนการติดสีย้อม ตั้งแต่ 0-5 คะแนน ดังนี้

0 ไม่ติดสีย้อม

1 ติดสีย้อมน้อยมาก หมายถึง พบการติดสีบริเวณท่อลำเลียงน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20% ของพื้นที่ทั้งหมด

2 ติดสีย้อมน้อย หมายถึง พบการติดสีบริเวณท่อลำเลียงน้ำน้อยกว่า หรือเท่ากับ 40% ของพื้นที่ทั้งหมด

3 ติดสีย้อมปานกลาง หมายถึง พบการติดสีบริเวณท่อลำเลียงน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 60% ของพื้นที่ทั้งหมด

4 ติดสีย้อมมาก หมายถึง พบการติดสีบริเวณท่อลำเลียงน้ำน้อยกว่า หรือเท่ากับ 80% ของพื้นที่ทั้งหมด

5 ติดสีย้อมมากที่สุด หมายถึง พบการติดสีบริเวณท่อลำเลียงน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 100% ของพื้นที่ทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองที่ 1 และ 2 วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significance Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลอง ณ ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาทำการทดลองระหว่างเดือนกรกฎาคม 2554-มิถุนายน 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ความสัมพันธ์น้ำและอายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้ ดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา

1.1 ศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำ

1.1.1 ความเร็วในการเคลื่อนที่ของน้ำ

อัตราการเคลื่อนที่ของน้ำของดอกกล้วยไม้ คิดเป็น 0.6 cm/min ดอกบัวหลวง คิดเป็น 0.5 cm/min และดอกพุทธรักษา คิดเป็น 0.4 cm/min (ตารางที่ 1) ซึ่งดอกกล้วยไม้มีอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำเร็วกว่าดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา แม้ว่าขนาดก้านดอกของดอกกล้วยไม้จะมีขนาดเล็กกว่าก็ตาม

1.1.2 การดูดน้ำ

ดอกกล้วยไม้มีอัตราการดูดน้ำสูงในช่วง 4 วันแรกของการปักแจกัน คือ 1.2 ml/flower/day หลังจากนั้นลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 ของการปักแจกัน และลดลงตลอดระยะเวลาการปักแจกัน (ภาพที่ 2) ส่วนดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษามีแนวโน้มไปทางเดียวกัน คือ มีอัตราการดูดน้ำสูงในวันแรกของการปักแจกัน คือ 4.5 และ 3 ml/flower/day ตามลำดับ จากนั้นลดลงตลอดระยะเวลาการปักแจกัน (ภาพที่ 3 และ 4)

1.1.3 อายุปักแจกัน

ดอกกล้วยไม้มีอายุปักแจกันนานเฉลี่ย 16 วัน ดอกบัวหลวงมีอายุปักแจกันนานเฉลี่ย 5 วัน และดอกพุทธรักษามีอายุปักแจกันนานเฉลี่ย 2 วัน (ตารางที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1.4 การบานเพิ่มของดอกตูม

ดอกกล้วยไม้ และดอกพุทธรักษามีจำนวนดอกตูมบานเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปักแจกัน โดยดอกกล้วยไม้มีการบานเพิ่มของดอกตูมสูงสุดประมาณ 36 % (ภาพที่ 5) ส่วนดอกพุทธรักษามีการบานเพิ่มของดอกตูมสูงสุดประมาณ 31.7 % (ภาพที่ 6)

ตารางที่ 1 ความเร็วในการเคลื่อนที่ของน้ำ และอายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่นหลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า

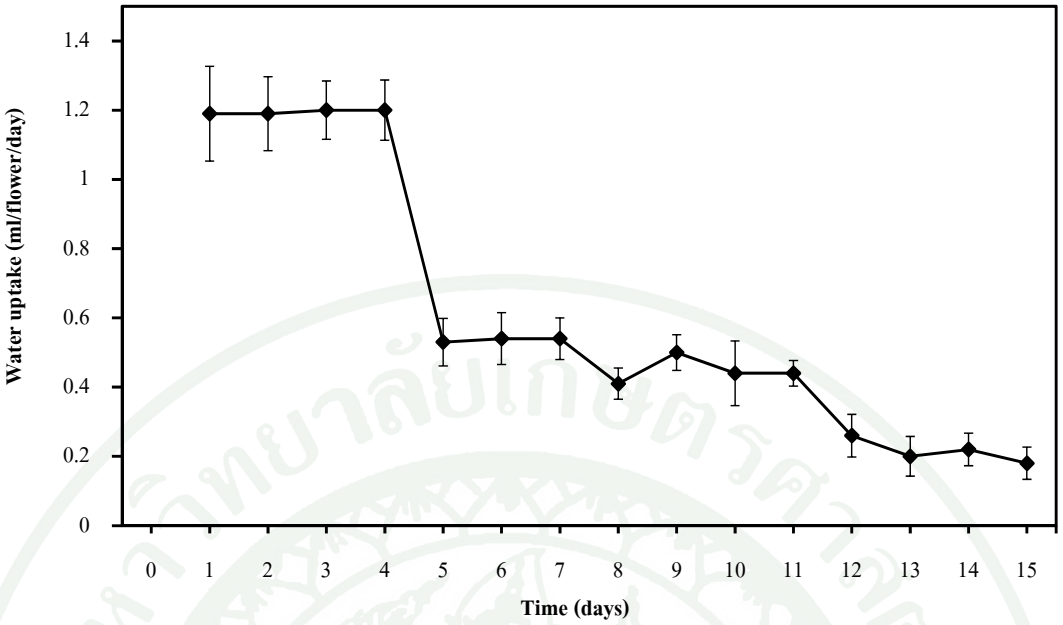
ชนิดดอกไม้	ความเร็วในการเคลื่อนที่ของน้ำ (เซนติเมตร/นาที)	อายุปักแจกัน (วัน)[1/]
ดอกกล้วยไม้หวาย	0.6	16.0 a
ดอกบัวหลวง	0.5	5.0 b
ดอกพุทธรักษา	0.4	2.0 c
F-test	na	**

หมายเหตุ [1/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Least Significance Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

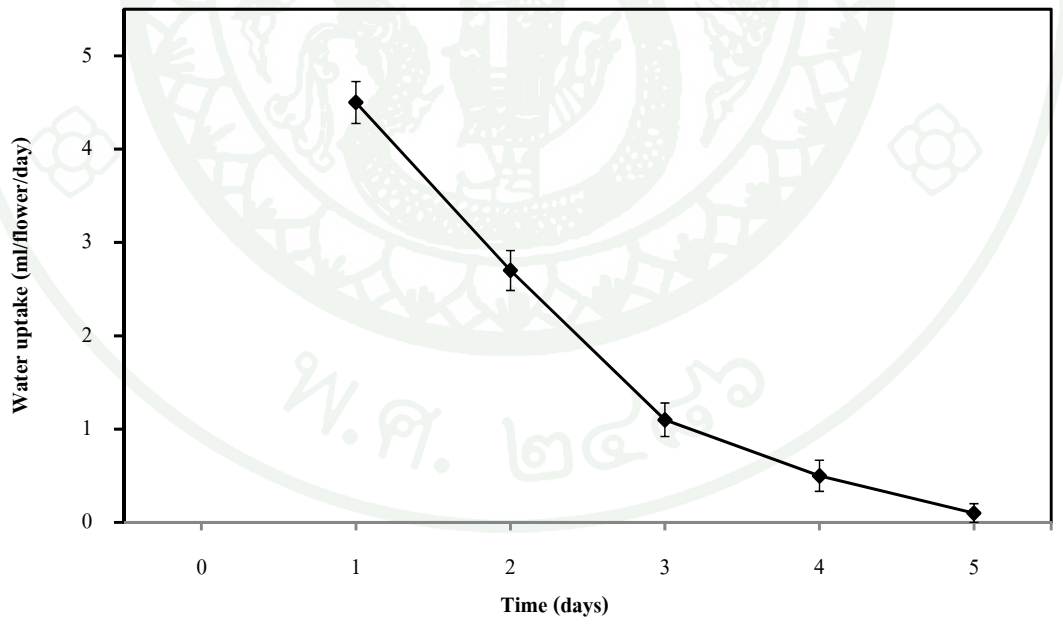
** แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

na ไม่ได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

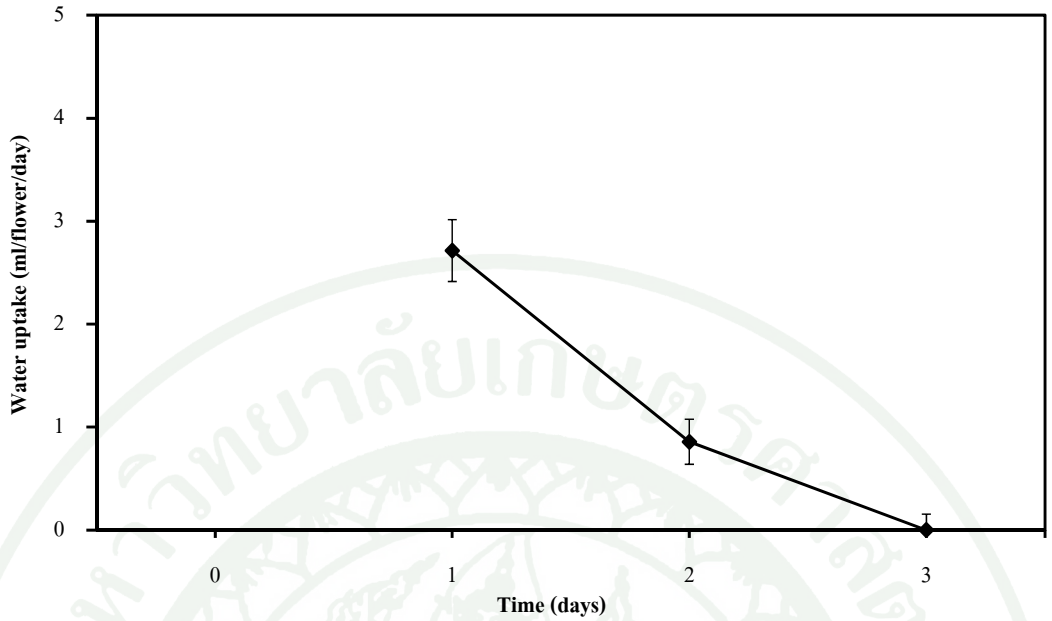


ภาพที่ 2 อัตราการดูดน้ำของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ที่ปักแจกันในน้ำกลั่นหลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า

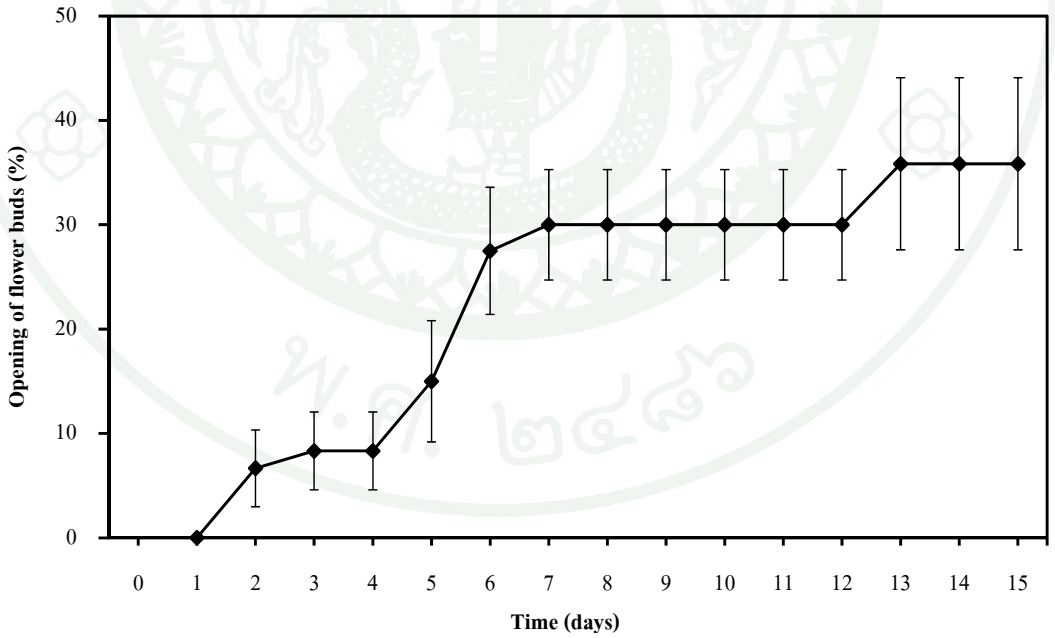


ภาพที่ 3 อัตราการดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ ที่ปักแจกันในน้ำกลั่นหลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

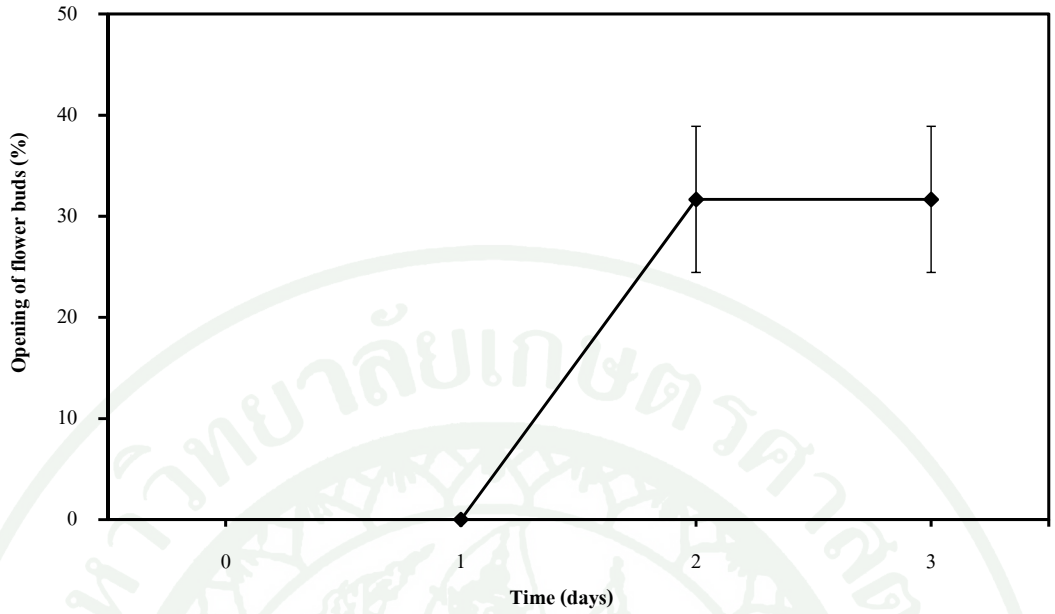


ภาพที่ 4 อัตราการดูดน้ำของดอกพุทธรักษา ที่ปักแจกันในน้ำกลั่นหลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า



ภาพที่ 5 เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ที่ปักแจกันในน้ำกลั่นหลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่นหลังจากที่แช่ในสารละลายสีแดงเจือจาง 25 เท่า

1.2 ศึกษาสมดุลน้ำในดอกกล้วยไม้ ดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา

1.2.1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

ดอกกล้วยไม้มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นมากกว่า 100% ตั้งแต่วันที่ 1 จนถึงวันที่ 10 ของการปักแจกัน และหลังจากนั้นลดลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการปักแจกัน โดยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดจะลดลงต่ำกว่า 100% ในวันที่ 12 ของการปักแจกัน (ภาพที่7A) ส่วนดอกบัวหลวงมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในวันที่ 1 ประมาณ 98.7% หลังจากนั้นจะลดลงอย่างช้าๆ ตามระยะเวลาการปักแจกัน (ภาพที่ 8A) ดอกพุทธรักษามีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงต่ำกว่า 100% ตั้งแต่วันแรกของการปักแจกันหลังจากนั้นลดลงตลอดระยะเวลาการปักแจกัน (ภาพที่ 9A) เมื่อเปรียบเทียบดอกไม้ทั้งสามชนิด พบว่า ดอกพุทธรักษามีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงมากกว่าดอกกล้วยไม้ และดอกบัวหลวง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.2 การดูดน้ำ

ดอกกล้วยไม้มีการดูดน้ำสูงสุดในวันที่ 1 ของการปักแจกันคือ 1.5 ml/flower/day และลดลงทันทีในวันที่ 2 หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาปักแจกัน (ภาพที่ 7B) ดอกบัวหลวงมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นมากที่สุดในวันที่ 1 ของการปักแจกันคือ 7.8 ml/flower/day และลดลงทันทีในวันที่ 2 หลังจากนั้นลดลงตามระยะเวลาปักแจกัน (ภาพที่ 8B) ดอกพุทธรักษามีการดูดน้ำในวันที่ 1 ของการปักแจกันคือ 2.5 ml/flower/day และลดลงตามระยะเวลาการปักแจกัน (ภาพที่ 9B)

1.2.3 การคายน้ำ

ดอกกล้วยไม้มีการคายน้ำสูงที่สุดในวันที่ 2 ของการปักแจกันคือ 0.7 ml/flower/day (ภาพที่ 7C) ดอกบัวหลวงมีการคายน้ำสูงที่สุดในวันที่ 1 ของการปักแจกันคือ 7.8 ml/flower/day (ภาพที่ 8C) ดอกพุทธรักษามีการคายน้ำสูงที่สุดในวันที่ 1 ของการปักแจกันคือ 5 ml/flower/day (ภาพที่ 9C) ซึ่งดอกไม้ทั้งสามชนิดมีแนวโน้มการคายน้ำลดลงตามระยะเวลาการปักแจกัน โดยการคายน้ำจะลดลงอย่างช้าๆ และมีอัตราลดลงที่ต่ำกว่าการดูดน้ำ

1.2.4 สมดุลน้ำ

ดอกกล้วยไม้มีค่าความสมดุลของน้ำค่อนข้างคงที่ตั้งแต่วันที่ 1 จนถึงวันที่ 9 ของการปักแจกัน จากนั้นลดลงจนมีค่าสมดุลน้ำติดลบในวันที่ 10 ของการปักแจกัน และค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการปักแจกัน (ภาพที่ 7D) ดอกบัวหลวงมีค่าสมดุลของน้ำสูงในวันที่ 1 และลดลงทันทีซึ่งมีค่าสมดุลน้ำติดลบต่ำกว่า -1 ในวันที่ 2 ของการปักแจกัน จากนั้นลดลงตามระยะเวลาการปักแจกัน (ภาพที่ 8D) ดอกพุทธรักษามีค่าสมดุลน้ำติดลบต่ำกว่า -1 ตั้งแต่วันที่ 1 ของการปักแจกัน และลดลงอย่างต่อเนื่องตามอายุปักแจกัน (ภาพที่ 9D)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.5 อายุปักแจกัน

ดอกกล้วยไม้มีอายุปักแจกันเฉลี่ย 19 วัน ดอกบัวหลวงมีอายุปักแจกันเฉลี่ย 5 วัน และดอกพุทธรักษามีอายุปักแจกันเฉลี่ย 3 วัน (ตารางที่ 2)

1.2.6 การบานเพิ่มของดอกตูม

ดอกกล้วยไม้มีการบานเพิ่มของดอกตูมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันแรก จนถึงวันที่ 7 ของการปักแจกัน จากนั้นเพิ่มขึ้นค่อนข้างคงที่ตามระยะเวลาการปักแจกัน โดยดอกกล้วยไม้มีการบานเพิ่มของดอกตูมสูงสุดประมาณ 26 % (ภาพที่ 10) ส่วนดอกพุทธรักษามีจำนวนดอกตูมบานเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปักแจกัน ซึ่งมีการบานเพิ่มของดอกตูมสูงสุดประมาณ 33 % (ภาพที่ 11)

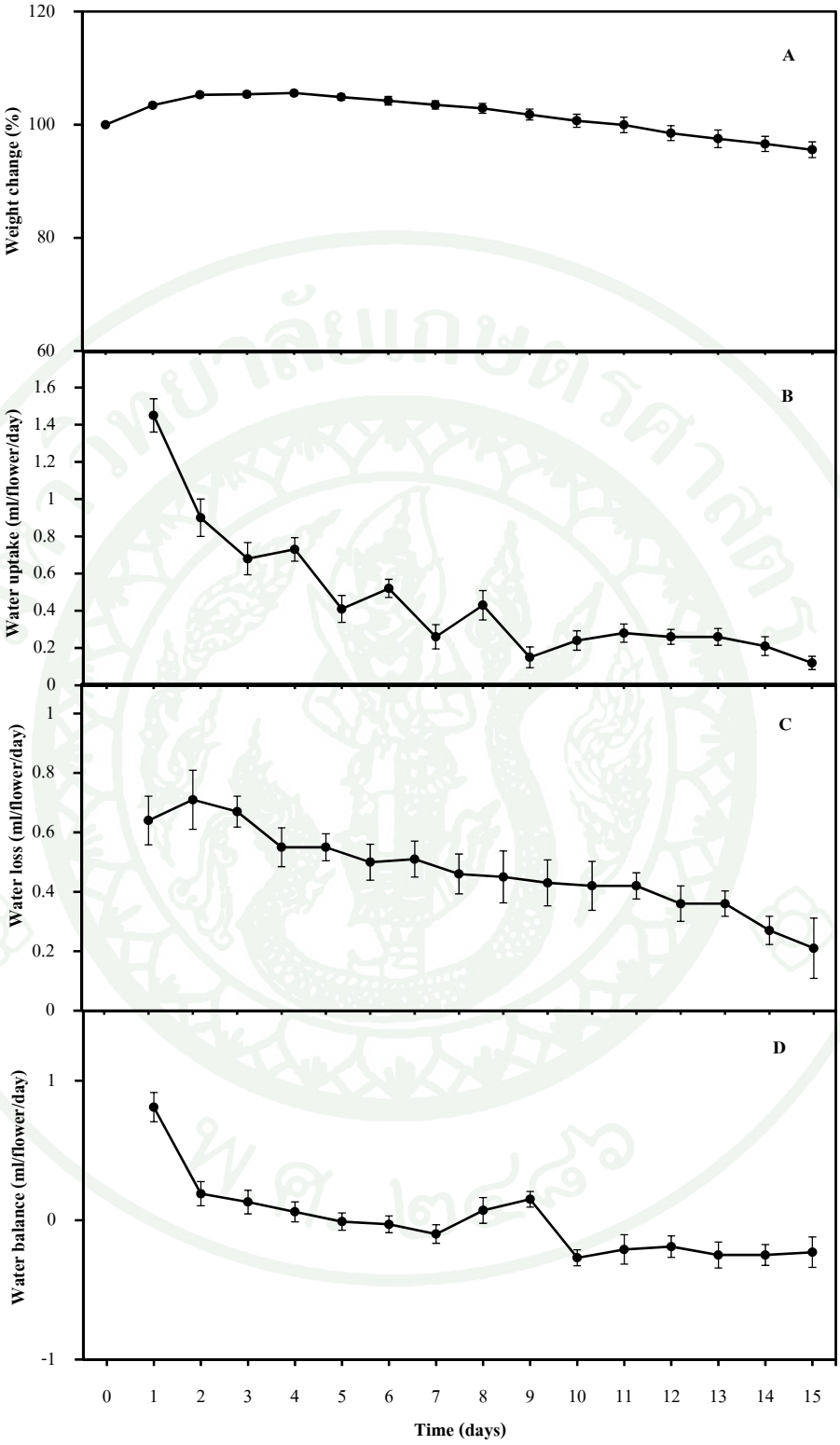
ตารางที่ 2 อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่น

ชนิดดอกไม้	อายุปักแจกัน (วัน)[1/]
ดอกกล้วยไม้หวาย	19.0 a
ดอกบัวหลวง	4.8 b
ดอกพุทธรักษา	2.8 c
F-test	**

หมายเหตุ [1/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Least Significance Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

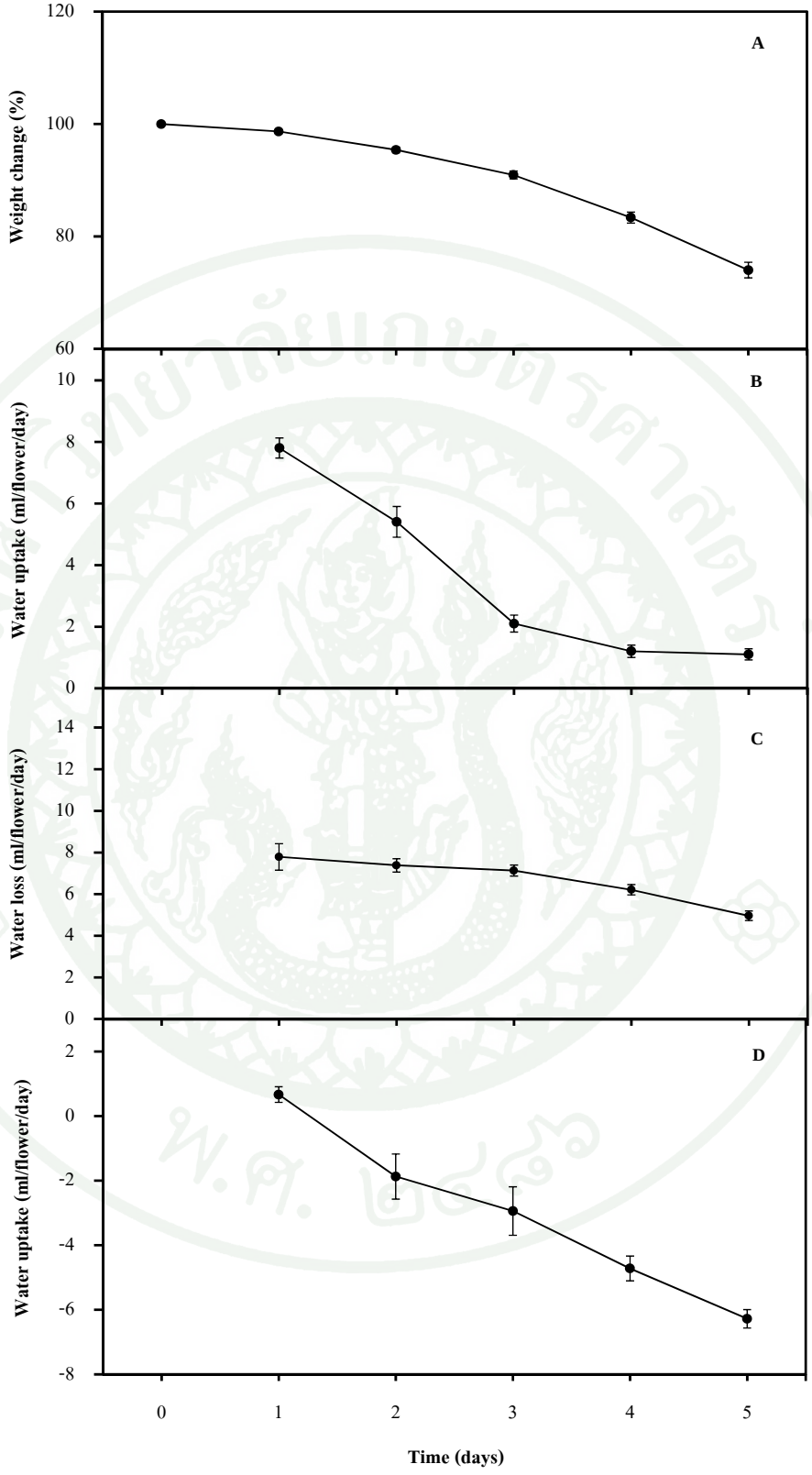
** แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



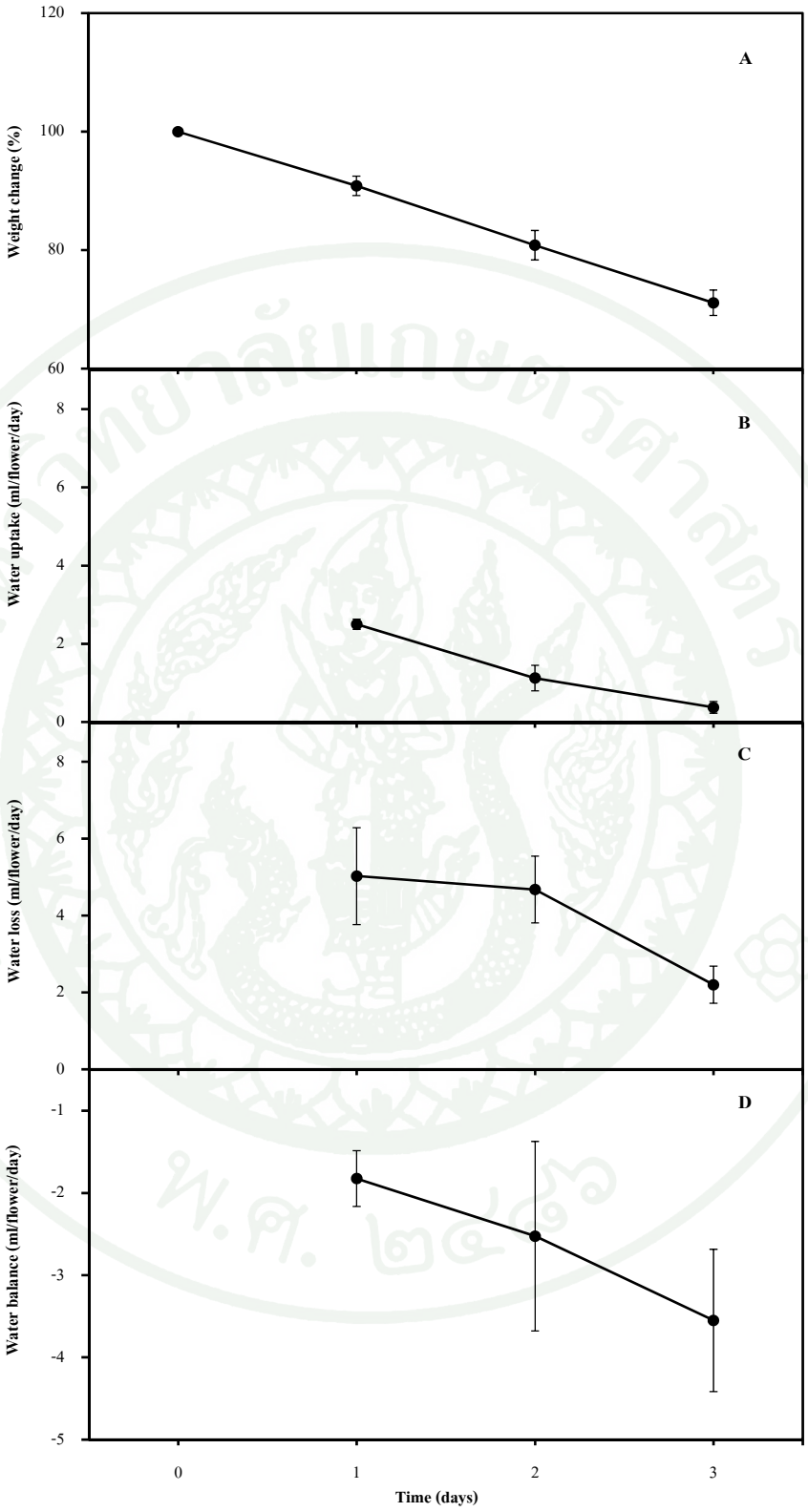
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (A) การดูดน้ำ (B) การคายน้ำ (C) และ สมดุลน้ำ (D) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



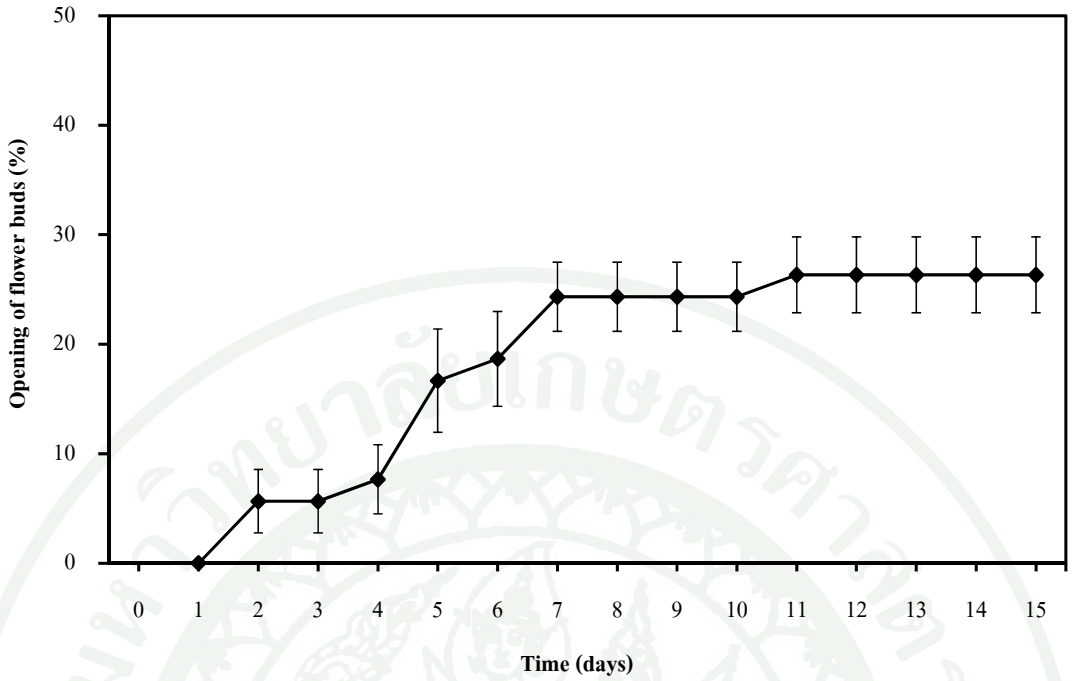
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (A) การดูดน้ำ (B) การคายน้ำ (C) และ สมดุลน้ำ (D) ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

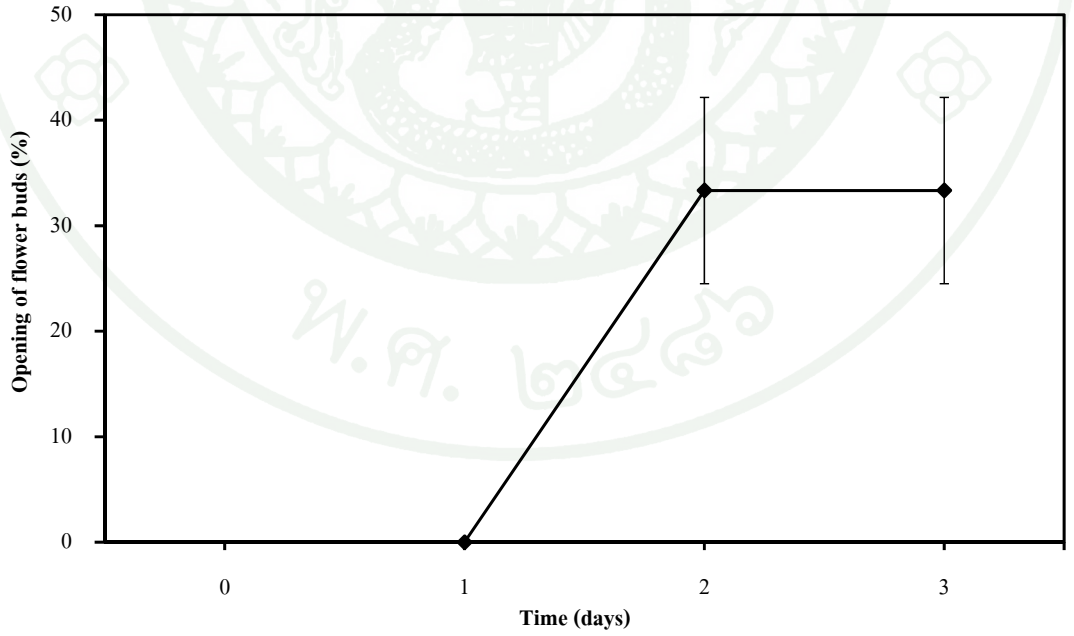


ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (A) การดูดน้ำ (B) การคายน้ำ (C) และสมดุลน้ำ (D) ของดอกพุทธรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น



ภาพที่ 11 เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกพุทธรักษา ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การศึกษาการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกกล้วยไม้หวาย ดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา

2.1 ศึกษาการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำเนื่องจากฟองอากาศ

ดอกกล้วยไม้หวาย

ดอกกล้วยไม้ทุกทรีทเมนต์มีแนวโน้มการดูดน้ำเช่นเดียวกัน คือ มีอัตราการดูดน้ำสูงในวันแรก หลังจากนั้นลดลงตามระยะเวลาการปักแจกัน โดยพบว่าดอกกล้วยไม้ที่ตัดก้านดอกใต้น้ำมีอัตราการดูดน้ำสูงกว่าดอกกล้วยไม้ที่ตัดก้านดอกในอากาศ และที่วางทิ้งไว้ให้ขาดน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ภาพที่ 12A) การบานเพิ่มของดอกตูมในทุกทรีทเมนต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการปักแจกัน ซึ่งดอกกล้วยไม้ที่ตัดก้านดอกใต้น้ำมีดอกตูมบานเพิ่มมากที่สุดประมาณ 42 % (ภาพที่ 12B) และดอกกล้วยไม้ในทุกทรีทเมนต์มีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกัน คือ มีอายุปักแจกันเฉลี่ย 14-14.8 วัน (ตารางที่ 3)

ดอกบัวหลวง

ดอกบัวหลวงทุกทรีทเมนต์มีแนวโน้มการดูดน้ำสูงในวันแรก โดยดอกบัวหลวงที่ตัดก้านดอกในอากาศแล้วทิ้งไว้ให้ขาดน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีอัตราการดูดน้ำในวันที่ 1 มากที่สุด คือประมาณ 5.5 ml/flower/day ส่วนดอกบัวหลวงที่ตัดก้านดอกในอากาศ และที่ตัดก้านดอกใต้น้ำมีการดูดน้ำไม่แตกต่างกัน คือประมาณ 4.3 และ 4.5 ml/flower/day ตามลำดับ หลังจากนั้นมีการดูดน้ำลดลงตลอดระยะเวลาการปักแจกัน (ภาพที่ 13) และดอกบัวหลวงในทุกทรีทเมนต์มีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกัน โดยมีอายุปักแจกันประมาณ 4-5 วัน (ตารางที่ 3)

ดอกพุทธรักษา

ดอกพุทธรักษาทุกทรีทเมนต์มีอัตราการดูดน้ำสูงในวันแรกของการปักแจกัน โดยดอกพุทธรักษาที่ตัดก้านดอกในอากาศ มีอัตราการดูดน้ำมากที่สุด คือ 2.2 ml/flower/day ส่วนดอกพุทธรักษาที่ตัดก้านดอกใต้น้ำ และตัดก้านดอกในอากาศแล้วทิ้งไว้ให้ขาดน้ำ 1 ชั่วโมง มีการดูดน้ำไม่แตกต่างกัน โดยมีการดูดน้ำ 1.4-1.5 ml/flower/day หลังจากนั้นลดลงตามระยะเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

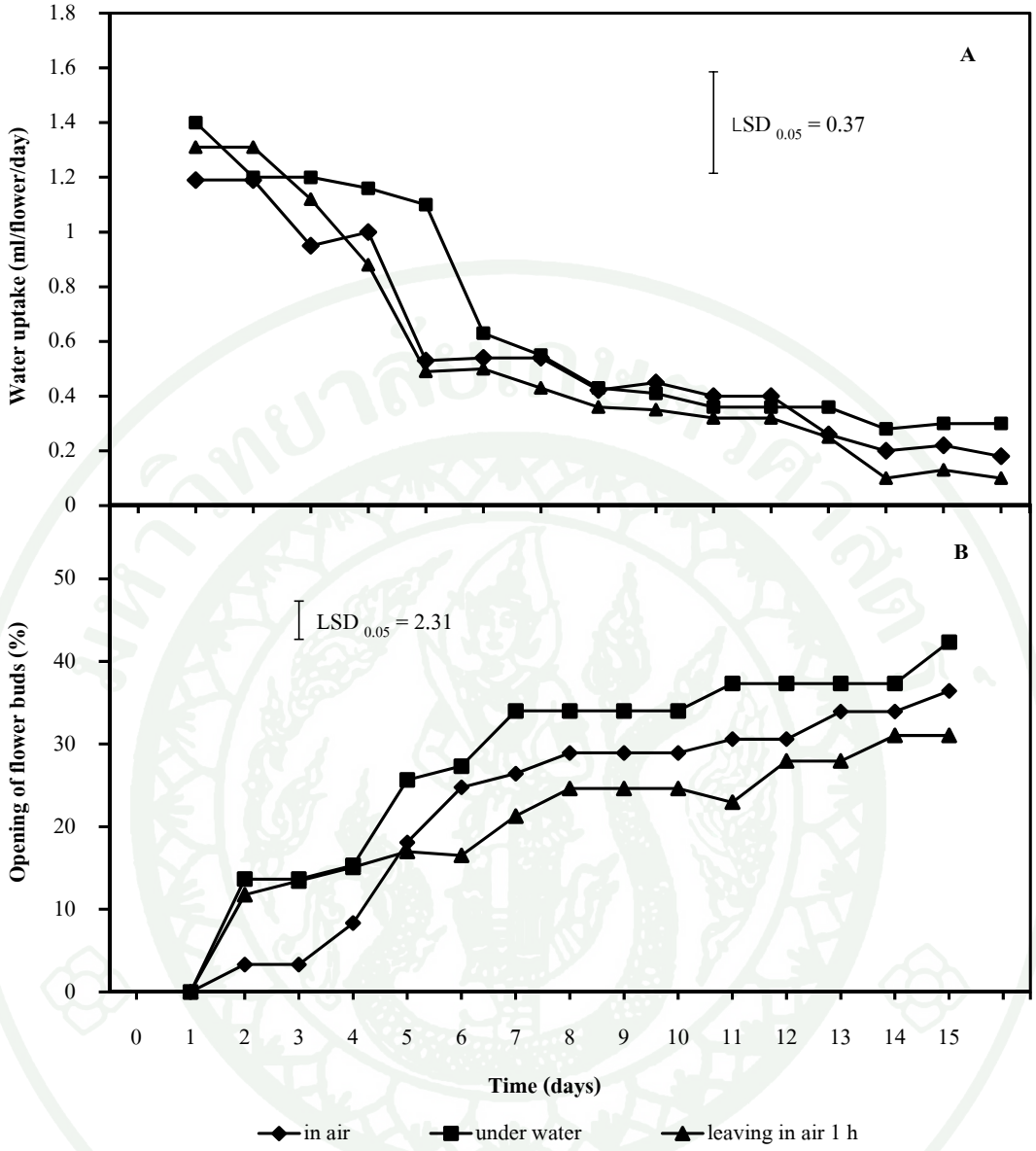
การปักแจกัน (ภาพที่ 14A) การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกพุทธรักษาในทุกทรีทเมนต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปักแจกัน ซึ่งดอกพุทธรักษาที่ตัดก้านดอกใต้น้ำมีการบานเพิ่มของดอกตูมสูงที่สุด คือ ประมาณ 44.4 % ดอกพุทธรักษาที่ตัดก้านดอกในอากาศมีการบานเพิ่มของดอกตูม 25 % และดอกพุทธรักษาที่ตัดก้านดอกในอากาศแล้วทิ้งไว้ให้ขาดน้ำ 1 ชั่วโมงมีดอกตูมบานเพิ่มน้อยที่สุด คือ 22.2 % (ภาพที่ 14B) และดอกพุทธรักษาในทุกทรีทเมนต์ มีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกัน โดยมีอายุปักแจกันเฉลี่ยประมาณ 2-3 วัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกพุทธรักษา เมื่อตัดก้านดอกในอากาศ ตัดก้านดอกใต้น้ำ หรือทิ้งให้ขาดน้ำนาน 1 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)		
	กล้วยไม้หวาย	บัวหลวง	พุทธรักษา
ตัดก้านดอกในอากาศ	14.1	4.8	3.0
ตัดก้านดอกใต้น้ำ	14.8	4.8	2.8
ทิ้งให้ขาดน้ำนาน 1 ชั่วโมง	14.0	5.0	2.6
F-test	ns	ns	ns

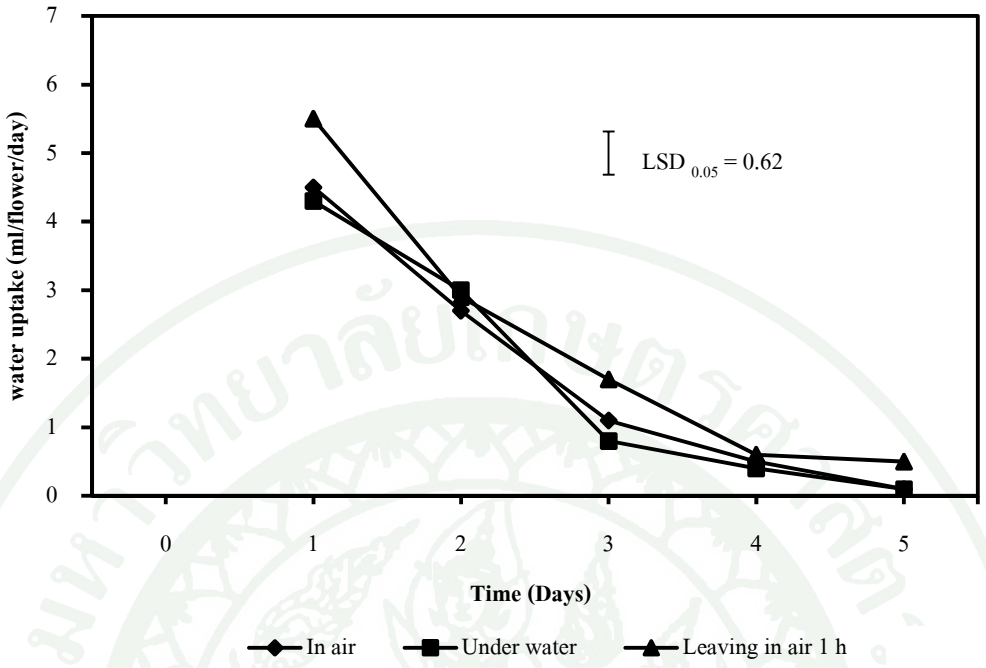
หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



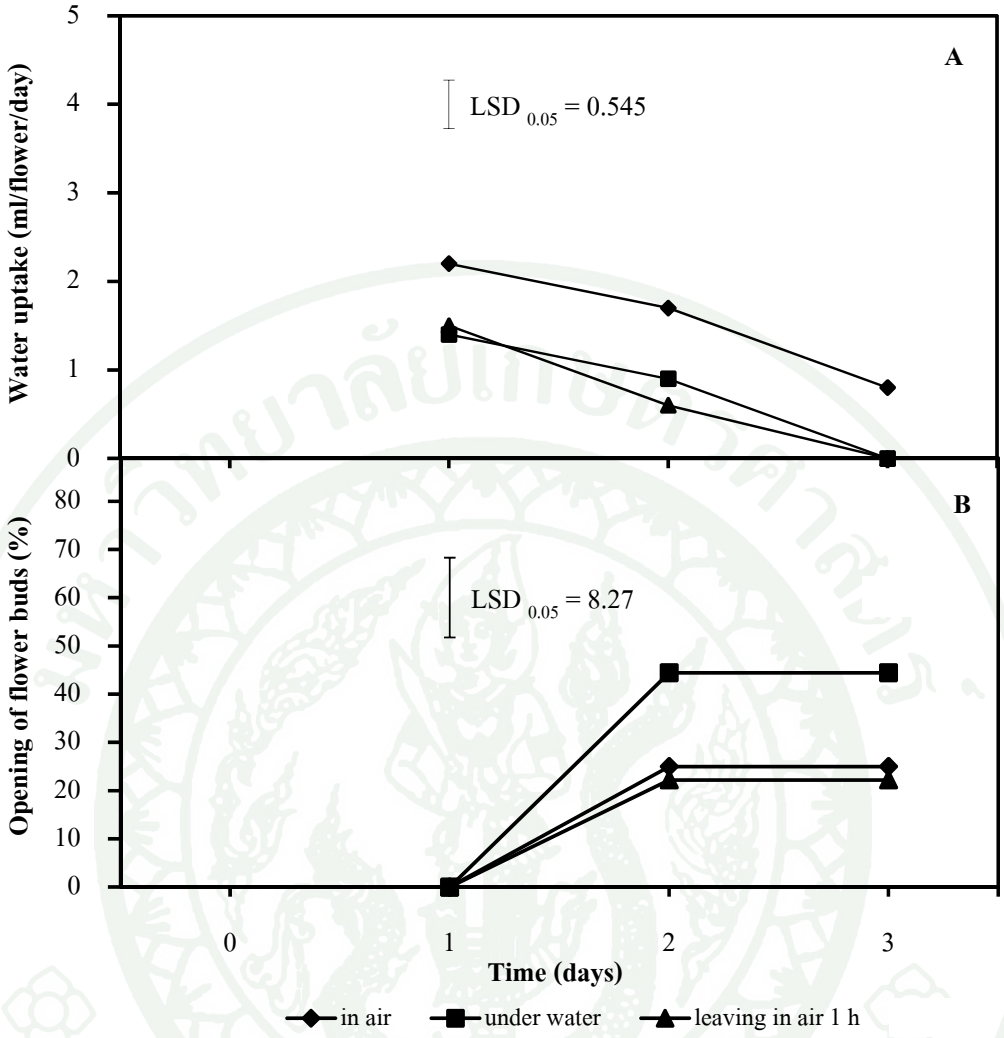
ภาพที่ 12 การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน เมื่อตัดก้านดอกในอากาศ ตัดก้านดอกใต้น้ำ หรือทิ้งให้ขาดน้ำนาน 1 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 13 การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ เมื่อตัดก้านดอกในอากาศ ตัดก้านดอกใต้น้ำ หรือทิ้งให้ขาดน้ำนาน 1 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษา เมื่อตัดก้านดอกในอากาศ ตัดก้านดอกใต้น้ำ หรือทิ้งให้ขาดน้ำนาน 1 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2. ศึกษาผลของสารยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และการสร้างสารประกอบฟีนอล และลิกนิน ต่อการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ

ดอกกล้วยไม้

อัตราการดูดน้ำของดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย HQS มีการดูดน้ำมากที่สุด และมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่นตลอดระยะเวลาการปักแจกัน โดยมีการดูดน้ำในวันที่ 1 มากที่สุด คือ 1.9 ml/flower/day และลดลงตามระยะเวลาการปักแจกัน ส่วนดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย DICA ความเข้มข้น 25 และ 50 mg/L มีอัตราการดูดน้ำมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่นเช่นกัน และมีการดูดน้ำลดลงตามระยะเวลาการปักแจกัน แต่มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 9 และ 10 ของการปักแจกัน ตามลำดับ และค่อยลดลงดังเดิม (ภาพที่ 15A)

การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลายทุกชนิดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปักแจกัน โดยดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย HQS มีดอกตูมบานเพิ่มมากที่สุด คือ 60.8 % ส่วนที่ปักแจกันในสารละลาย DICA ที่ความเข้มข้น 25 และ 50 mg/L มีดอกตูมบานเพิ่ม 54.2 และ 49.3 % ตามลำดับ ขณะที่การปักแจกันในน้ำกลั่นมีการบานเพิ่มของดอกตูมต่ำที่สุด คือ 43.7 % (ภาพที่ 15B)

ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย HQS มีอายุปักแจกันนานที่สุด คือ 22.1 วัน ส่วนการปักแจกันในสารละลาย DICA ที่ความเข้มข้น 25 และ 50 mg/L มีอายุปักแจกันเฉลี่ย 19.5 และ 17 วัน ตามลำดับ ซึ่งนานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น (ตารางที่ 4)

เมื่อนำชิ้นส่วนก้านดอกกล้วยไม้จากการปักแจกันในน้ำกลั่น (control) ในวันแรกของการปักแจกัน (D0) มาตรวจดูลักษณะทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ก่อนการย้อมสี พบว่า บริเวณท่อลำเลียงน้ำไม่มีสิ่งอุดตัน แต่พบการอุดตันของ xylem จากสารบางอย่างเป็นตะกอนสีดำปนเหลืองในวันหมดอายุการปักแจกัน (D15) (ภาพที่ 16A) เมื่อนำตัวอย่างก้านดอกกล้วยไม้ในวันที่ 15 ย้อมด้วยสี ruthenium red, toluidine blue, PAS reaction และ urea reaction พบว่า ตัวอย่างก้านดอกจากบริเวณเหนือรอยตัดก้านดอก (basal) พบการติดสีมากที่สุด (ภาพที่ 16D, G, J, M) ส่วนบริเวณต่ำกว่า (lower) และเหนือ (upper) ระดับน้ำปักแจกัน พบการติดสีปานกลางจนถึงน้อยมาก (ตารางที่ 9) แสดงว่า xylem ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในน้ำกลั่นมีการอุดตันของเพคติน ลิกนิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบฟีนอลทั่วทั้งก้านดอก โดยจะเกิดการอุดตันบริเวณ basal มากที่สุด

เมื่อนำชิ้นส่วนก้านดอกกล้วยไม้จากการปักแจกันในสารละลาย HQS และ DICA ในวันแรกของการปักแจกัน (D0) มาตรวจดูลักษณะทางกายวิภาคของ xylem ก่อนการย้อมสี ไม่พบการอุดตันของ xylem (ภาพที่ 16B) แต่พบการอุดตันของ xylem จากสารบางอย่างเป็นตะกอนสีดำปนเหลืองในวันหมดอายุการปักแจกัน (D15) (ภาพที่ 16C) เมื่อนำตัวอย่างก้านดอกกล้วยไม้ในวันที่ 15 ของการปักแจกัน ย้อมด้วยสี ruthenium red, toluidine blue และ PAS reaction พบการติดสีเพียงเล็กน้อยของ xylem ในบริเวณ basal เท่านั้น (ภาพที่ 16E,F,H, I, K, L) แต่ไม่พบการติดสีของ urea reaction ในทุกส่วนของก้านดอก (ตารางที่ 9) แสดงว่า ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลายทั้งสองชนิด เกิดการอุดตันของ xylem จาก เพคติน ลิกนิน และคาร์โบไฮเดรตในบริเวณ basal เท่านั้น

ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ทุกความเข้มข้นมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นในวันที่ 1 ของการปักแจกัน คือประมาณ 1.4 ml/flower/day และลดลงทันทีในวันที่ 2 ของการปักแจกัน จากนั้นมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาปักแจกัน ซึ่งที่ความเข้มข้นต่างๆ มีการดูดน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติกับในน้ำกลั่น (ภาพที่ 17A) การบานเพิ่มของดอกตูมในดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ความเข้มข้น 0.318 mM มีดอกตูมบานเพิ่มมากที่สุด คิดเป็น 36.3 % ส่วนที่ความเข้มข้นอื่นๆไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 17B) อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone มีอายุปักแจกันเฉลี่ย 19.1 วัน ส่วนที่ปักแจกันในน้ำกลั่นมีอายุปักแจกัน 18 วัน (ตารางที่ 5)

ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ทั้งความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 mM มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นในวันที่ 1 คือ 1.5 ml/flower/day และลดลงทันทีในวันที่ 2 จากนั้นมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 5 ของการปักแจกัน และลดลงตามระยะเวลาปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับในน้ำกลั่น (ภาพที่ 18A) การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ความเข้มข้น 0.5 mM มีดอกตูมบานเพิ่มมากที่สุด คือ 35.8 % (ภาพที่ 18B) และมีอายุปักแจกันนานที่สุด คือ 19.3 วัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ตารางที่ 6)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในช่วงแรกของการปักแจกันดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ความเข้มข้น 400 μM มีการดูดน้ำมากที่สุด คือ 2.2 ml/flower/day และมีอัตราการดูดน้ำมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น ส่วนที่ความเข้มข้น 4 และ 40 μM มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นในวันที่ 1 คือ 2.1 และ 1.8 ml/flower/day ตามลำดับ และหลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาปักแจกันซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 19A) แตกต่างกับการบานเพิ่มของดอกตูม โดยดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันที่ความเข้มข้น 4 μM มีดอกตูมบานเพิ่มมากที่สุด คือ 74.2 % (ภาพที่ 19B) และที่ความเข้มข้น 4 μM มีอายุปักแจกันนานที่สุดคือ 21.7 วัน (ตารางที่ 7)

ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ความเข้มข้น 2 mM มีการดูดน้ำในวันที่ 1 มากที่สุดคือ 2.4 ml/flower/day ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย amitrole ที่ความเข้มข้น 1 และ 5 mM มีการดูดน้ำเท่ากันคือ 2.2 ml/flower/day และดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย amitrole ที่ความเข้มข้น 10 mM มีการดูดน้ำ 2 ml/flower/day จากนั้นมีการดูดน้ำลดลงทันทีในวันที่ 2 และลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาปักแจกันซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 20A) แต่การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย amitrole ความเข้มข้น 2 mM มีดอกตูมบานเพิ่มต่ำที่สุด คือ 62.2 % ส่วนดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย amitrole ที่ความเข้มข้น 1 mM มีดอกตูมบานเพิ่มมากที่สุด คือ 73.7 % (ภาพที่ 20B) และมีอายุปักแจกันนานที่สุด คือ 23 วัน รองลงมาคือความเข้มข้น 10, 2 และ 5 mM มีอายุปักแจกัน 21.4, 20.7 และ 19.8 วันตามลำดับ (ตารางที่ 8)

เมื่อนำตัวอย่างก้านดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลายที่มีผลยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอลและลิกนิน ในวันที่ 15 ของการปักแจกัน ย้อมด้วยสีย้อมชนิดต่างๆ พบว่า xylem ของก้านดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone และ tropolone พบการติดสีย้อมทุกสี และทุกส่วนของก้านดอก (ตารางที่ 9) โดยพบการติดสีในส่วนของ basal มากที่สุด แสดงว่า xylem ของดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลายทั้งสองชนิดเกิดการอุดตันจากเพคติน ลิกนิน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบฟีนอล ทั้วทั้งก้านดอก เช่นเดียวกันกับดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 21A, D, G, J และตารางที่ 9) ส่วนตัวอย่างก้านดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol และ amitrole พบการติดสีย้อมเพียงเล็กน้อยเมื่อย้อมด้วยสี ruthenium red และ PAS reaction ในบริเวณ basal เท่านั้น (ภาพที่ 21) แสดงว่า xylem ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลายทั้งสองชนิดมีการอุดตันของเพคติน และคาร์โบไฮเดรตในบริเวณ basal เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ที่ปักแจกันในสารละลาย dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ในระดับความเข้มข้นต่างกัน เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	**อายุปักแจกัน (วัน)**[1/]
น้ำกลั่น (control)	16.0 c
DICA 25 mg/L	17.0 c
DICA 50 mg/L	19.5 b
HQS 200 mg/L	22.1 a
F-test	**

หมายเหตุ [1/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Least Significance Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

** แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 5 อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)
Control	18.0
S-carvone 0.032 mM	19.1
S-carvone 0.318 mM	19.0
S-carvone 0.636 mM	19.2
F-test	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)
Control	18.1
tropolone 0.25 mM	19.1
tropolone 0.5 mM	19.3
F-test	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 7 อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)[1/]
Control	18.7 b
4-hexylresorcinol 4 µM	21.7 a
4-hexylresorcinol 40 µM	20.5 a
4-hexylresorcinol 400 µM	20.7 a
F-test	**

หมายเหตุ [1/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Least Significance Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

** แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

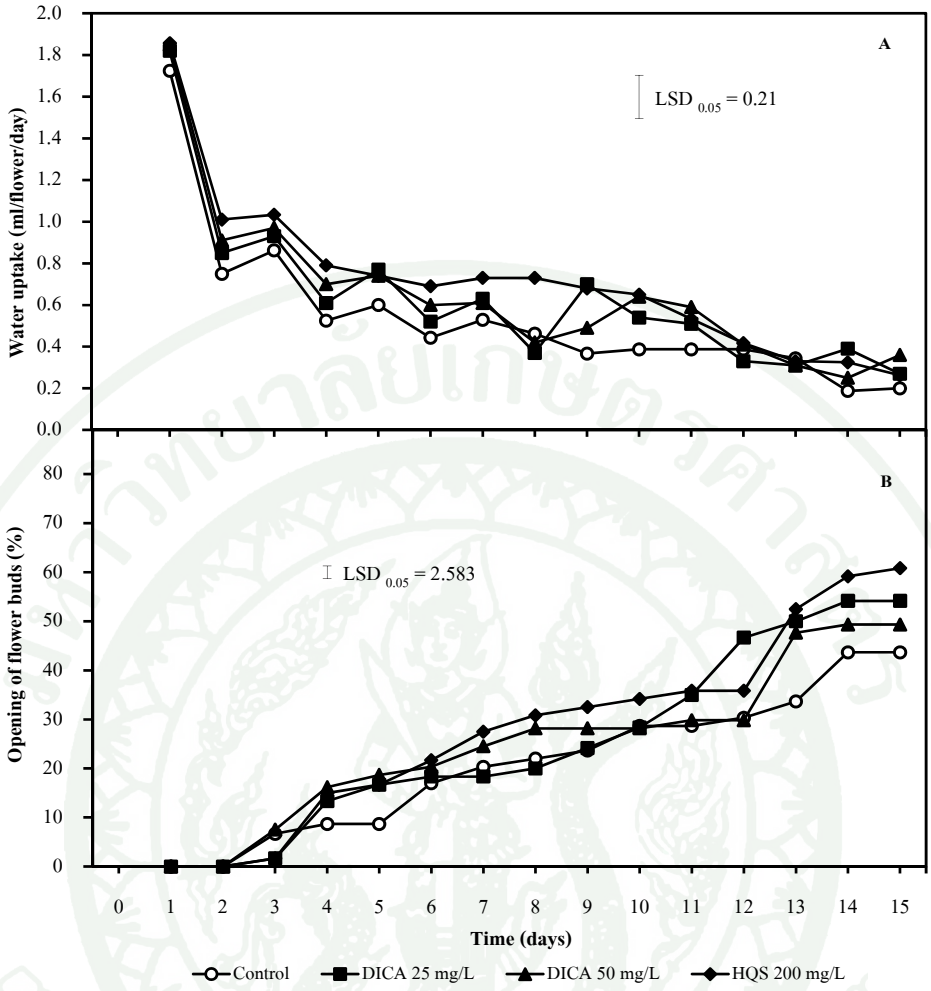
ตารางที่ 8 อายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)[1/]
Control	19.1 c
amitrole 1 mM	23.0 a
amitrole 2 mM	20.7 b
amitrole 5 mM	19.8 c
amitrole 10 mM	21.4 b
F-test	**

หมายเหตุ [1/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ Least Significance Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

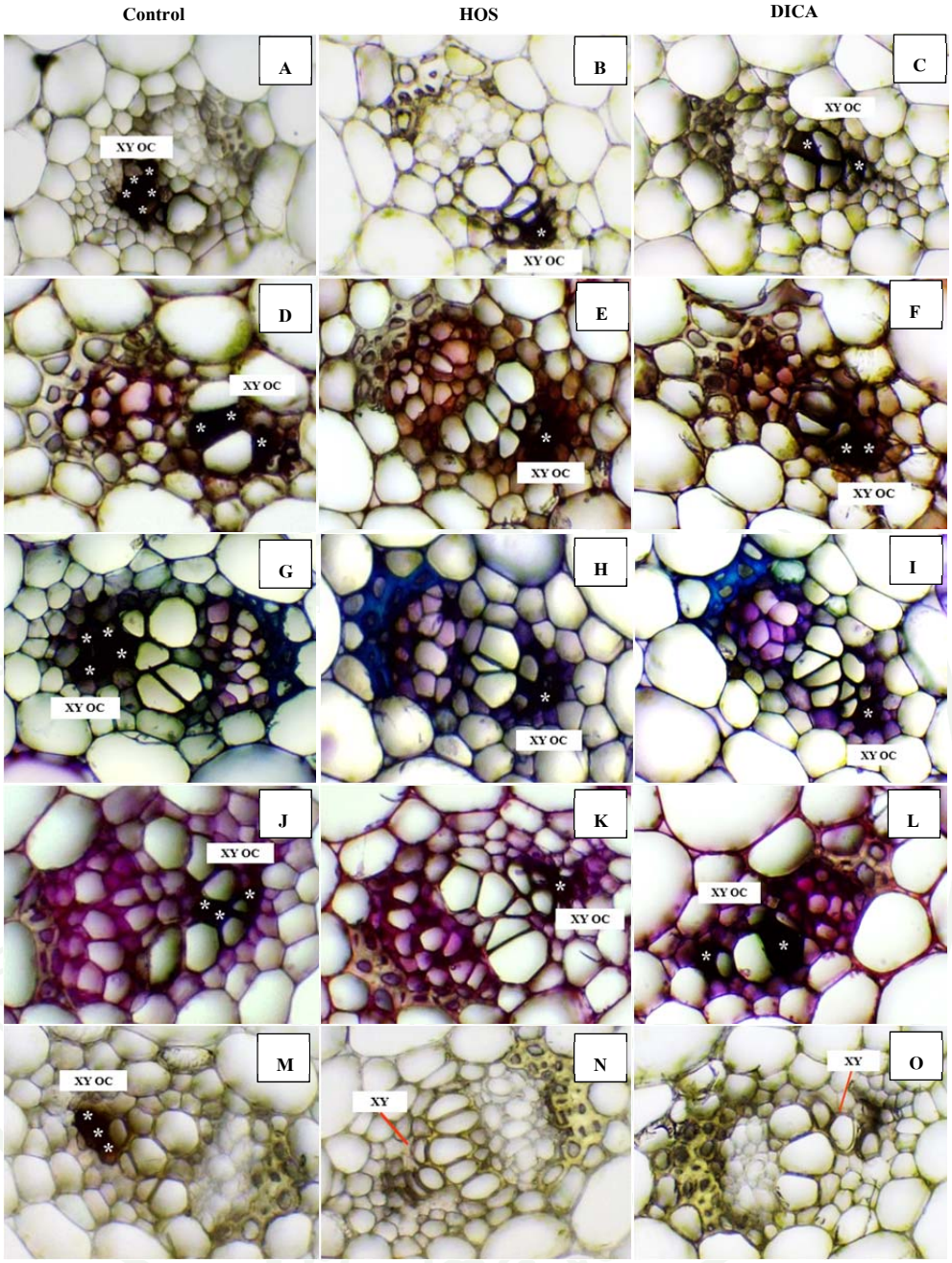
** แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



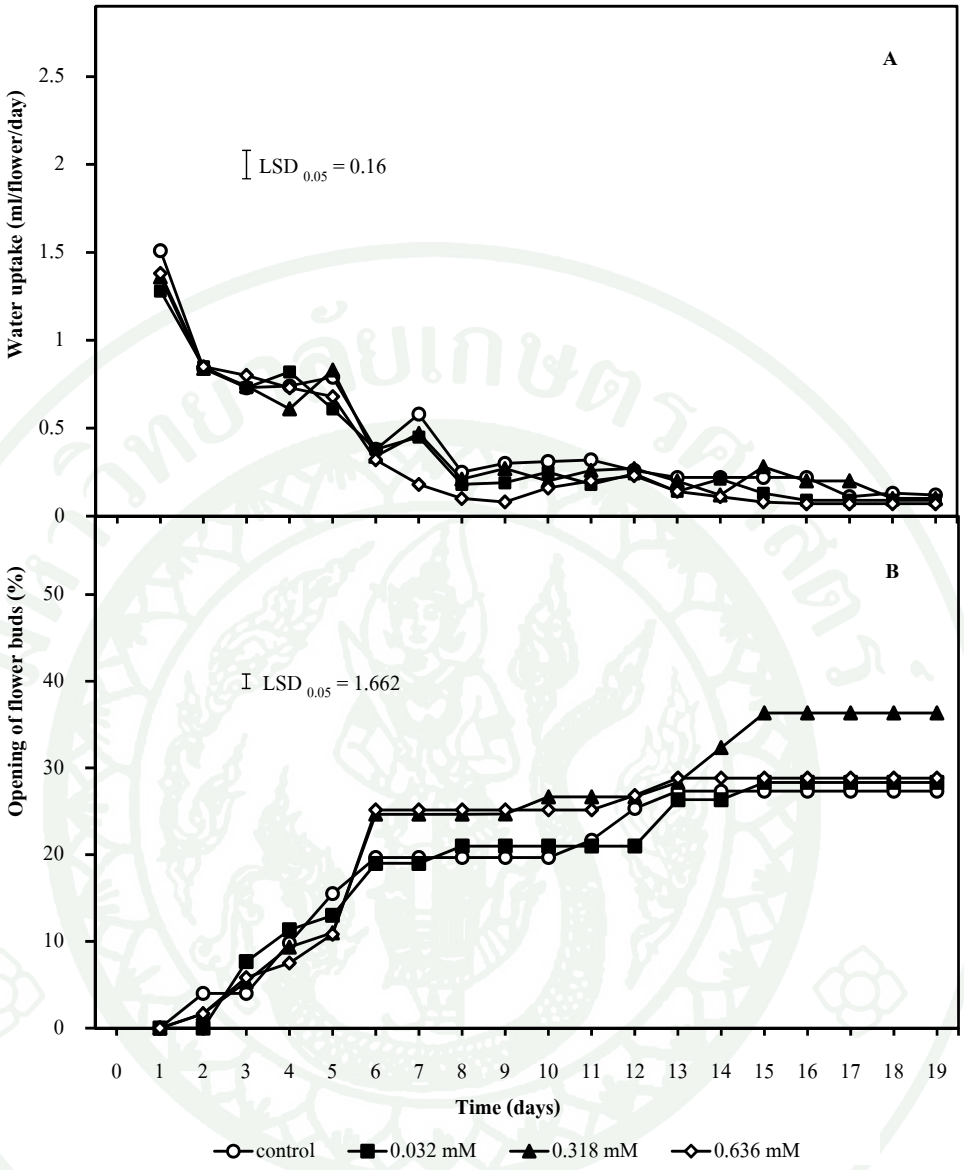
ภาพที่ 15 การดูดน้ำ (A) และ เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) เปรียบเทียบกับ dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



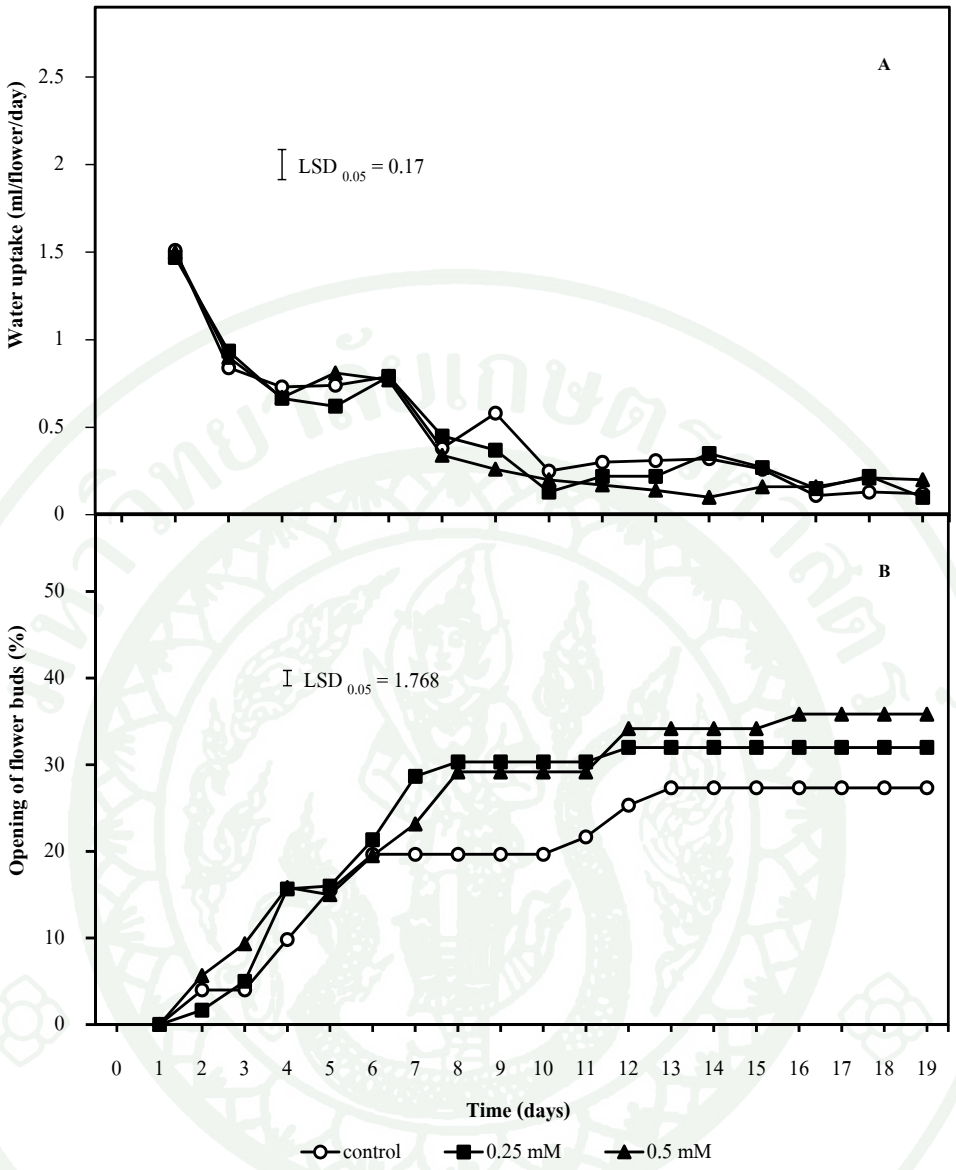
ภาพที่ 16 ลักษณะทางกายวิภาคท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) (A, D, G, J,M) ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) (B, E, H, K,N) และ dichloroisocyanuric acid (DICA) (C, F, I, L, O) เมื่อปักแจกันเป็นเวลา 15 วัน ไม่ได้ย้อมสี (A, B, C), ย้อมสี ruthenium red (D, E, F), toluidine blue (G, H, I), PAS reaction (J, K, L) และ urea reaction (M, N, O) (กำลังขยาย 10X) * แสดงตำแหน่งที่ติดสีย้อม/สิ่งอุดตันท่อลำเลียงน้ำ XY = xylem, XY OC = xylem occlusion

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



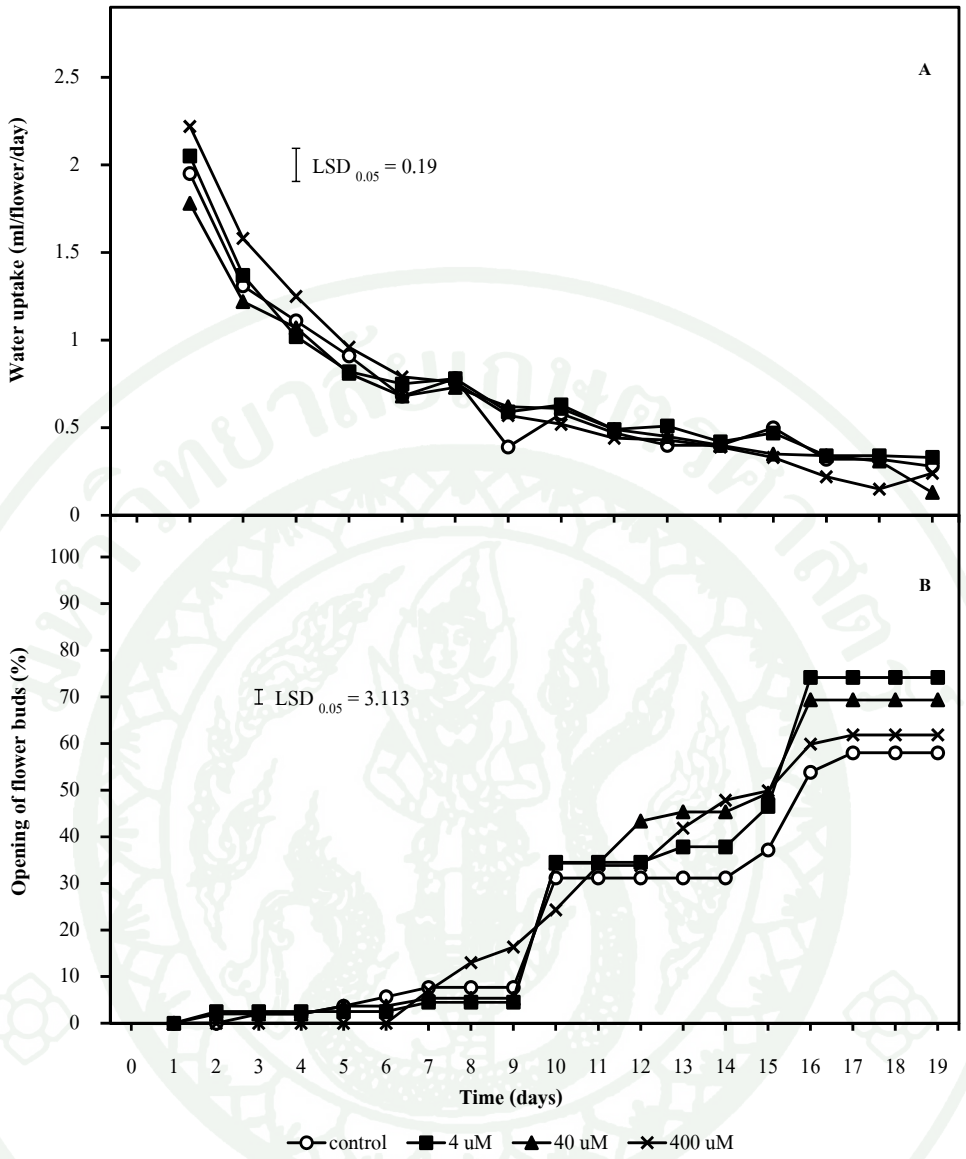
ภาพที่ 17 การดูดน้ำ (A) และ เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ความเข้มข้น 0.032, 0.318 และ 0.636 mM เปรียบเทียบกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (control)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



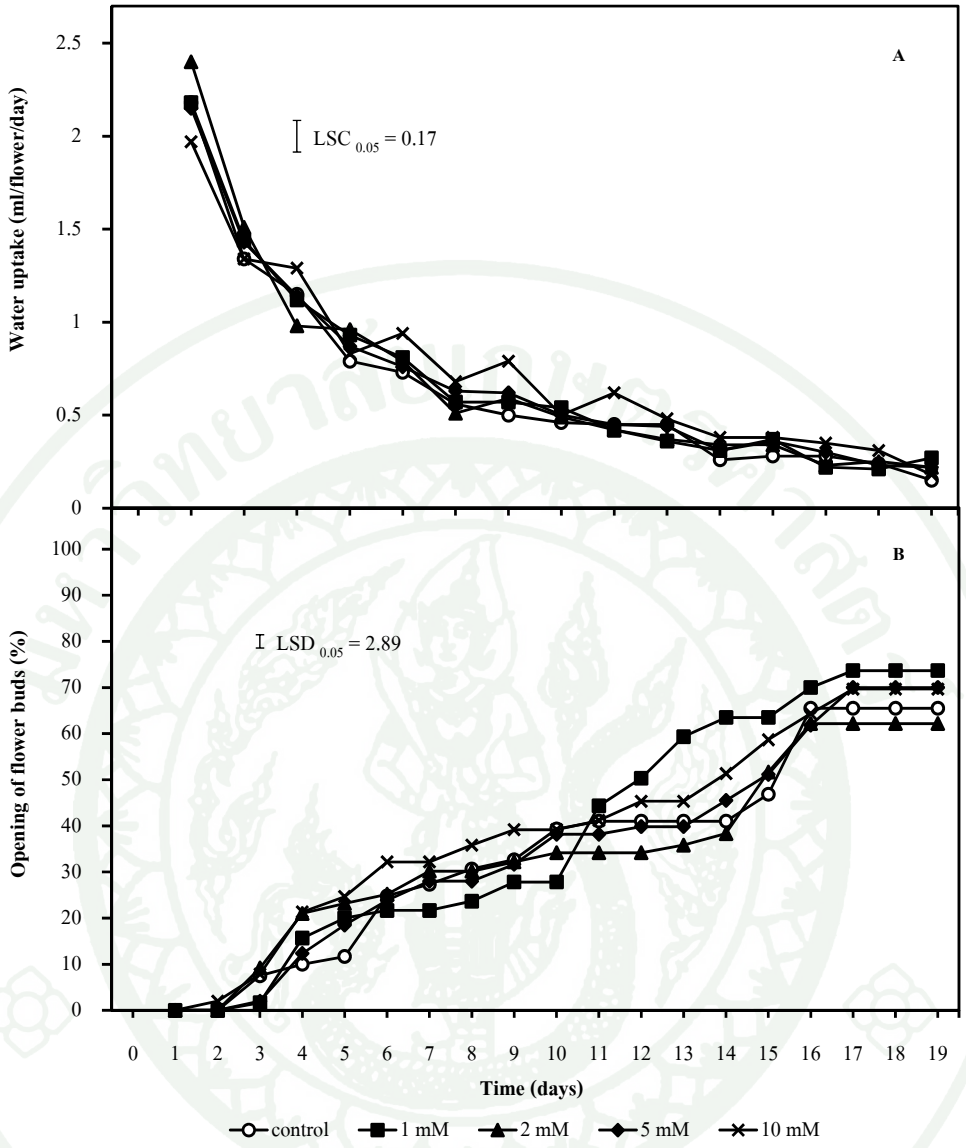
ภาพที่ 18 การดูดน้ำ (A) และ เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 mM เปรียบเทียบกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (control)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



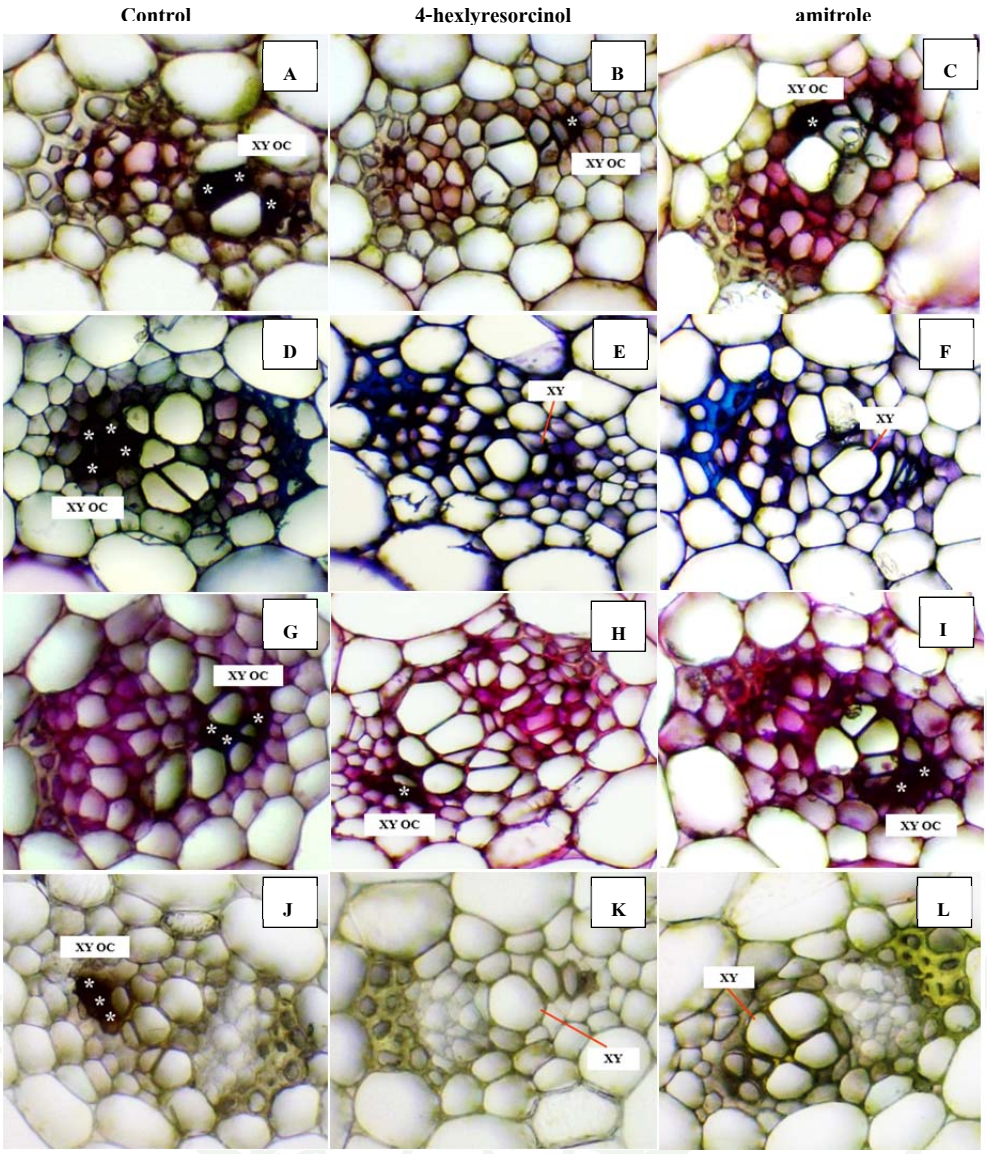
ภาพที่ 19 การดูดน้ำ (A) และ เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ความเข้มข้น 4, 40 และ 400 µM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 การดูดน้ำ (A) และ เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ความเข้มข้น 1, 2, 5 และ 10 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 21 ลักษณะทางกายวิภาคท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) (A, D, G, J) เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol (B, E, H, K) และ 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) (C, F, I, L) เมื่อปักแจกันเป็นเวลา 15 วัน ย้อมสี ruthenium red (A, B, C), toluidine blue (D, E, F), PAS reaction (G, H, I) และ urea reaction (J, K, L) (กำลังขยาย 10X) * แสดงตำแหน่งที่ติดสีย้อม/สิ่งอุดตันท่อลำเลียงน้ำ, XY = xylem, XY OC = xylem occlusion

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ตัวอย่างก้านดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ย้อมสีชนิดต่างๆ จากดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในสารละลายต่างๆในวันแรกของการปักแจกัน (D0) และวันหมดอายุปักแจกัน (D15) โดยเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	Ruthenium red									Toluidine blue									PAS reaction									Urea reaction								
	Basal			Lower			Upper			Basal			Lower			Upper			Basal			Lower			Upper			Basal			Lower			Upper		
	Day(s)			Day(s)			Day(s)			Day(s)			Day(s)			Day(s)			Day(s)			Day(s)			Day(s)			Day(s)			Day(s)			Day(s)		
	0	7	15	0	7	15	0	7	15	0	7	15	0	7	15	0	7	15	0	7	15	0	7	15	0	7	15	0	7	15	0	7	15	0	7	15
น้ำกลั่น (control)	0	3	5	0	1	2	0	1	1	0	3	5	0	1	3	0	1	2	0	2	4	0	1	2	0	1	2	0	2	4	0	1	2	0	1	2
HQS	0	0	1	ns	0	0	ns	0	0	0	0	1	ns	0	0	ns	0	0	0	0	1	ns	0	0	ns	0	0	0	0	0	ns	0	0	ns	0	0
DICA	0	0	2	ns	0	0	ns	0	0	0	0	2	ns	0	0	ns	0	0	0	0	2	ns	0	0	ns	0	0	0	0	0	ns	0	0	ns	0	0
S-carvone	0	1	4	ns	1	2	ns	0	1	0	1	4	ns	0	1	ns	0	2	0	0	2	ns	0	1	ns	0	1	0	1	3	ns	0	1	ns	0	1
Tropolone	0	1	4	ns	1	2	ns	0	1	0	1	4	ns	1	3	ns	0	2	0	0	2	ns	0	2	ns	0	1	0	1	4	ns	1	3	ns	0	3
4-hexylresorcinol	0	0	1	ns	0	0	ns	0	0	0	0	0	ns	0	0	ns	0	0	0	0	1	ns	0	0	ns	0	0	0	0	0	ns	0	0	ns	0	0
Amitrole	0	0	1	ns	0	0	ns	0	0	0	0	0	ns	0	0	ns	0	0	0	0	1	ns	0	0	ns	0	0	0	0	0	ns	0	0	ns	0	0

หมายเหตุ Basal ตัวอย่างก้านดอกเหนือบริเวณรอยตัดก้าน

Lower ตัวอย่างก้านดอกบริเวณต่ำกว่าระดับน้ำปักแจกัน

Uppe ตัวอย่างก้านดอกบริเวณเหนือระดับน้ำปักแจกัน

ns non-stained (ไม่ได้ย้อมสี)

0 ไม่ติดสีย้อม

1 ติดสีย้อมน้อยมาก

2 ติดสีย้อมน้อย

3 ติดสีย้อมปานกลาง

4 ติดสีย้อมมาก

5 ติดสีย้อมมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดอกบัวหลวง

ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย DICA และ HQS ทุกความเข้มข้นมีแนวโน้มการดูดน้ำสูงในวันแรกของการปักแจกัน และหลังจากนั้นลดลงตามระยะเวลาการปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 22) อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงปักแจกันในสารละลายทั้งสองชนิดทุกความเข้มข้นมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (ตารางที่ 10)

ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ความเข้มข้น 0.032 mM มีการดูดน้ำเพิ่มมากที่สุดคือ 11.6 ml/flower/day ในวันที่ 1 ของการปักแจกัน รองลงมาคือความเข้มข้น 0.636 และ 0.318 mM มีการดูดน้ำ 10.2 และ 9.1 ml/flower/day ตามลำดับ จากนั้นมีการดูดน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 23) โดยดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ความเข้มข้น 0.032 mM มีอายุปักแจกันนานที่สุดคือ 4.9 วัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ตารางที่ 11)

ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ทั้งความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 mM ในวันที่ 1 ของการปักแจกันมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น 9.1 และ 10 ml/flower/day ตามลำดับ จากนั้นลดลงทันทีในวันที่ 2 และลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 24) โดยดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ที่ความเข้มข้น 0.5 mM มีอายุปักแจกันนานที่สุดคือ 5 วัน ส่วนดอกบัวหลวงที่ความเข้มข้น 0.25 mM มีอายุปักแจกัน 4.7 วัน ซึ่งไม่แตกต่างกันกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ตารางที่ 12)

ในวันที่ 1 ของการปักแจกัน ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ที่ความเข้มข้น 4 40 และ 400 µM มีการดูดน้ำมากที่สุดคือ 8.9 8.2 และ 7.5 ml/flower/day ตามลำดับ และลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 2 ของการปักแจกัน จากนั้นลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 25) อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ทุกความเข้มข้นมีอายุปักแจกันเท่ากันกับการปักแจกันในน้ำกลั่นเท่ากันคือ 4 วัน (ตารางที่ 13)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในวันที่ 1 ของการปักแจกัน ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ความเข้มข้น 1 2 และ 5 mM มีการดูดน้ำเท่ากัน คือ 5.8 ml/flower/day และความเข้มข้น 10 mM มีอัตราการดูดน้ำ 5.2 ml/flower/day และลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 2 ของการปักแจกัน จากนั้นลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 26) ส่วนอายุปักแจกันของดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย amitrole ทุกความเข้มข้น มีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกันกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ตารางที่ 14)

เมื่อนำตัวอย่างก้านดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) มาตรวจดูลักษณะทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ก่อนการย้อมสี พบสารบางอย่างใน xylem ตั้งแต่วันแรกของการปักแจกัน (D0) (ภาพที่ 27A) และวันที่ 5 ซึ่งเป็นวันหมดอายุปักแจกัน (ภาพที่ 27B) และเมื่อนำตัวอย่างในวันที่ 5 ย้อมสีชนิดต่างๆ พบการติดสีเหลือง-แดงของ xylem จากการย้อมสี urea reaction ในบริเวณ basal เท่านั้น (ภาพที่ 27C และตารางที่ 15) แสดงว่า xylem ในบริเวณ basal ของดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่น มีการอุดตันจากสารประกอบฟีนอลเท่านั้น

เมื่อนำก้านดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลายที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และในสารละลายที่มีผลยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอลและลิกนิน มาตรวจดูลักษณะทางกายวิภาคของ xylem ก่อนการย้อมสี พบสารบางอย่างใน xylem ตั้งแต่วันแรกของการปักแจกัน (D0) (ภาพที่ 27D) เมื่อนำตัวอย่างก้านดอกบัวหลวงในวันที่ 5 ของการปักแจกัน ย้อมด้วยสีย้อมชนิดต่างๆ ไม่พบการติดสีของ xylem ทั้งจากบริเวณ basal, lower และ upper (ตารางที่ 15) แสดงว่า xylem ของดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลายต่างๆ อาจไม่ได้เกิดการอุดตันจากเพคติน ลิกนิน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบฟีนอล แต่พบสารบางอย่างอุดตันอยู่ใน xylem ของก้านดอกบัวหลวง (ภาพที่ 27E, F, G, H) เช่นเดียวกับที่พบก่อนการย้อมสีทั้งที่ปักแจกันในน้ำกลั่น และที่ปักแจกันในสารละลายต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ในระดับความเข้มข้นต่างกัน เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)[1/]
น้ำกลั่น (control)	3.8
DICA 25 mg/L	3.6
DICA 50 mg/L	3.8
HQS 200 mg/L	3.6
F-test	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 11 อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)
Control	4.8
S-carvone 0.032 mM	4.9
S-carvone 0.318 mM	4.7
S-carvone 0.636 mM	4.8
F-test	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)
Control	4.8
tropolone 0.25 mM	4.7
tropolone 0.5 mM	5.0
F-test	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 13 อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)
Control	4.0
4-hexylresorcinol 4 μM	4.0
4-hexylresorcinol 40 μM	4.0
4-hexylresorcinol 400 μM	4.0
F-test	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

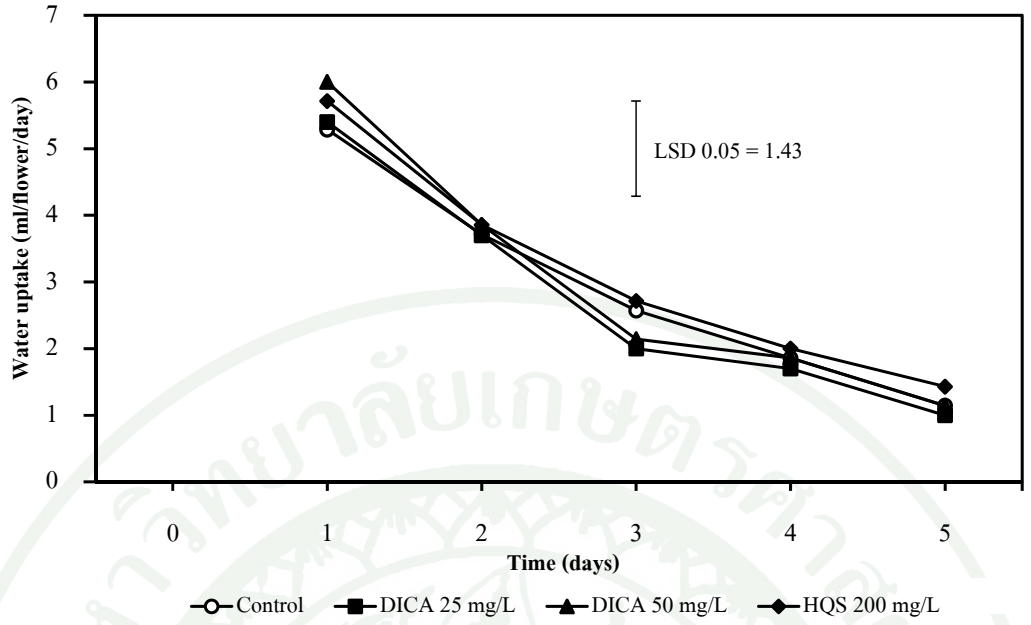
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 อายุปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

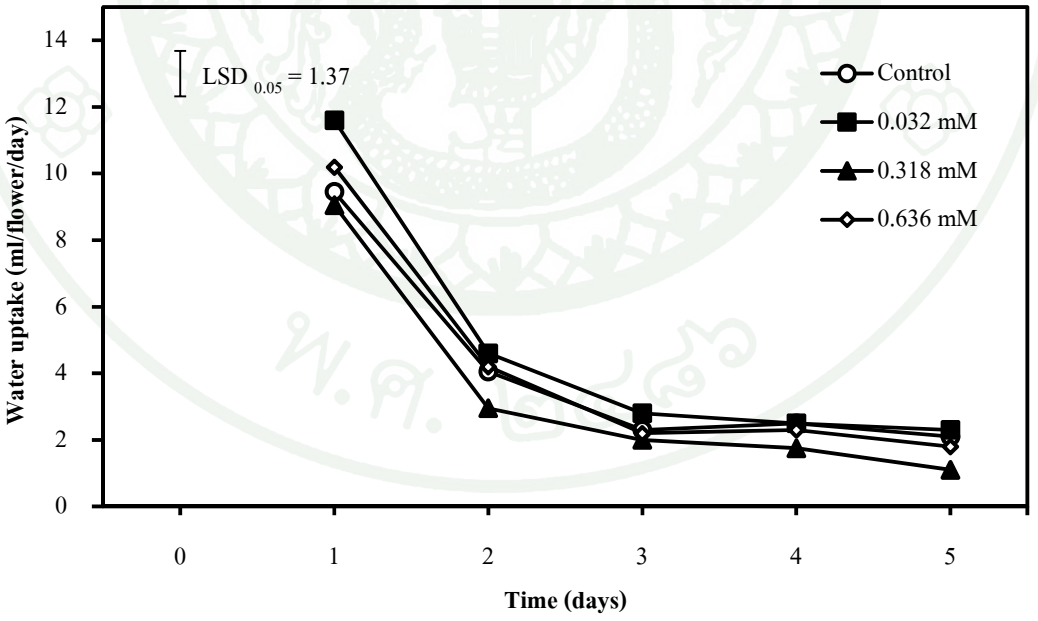
ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)
Control	4.7
amitrole 1 mM	4.7
amitrole 2 mM	4.8
amitrole 5 mM	5.0
amitrole 10 mM	5.0
F-test	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

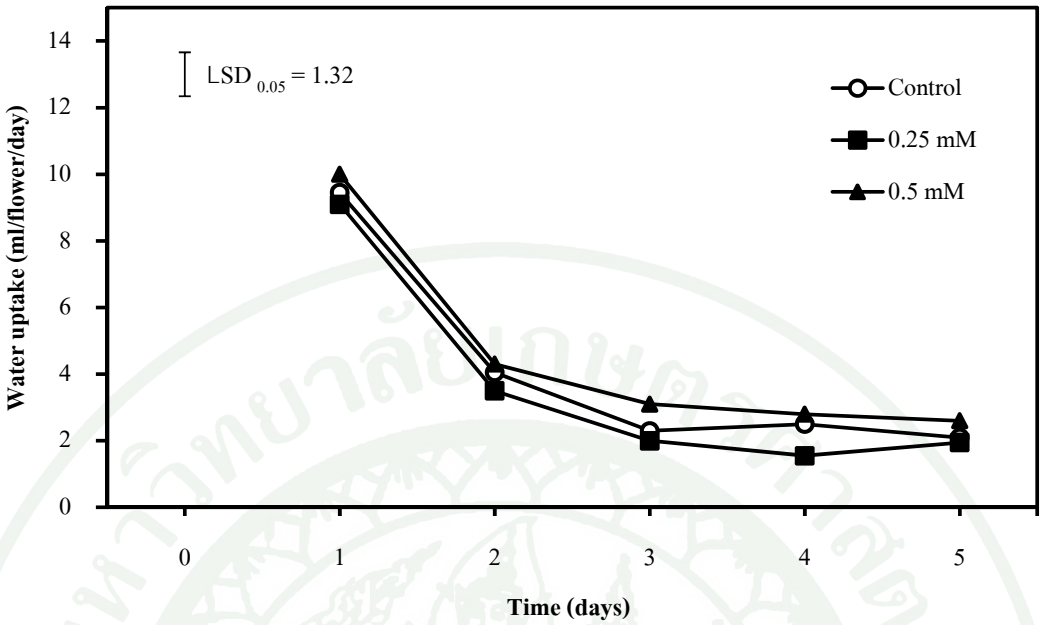


ภาพที่ 22 การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) เปรียบเทียบกับ dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ที่ความเข้มข้นต่างกัน

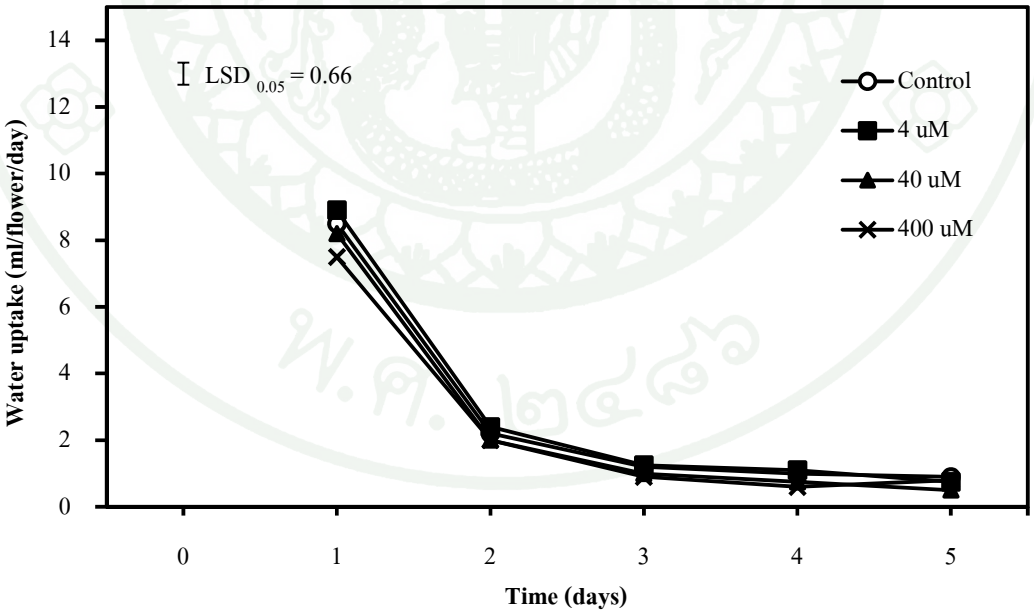


ภาพที่ 23 การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ความเข้มข้น 0.032, 0.318 และ 0.636 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

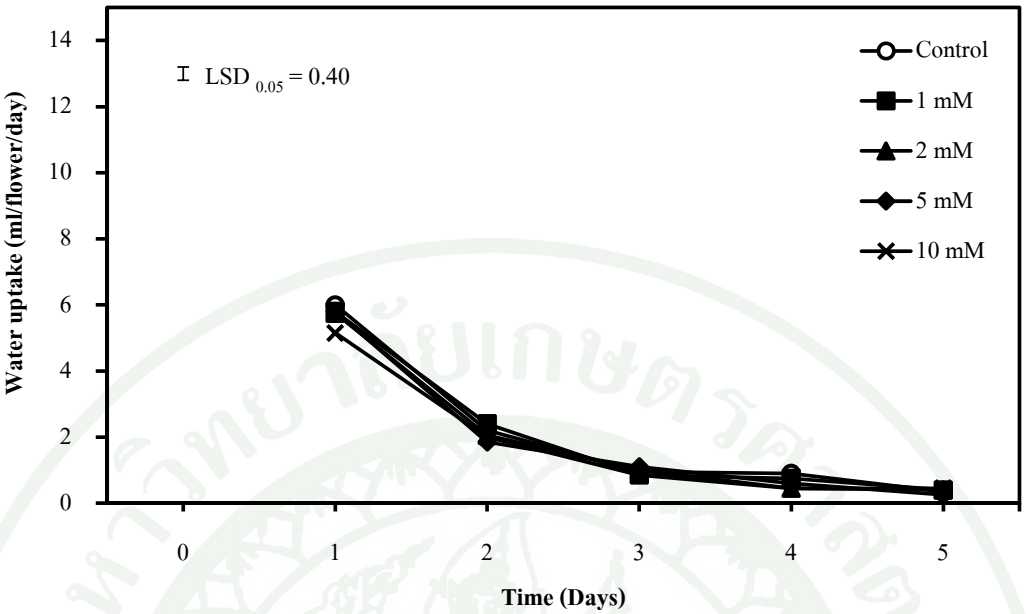


ภาพที่ 24 การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)



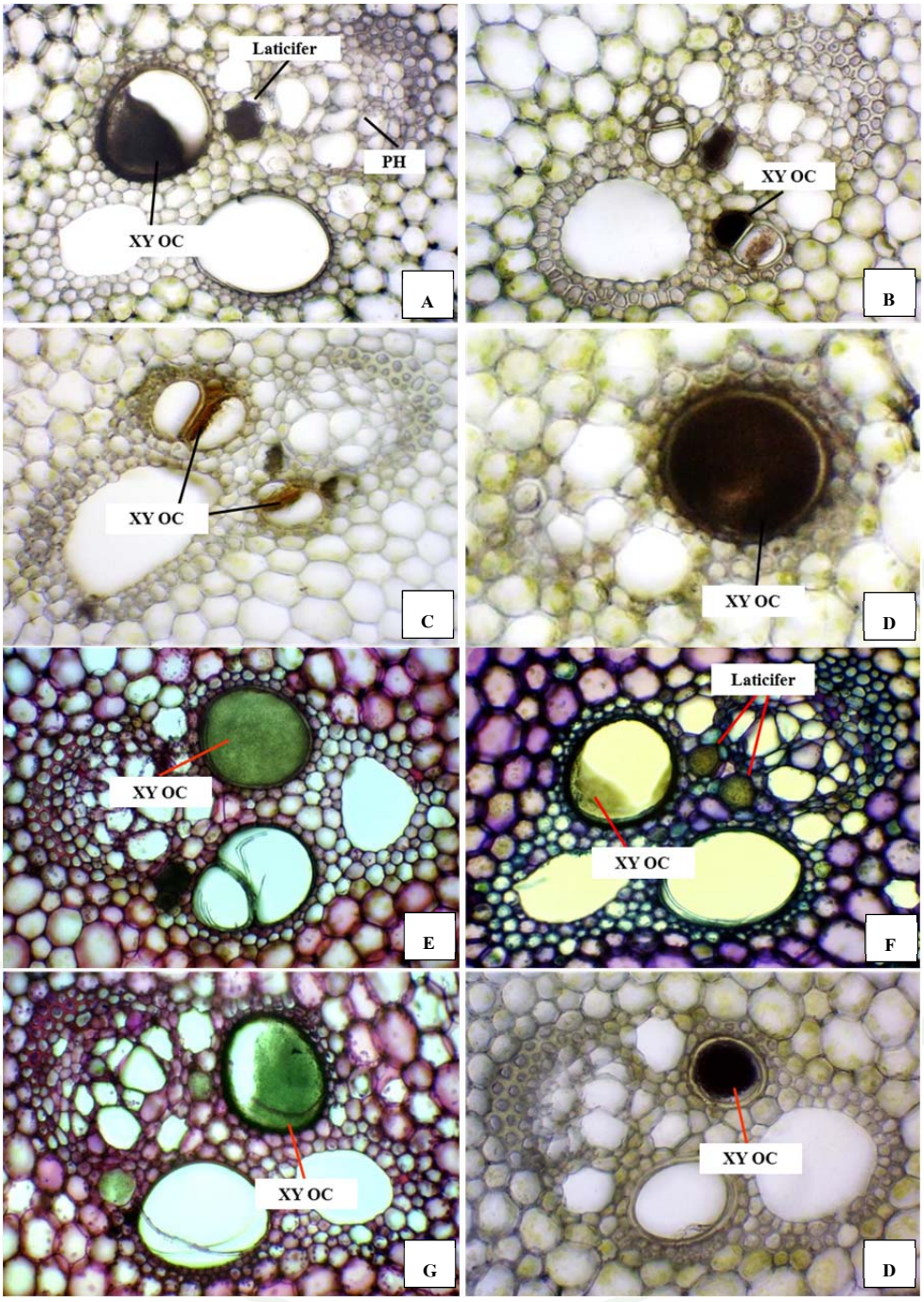
ภาพที่ 25 การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ความเข้มข้น 4, 40 และ 400 μM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 26 การดูดน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ความเข้มข้น 1, 2, 5 และ 10 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 ลักษณะทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) (A, B, C) และที่ปักแจกันในสารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) (D, E, F, G, H) ในวันที่ 0 ไม่ได้ย้อมสี (A, D) และวันที่ 5 ไม่ได้ย้อมสี (B) ย้อมสี ruthenium red (E), toluidine blue (F), PAS reaction (G) และ urea reaction (C, H); PH ท่อลำเลียงอาหาร (phloem), XY OC เกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ (xylem occlusion), laticifer ท่อน้ำยาง (กำลังขยาย 10X)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 ตัวอย่างก้านดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ที่ย้อมสีชนิดต่างๆ จากดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลายต่างๆในวันแรกของการปักแจกัน (D0) และวันหมดอายุปักแจกัน (D5) โดยเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	Toluidine blue						Ruthenium red						PAS reaction						Urea reaction					
	Basal		Lower		Upper		Basal		Lower		Upper		Basal		Lower		Upper		Basal		Lower		Upper	
	D0	D5	D0	D5	D0	D5	D0	D5	D0	D5	D0	D5	D0	D5	D0	D5	D0	D5	D0	D5	D0	D5	D0	D5
น้ำกลั่น (control)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HQS	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	2	ns	1	ns	1
DICA	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0
S-carvone	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0
Tropolone	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0
4-hexylresorcinol	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0
Amitrole	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0

หมายเหตุ Basal ตัวอย่างก้านดอกเหนือบริเวณรอยตัดก้าน
Lower ตัวอย่างก้านดอกบริเวณต่ำกว่าระดับน้ำปักแจกัน
Upper ตัวอย่างก้านดอกบริเวณเหนือระดับน้ำปักแจกัน
ns non-stained (ไม่ได้ย้อมสี)

0 ไม่ติดสีย้อม
1 ติดสีย้อมน้อยมาก
2 ติดสีย้อมน้อย
3 ติดสีย้อมปานกลาง
4 ติดสีย้อมมาก
5 ติดสีย้อมมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดอกพุทธรักษา

ดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย DICA ความเข้มข้น 50 mg/L มีอัตราการดูดน้ำสูงที่สุดคือ 3.2 ml/flower/day ในวันที่ 1 ของการปักแจกัน ส่วนดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย DICA ที่ความเข้มข้น 25 mg/L และดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย HQS มีอัตราการดูดน้ำ 2.6 และ 2.4 ml/flower/day ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่นที่มีการดูดน้ำเพียง 1.9 ml/flower/day หลังจากนั้นมีการดูดน้ำลดลงตามระยะเวลาการปักแจกัน (ภาพที่ 28A)

การบานเพิ่มของดอกตูมของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลายทุกชนิดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปักแจกัน โดยดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย DICA ความเข้มข้น 50 mg/L มีดอกตูมบานเพิ่มมากที่สุด คือ 83.3 % ส่วนดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย DICA ความเข้มข้น 25 mg/L และที่ปักแจกันในสารละลาย HQS มีจำนวนดอกตูมบานเพิ่มใกล้เคียงกัน คิดเป็น 75 และ 77.8 % ตามลำดับ ซึ่งมีการบานเพิ่มของดอกตูมมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 28B)

ดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย DICA และ HQS ทุกความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น โดยมีอายุปักแจกันเฉลี่ย 2.6-3 วัน (ตารางที่ 16)

ดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ความเข้มข้น 0.318 mM มีการดูดน้ำเพิ่มมากที่สุดคือ 2.8 ml/flower/day ในวันที่ 1 ของการปักแจกัน รองลงมาคือความเข้มข้น 0.636 และ 0.318 mM มีการดูดน้ำ 2.6 และ 2.5 ml/flower/day ตามลำดับ จากนั้นมีการดูดน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 29A) เช่นเดียวกันกับการบานเพิ่มของดอกตูมของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ที่ความเข้มข้น 0.318 mM มีดอกตูมบานเพิ่มมากที่สุด คือ 33.3 % ส่วนดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ที่ความเข้มข้น 0.032 และ 0.636 mM มีการบานเพิ่มของดอกตูมเท่ากัน คือ 30.6 % (ภาพที่ 29B) ดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ทุกความเข้มข้นมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างจากการปักแจกันในน้ำกลั่น โดยมีอายุปักแจกันเฉลี่ย 2.8-3 วัน (ตารางที่ 17)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ทุกความเข้มข้นมีอัตราการดูดน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น ตั้งแต่วันที่เริ่มปักแจกันจนกระทั่งวันหมดอายุปักแจกัน (ภาพที่ 30A) ส่วนการบานเพิ่มของดอกตูมของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 mM ไม่แตกต่างจากการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 30B) และดอกพุทธรักษาทั้งที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone และในน้ำกลั่น มีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีอายุปักแจกันเฉลี่ย 2.8-3 วัน (ตารางที่ 18)

ดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol มีอัตราการดูดน้ำมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น โดยในวันที่ 1 ของการปักแจกัน ดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ที่ความเข้มข้น 4 μM มีการดูดน้ำมากที่สุดคือ 2.8 ml/flower/day ส่วนดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารลาย 4-hexylresorcinol ที่ความเข้มข้น 40 และ 400 μM มีการดูดน้ำเท่ากันคือ 2.6 ml/flower/day หลังจากนั้นการดูดน้ำลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 2 และลดลงตามระยะเวลาปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับในน้ำกลั่น (ภาพที่ 31A) ส่วนการบานเพิ่มของดอกตูมให้ผลไปทางเดียวกันกับการดูดน้ำ โดยดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารลาย 4-hexylresorcinol ที่ความเข้มข้น 4 μM มีดอกตูมบานเพิ่มมากที่สุด คือ 58.3 % (ภาพที่ 31B) ดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ทุกความเข้มข้นมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น โดยมีอายุปักแจกันเฉลี่ย 2.8-3 วัน (ตารางที่ 19)

ดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ที่ความเข้มข้น 5 Mm มีการดูดน้ำได้ดีที่สุดในวันที่ 1 ของการปักแจกัน คือ 1.9 ml/flower/day และที่ความเข้มข้น 1 mM มีการดูดน้ำได้น้อยที่สุดเพียง 1 ml/flower/day หลังจากนั้นการดูดน้ำจะลดลงตามระยะเวลาการปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 32A) การบานเพิ่มของดอกตูม พบว่า ดอกพุทธรักษาที่ความเข้มข้น 5 mM มีดอกตูมบานเพิ่มมากที่สุด คือ 61.1 % (ภาพที่ 32B) และดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย amitrole ทุกความเข้มข้นมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น โดยมีอายุปักแจกันเฉลี่ย 2.6-2.8 วัน (ตารางที่ 20)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อนำตัวอย่างก้านดอกพุทธรักษาทั้งที่ปักแจกันในน้ำกลั่น และที่ปักแจกันในสารละลายที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และในสารละลายที่มีผลยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอล และลิกนิน ในวันที่ 0 ของการปักแจกัน มาศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ก่อนการย้อมสี ไม่พบสิ่งอุดตันของ xylem ในทุกบริเวณ (ภาพที่ 33A และ B) และเมื่อนำตัวอย่างก้านดอกพุทธรักษาในวันที่ 2 ของการปักแจกัน ย้อมด้วยสีย้อมชนิดต่างๆ ไม่พบการติดสีใดๆ ของ xylem ในทุกบริเวณ (ตารางที่ 21) ทั้งตัวอย่างก้านดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 33C และ D) และที่ปักแจกันในสารละลายต่างๆ (ภาพที่ 33E, F, G และ H) แสดงว่า xylem ของดอกพุทธรักษาไม่ได้เกิดการอุดตันจากเพคติน ลิกนิน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบฟีนอล แต่จากการสังเกตในขณะที่ทำการทดลอง พบว่าเมื่อตัดก้านดอกพุทธรักษาจะมีเมือกออกมาบริเวณรอยตัดก้านดอก

ตารางที่ 16 อายุปักแจกันของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ในระดับความเข้มข้นต่างกัน เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)[1/]
น้ำกลั่น (control)	2.8
DICA 25 mg/L	3.0
DICA 50 mg/L	3.0
HQS 200 mg/L	2.6
F-test	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 อายุปักแจกันของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)
Control	2.8
S-carvone 0.032 mM	3.0
S-carvone 0.318 mM	2.8
S-carvone 0.636 mM	2.8
F-test	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 18 อายุปักแจกันของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)
Control	2.8
tropolone 0.25 mM	2.8
tropolone 0.5 mM	3.0
F-test	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 อายุปักแจกันของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)
Control	2.8
4-hexylresorcinol 4 µM	2.8
4-hexylresorcinol 40 µM	2.4
4-hexylresorcinol 400 µM	3.0
F-test	ns

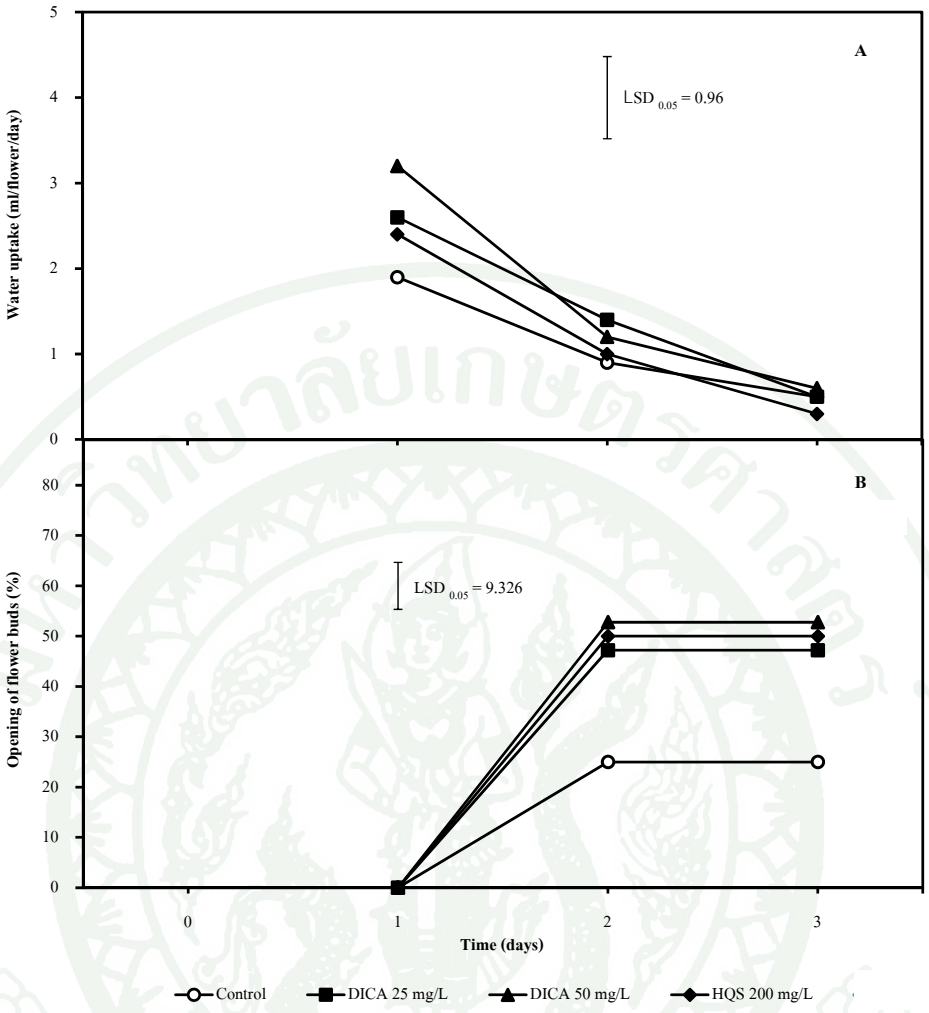
หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 20 อายุปักแจกันของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	อายุปักแจกัน (วัน)
Control	2.8
amitrole 1 mM	2.8
amitrole 2 mM	2.8
amitrole 5 mM	2.6
amitrole 10 mM	2.6
F-test	ns

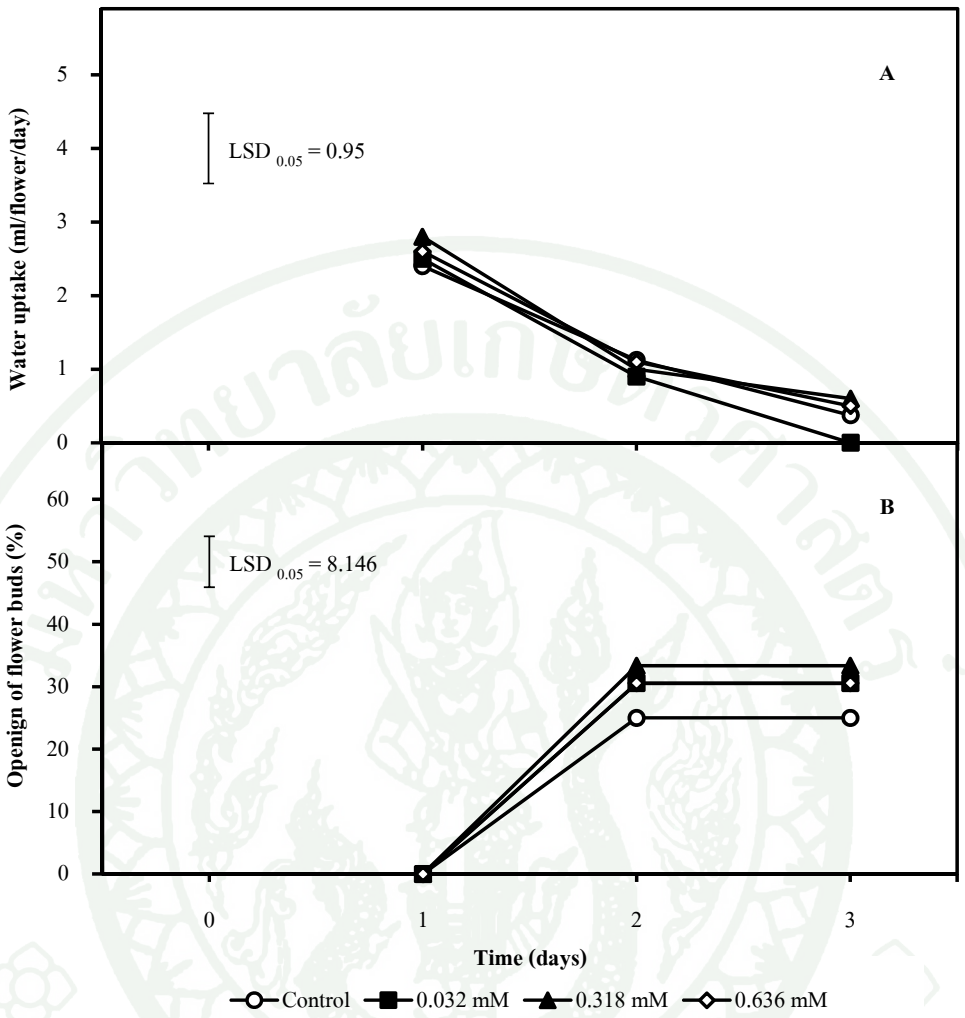
หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



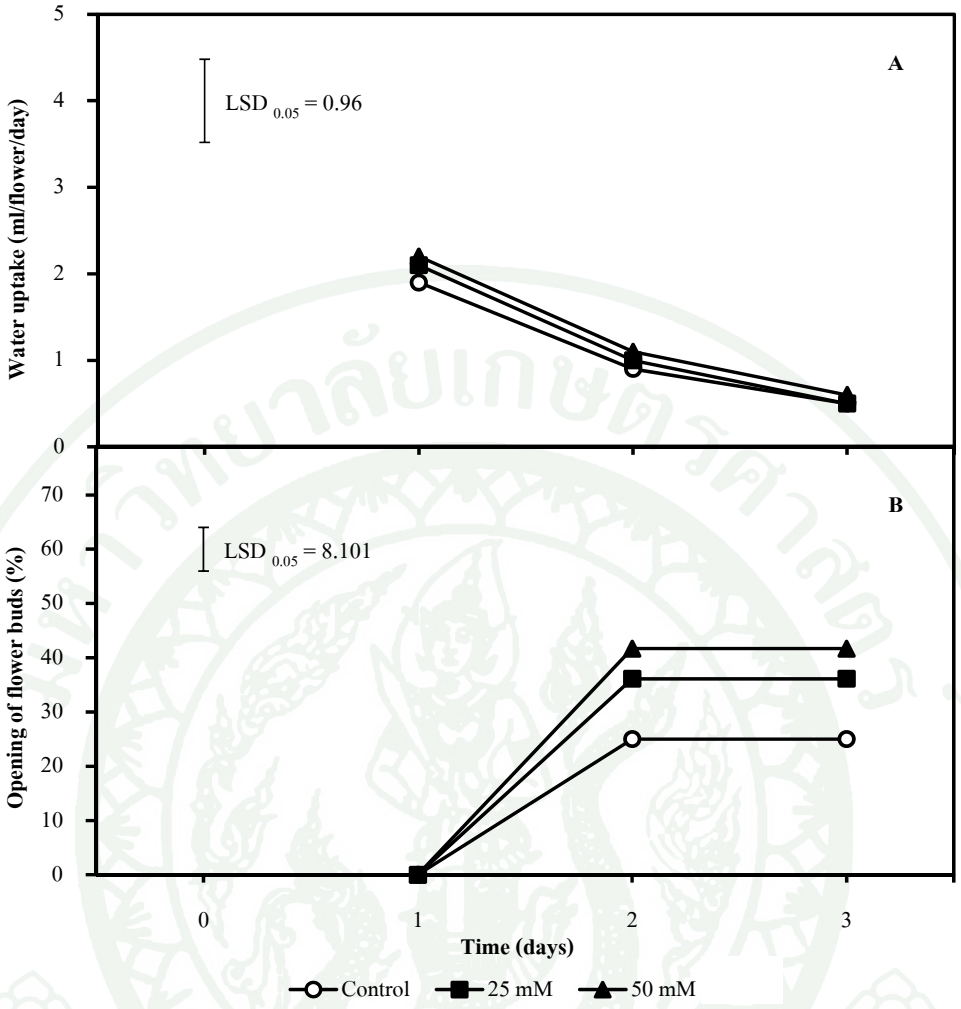
ภาพที่ 28 การดูดน้ำ (A) และ เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) เปรียบเทียบกับ dichloroisocyanuric acid (DICA) และ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



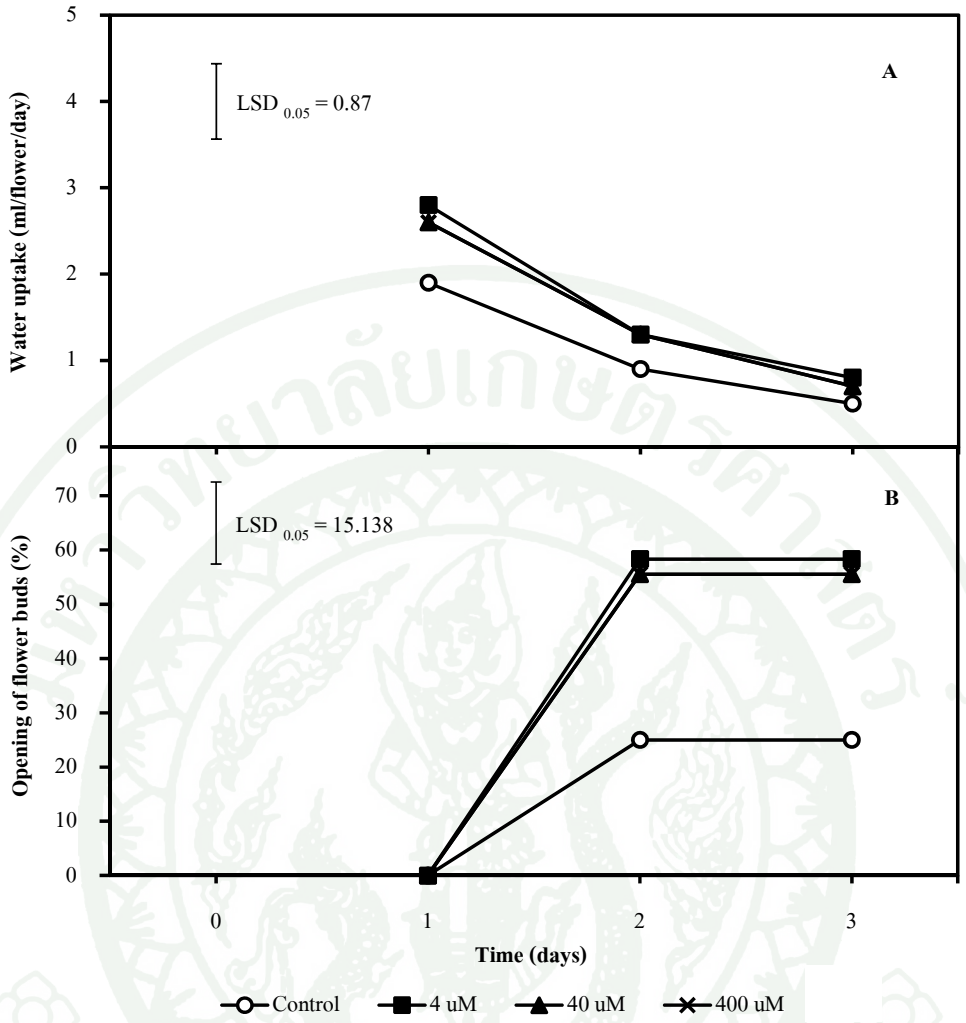
ภาพที่ 29 การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone ความเข้มข้น 0.032, 0.318 และ 0.636 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



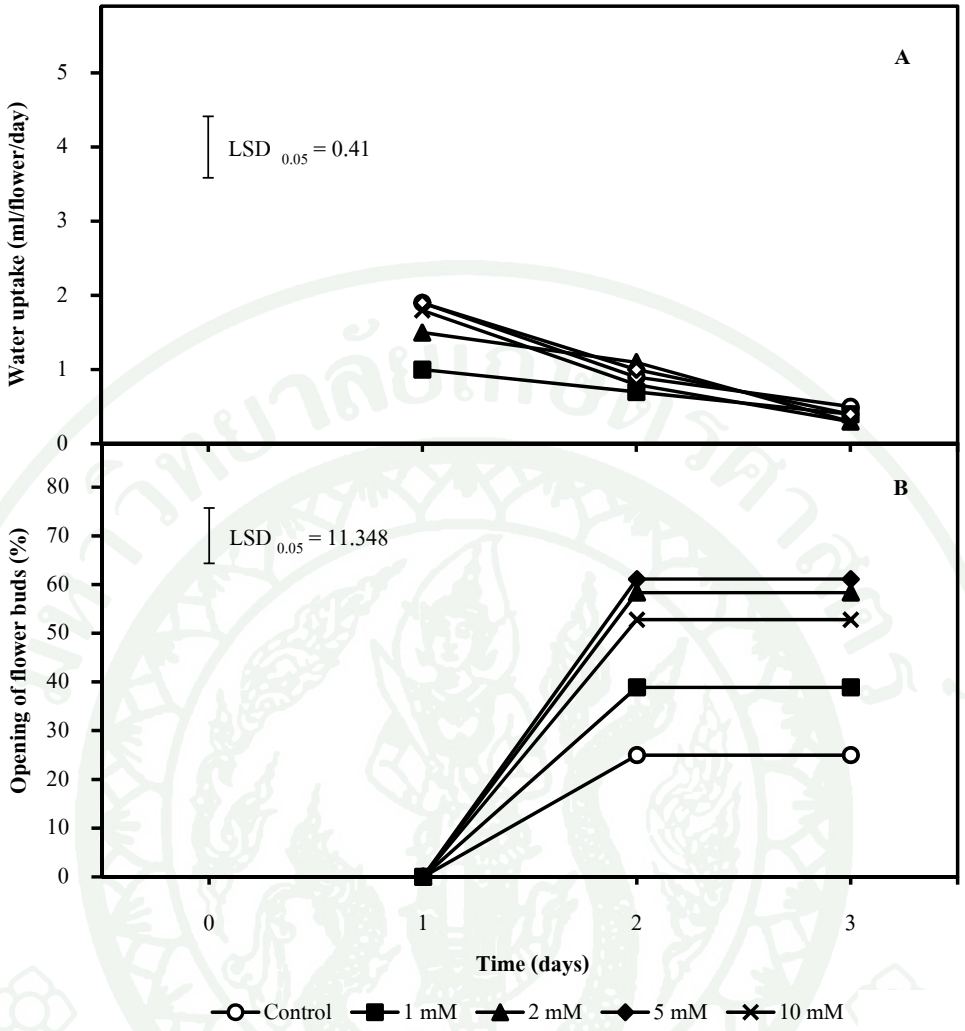
ภาพที่ 30 การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



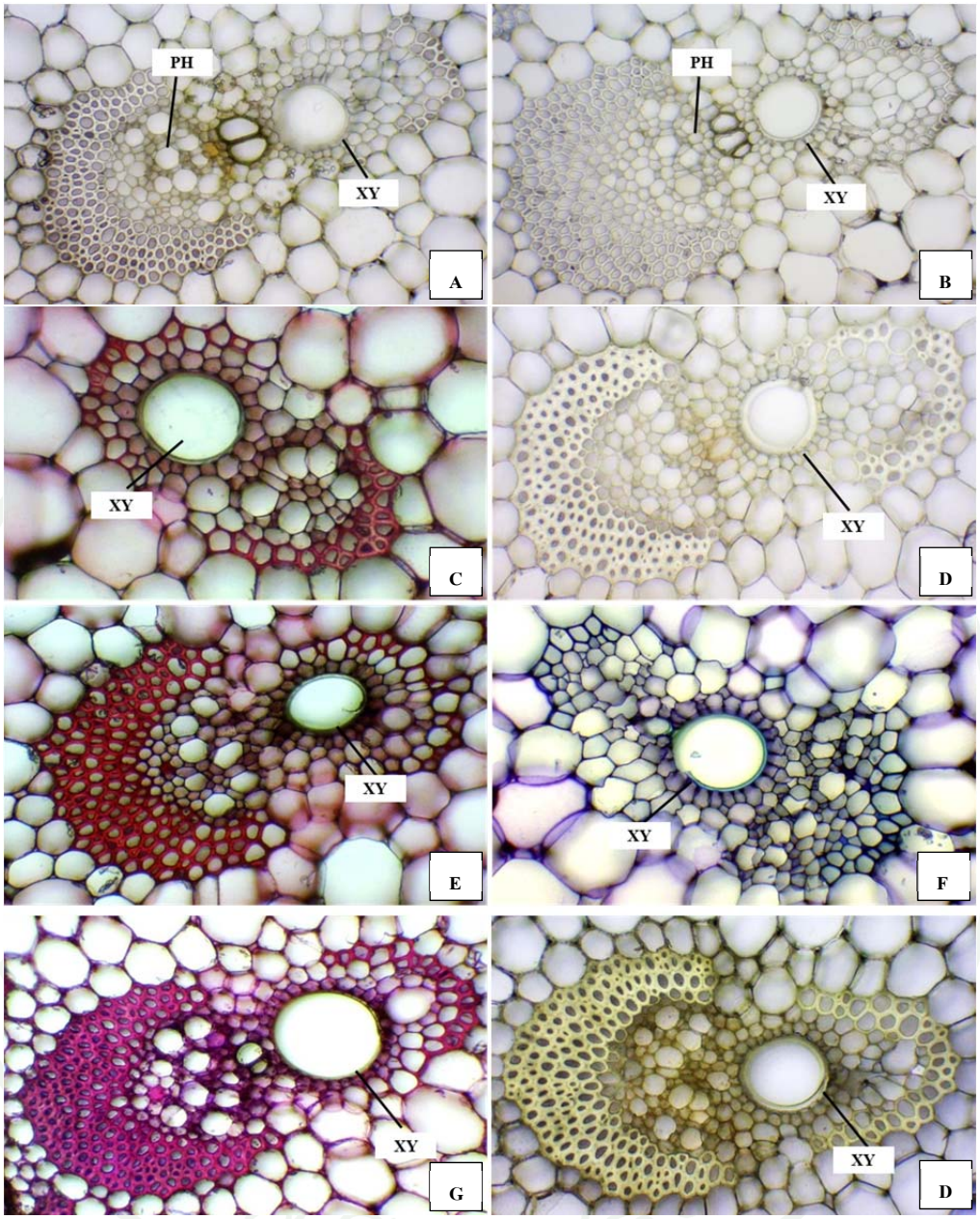
ภาพที่ 31 การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol ความเข้มข้น 4, 40 และ 400 µM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 32 การดูดน้ำ (A) และเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูม (B) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ความเข้มข้น 1, 2, 5 และ 10 mM เปรียบเทียบกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 33 ลักษณะทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำ (xylem: XY) ของดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) (A, C, D) และดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) (B, E, F, G, H) ในวันแรกของการปักแจกัน ไม่ได้ย้อมสี (A, B) และในวันที่ 2 ของการปักแจกัน (C) ย้อมสี urea reaction (D, H), ruthenium red (E), toluidine blue (F) และ PAS reaction (G) (กำลังขยาย 10X)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 ตัวอย่างก้านดอกพุทธรักษาที่ย้อมสีชนิดต่างๆ จากดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลายต่างๆในวันแรกของการปักแจกัน (D0) และวันหมดอายุปักแจกัน (D2) โดยเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์	Toluidine blue						Ruthenium red						PAS reaction						Urea reaction					
	Basal		Lower		Upper		Basal		Lower		Upper		Basal		Lower		Upper		Basal		Lower		Upper	
	D0	D2	D0	D2	D0	D2	D0	D2	D0	D2	D0	D2	D0	D2	D0	D2	D0	D2	D0	D2	D0	D2	D0	D2
น้ำกลั่น (control)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HQS	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0
DICA	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0
S-carvone	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0
Tropolone	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0
4-hexylresorcinol	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0
Amitrole	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0	ns	0

หมายเหตุ Basal ตัวอย่างก้านดอกเหนือบริเวณรอยตัดก้าน

Lower ตัวอย่างก้านดอกบริเวณต่ำกว่าระดับน้ำปักแจกัน

Upper ตัวอย่างก้านดอกบริเวณเหนือระดับน้ำปักแจกัน

ns non – stained (ไม่ได้ย้อมสี)

0 ไม่ติดสีย้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

ความสัมพันธ์น้ำ และอายุปักแจกันของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย ดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา

การศึกษาความสัมพันธ์น้ำในดอกกล้วยไม้สกุลหวาย ดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา พบว่าดอกไม้ที่มีอายุการปักแจกันนานที่สุด คือ ดอกกล้วยไม้ เนื่องจากดอกกล้วยไม้มีประสิทธิภาพการดูดน้ำได้ดีกว่า เห็นได้จากการที่ดอกกล้วยไม้มีอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำรวดเร็วกว่าดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา มีอัตราการดูดน้ำ และอัตราการคายน้ำค่อนข้างคงที่ และไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการปักแจกัน อีกทั้งยังมีความสามารถในการดูดน้ำมาชดเชยหรือทดแทนการคายน้ำได้ดีกว่าดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา ซึ่งพิจารณาได้จากค่าสมดุลน้ำ (water balance) ของดอกบัวหลวงที่เริ่มติดลบในวันที่ 2 ของการปักแจกัน และมีค่าติดลบเพิ่มขึ้นจนกระทั่งหมดอายุปักแจกัน โดยดอกบัวหลวงมีอายุปักแจกันเฉลี่ย 3-5 วัน ส่วนค่าสมดุลน้ำของดอกพุทธรักษามีค่าติดลบตั้งแต่วันที่ 1 ของการปักแจกันบ่งบอกว่าดอกพุทธรักษามีการดูดน้ำได้น้อยกว่าการคายน้ำหลังจากตัดดอกเพียง 1 วัน และหมดอายุการใช้งานภายใน 2-3 วัน ดังนั้นจึงจะเห็นได้ว่าการดูดน้ำมาทดแทนการคายน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญต่ออายุการใช้งานของดอกไม้ ถึงแม้ว่าดอกไม้นั้นๆ จะมีอัตราการดูดน้ำสูงแต่ก็มีอัตราการคายน้ำสูงด้วย จึงทำให้ไม่สามารถดูดน้ำมาชดเชยการคายน้ำได้อย่างเพียงพอ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบระหว่างดอกกล้วยไม้กับดอกบัวหลวง โดยดอกกล้วยไม้มีอัตราการดูดน้ำ เท่าๆ กันกับอัตราการคายน้ำ แต่แตกต่างกันกับดอกบัวหลวงที่มีอัตราการดูดน้ำสูงกว่าดอกกล้วยไม้มาก แต่ก็มีอัตราการคายน้ำสูง และมากกว่าอัตราการดูดน้ำอีกด้วย จึงทำให้ดอกบัวหลวงมีอายุปักแจกันสั้นกว่าดอกกล้วยไม้ ดังนั้นการรักษาความสมดุลของน้ำ (การดูดน้ำ และการคายน้ำ) ของดอกไม้แต่ละชนิด เป็นการบ่งชี้ถึงความสามารถของดอกไม้ที่จะนำน้ำไปใช้ประโยชน์ภายในเซลล์ได้

ดอกไม้ทั้งสามชนิดมีอัตราการดูดน้ำสูงในช่วงแรกของการปักแจกัน และหลังจากนั้นจะลดลงเรื่อยๆตามระยะเวลาการปักแจกัน ซึ่งเป็นปกติทั่วไปของดอกไม้ที่เมื่อตัดออกจากต้นจะเข้าสู่สภาพหมดอายุ เช่นเดียวกันกับการบานเพิ่มของดอกตูมที่สอดคล้องกันกับการดูดน้ำ โดยการบานเพิ่มของดอกตูมจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการปักแจกัน จากนั้นจะค่อนข้างคงที่เมื่อมีการดูดน้ำลดลง ซึ่งการบานของดอกตูมต้องอาศัยปัจจัยที่สำคัญ คือ ความชื้น และอาหารสะสม เมื่อดอกไม้มีการดูดน้ำได้น้อย อาหารสะสมภายในดอกจะถูกใช้ไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่เพียงพอต่อการพัฒนาของดอกตูมภายในช่อเดียวกันได้ (Roger, 1973)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การลดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย ดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา

ดังจะเห็นแล้วว่าการดูดน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเสื่อมสภาพของดอกไม้ หากดอกไม้มีการดูดน้ำน้อยลง อาจเกิดมาจากการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในก้านดอก โดยมีสาเหตุหลายประการ ดังนั้นจึงทำการศึกษาถึงวิธีการ หรือการใช้สารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อลดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ เพื่อให้ทราบสาเหตุของการอุดตันท่อลำเลียงน้ำในก้านดอกของดอกไม้ทั้งสามชนิด

จากผลการศึกษาการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำที่อาจเกิดจากการมีฟองอากาศเข้าไปแทรกอยู่ในท่อลำเลียงน้ำของดอกไม้ทั้งสามชนิด พบว่าการตัดก้านดอกใต้น้ำ เพื่อลดการเกิดฟองอากาศแทรกเข้าไปในท่อลำเลียงน้ำ และการตัดก้านดอกในอากาศแล้ววางทิ้งไว้ให้ขาดน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มโอกาสให้มีอากาศแทรกเข้าไปในท่อลำเลียงน้ำ มีอัตราการดูดน้ำ และอายุปักแจกันไม่แตกต่างกัน และดอกไม้ทั้งสามชนิดยังคงมีการดูดน้ำได้ตามปกติเช่นเดียวกันกับการตัดก้านดอกในอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับการตัดก้านดอกใต้น้ำของดอกกุหลาบพันธุ์เรดมาสเตอร์พีชก่อนการปักแจกัน ที่พบว่าอัตราการดูดน้ำ และอายุปักแจกันไม่แตกต่างจากการตัดก้านดอกในอากาศ (อุบล และสุนทรี, 2554) ซึ่งแตกต่างกันกับการตัดก้านดอกกุหลาบพันธุ์ Sonia และ Cara mia ที่ทิ้งไว้ให้ขาดน้ำนาน 2 ชั่วโมงแล้วนำมาตัดก้านดอกใต้น้ำ และตัดก้านดอกในอากาศ พบว่าดอกกุหลาบที่ตัดก้านดอกใต้น้ำ มีการดูดน้ำสูงกว่าดอกกุหลาบที่ตัดก้านดอกในอากาศ โดยดอกกุหลาบที่ตัดก้านดอกใต้น้ำมีการดูดน้ำไปชดเชยน้ำที่สูญเสียไปได้อย่างรวดเร็วกว่าดอกกุหลาบที่ตัดก้านดอกในอากาศ (Evans *et.al*., 1996) ความแตกต่างกับผลของการศึกษานี้ อาจเนื่องมาจากระยะเวลาที่ทิ้งไว้ให้ขาดน้ำอาจไม่นานพอที่จะมีอากาศแทรกเข้าไปในท่อลำเลียงน้ำหรือก่อให้เกิดความเสียหายจากการขาดน้ำได้ (Hew *et al.*, 1980) ดอกกล้วยไม้ และดอกพุทธรักษาที่ตัดก้านดอกใต้น้ำมีดอกตูมบานเพิ่มมากกว่าดอกกล้วยไม้ และดอกพุทธรักษาที่ตัดก้านดอกในอากาศแล้ววางทิ้งไว้ให้ขาดน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง อาจเนื่องมาจากเมื่อเกิดการขาดน้ำ แม้เวลาเพียงเล็กน้อยก็อาจก่อให้เกิดความเสียหายของเซลล์ เมื่อได้รับน้ำอีกครั้ง ดอกไม้จึงมีความสามารถในการดูดน้ำขึ้นไปเลี้ยงส่วนต่างๆได้น้อยลง ซึ่งมีผลกระทบต่อปัจจัยที่ควบคุมการบานของดอกตูม คือปริมาณน้ำในเนื้อเยื่อพืช และอาหารสะสม โดยอาหารสะสมภายในดอกถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็วเมื่อเกิดการขาดน้ำ (Roger, 1973) การอุดตันของท่อลำเลียงจากฟองอากาศสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อไหร่ก็ตามที่ดอกไม้ขาดความสมดุลน้ำ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ทั้งกับดอกไม้ที่ตัดก้านแล้วนำไปปักแจกัน กับดอกไม้ที่ตัดก้านดอกแล้วเก็บรักษาแบบแห้ง (van Doorn, 1997)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลของการศึกษาการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกัน โดยใช้สารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) หรือสารละลาย dichloroisocyanuric acid (DICA) พบว่า สารทั้งสองชนิดให้ผลดีกับดอกกล้วยไม้ โดยทำให้ดอกกล้วยไม้มีอัตราการดูดน้ำมากกว่า มีจำนวนดอกตูมบานเพิ่มมากกว่า และมีอายุปักแจกันนานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น ซึ่งสอดคล้องกับการใช้สารละลาย HQS ความเข้มข้น 200-600 mg/L กับดอกกุหลาบ กล้วยไม้ แกลดิโอลัส และคาร์เนชันที่ทำให้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และเกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำน้อย (Ketsa *et al*., 2001) และให้ผลเช่นเดียวกันกับการใช้ DICA ที่ความเข้มข้น 50 mg/L กับดอกกุหลาบ เบญจมาศ
แกลดิโอลัส คาร์เนชัน แอสเตอร์ และ *Gloriosa rothschildiana* ทำให้มีการดูดน้ำมากขึ้น และเกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำน้อย (Marousky, 1997; Loubaud *et al*., 2004; Rodney *et al*., 1992) ซึ่งสอดคล้องกับการใช้สารละลาย DICA ความเข้มข้น 40 mg/L กับดอกกล้วยไม้สกุลมอคคาร่า พันธุ์ Nora Pink ที่ช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกัน และช่วยยืดอายุการปักแจกันให้นานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น (Sattayawong *et al*., 2010) แต่ทั้งสารละลาย HQS และ DICA ไม่มีผลต่ออัตราการดูดน้ำ และอายุปักแจกันของดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา จึงอาจเป็นไปได้ว่าการอุดตันของท่อลำเลียงไม่ได้เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ในดอกไม้ทั้งสองชนิดนี้ ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของบุญเกื้อ (2537) ที่ใช้สารละลาย HQS ร่วมกับน้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายยืดอายุปักแจกันกับดอกบัวหลวงแล้วทำให้มีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะว่าเมื่อดอกบัวหลวงดูดสารละลายน้ำตาลขึ้นไปในช่วงแรก จึงทำให้ดอกไม้มีค่า osmotic potential ภายในเซลล์ต่ำลง เป็นผลให้ดอกไม้สามารถดูดน้ำได้มากขึ้นในวันถัดมา (สายชล, 2531) ขณะที่ในการศึกษานี้สารละลายที่ใช้ปักแจกันไม่ได้ผสมน้ำตาล

นอกจากการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์แล้ว ท่อลำเลียงน้ำยังเกิดการอุดตันได้จากการสร้างสารประกอบฟีนอล หรือลิกนินที่เกิดจากการตัดก้านดอก โดยมีเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL) เป็นเอนไซม์สำคัญที่ควบคุมปริมาณการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล เมื่อดอกไม้เกิดบาดแผลจะมีการตอบสนองต่อการเกิดบาดแผลขึ้น เพื่อเป็นการสมานบาดแผล เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ และเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ที่อยู่ใน chloroplast จะมีโอกาสสัมผัสกับอากาศ และสารประกอบฟีนอลที่เป็นสารตั้งต้น ซึ่งสะสมอยู่ภายในแวคิวโอล ทำให้เกิดปฏิกิริยากันได้เป็นสาร quinone ที่เป็นพิษกับดอกไม้ หรือพืชจะตอบสนองโดยการสร้างลิกนินขึ้นที่ผนังเซลล์บริเวณใต้บาดแผล โดยมีเอนไซม์ PAL และ peroxidase (POD) เป็นเอนไซม์สำคัญในการสร้างลิกนิน ดังเช่นจากการตัดก้านดอกเบญมาศ พบว่าเกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ ที่ไม่ได้เกิดจากฟองอากาศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หรือเชื้อจุลินทรีย์ แต่พบว่าเกิดจากมีการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ PAL และ POD ดังนั้น ลิกนินที่ถูกสร้างขึ้นอาจไปอุดตันช่องต่างๆ ของท่อลำเลียงน้ำของดอกเบญจมาศได้ (van Doorn and Vaslier, 2002) หรือเซลล์จะมีการปลดปล่อยเอนไซม์ POD และแทนนินออกมา แล้วเอนไซม์ POD จะไปoxidise แทนนิน ให้อยู่ในรูปของเกลือแมกนีเซียม (Mg) และแคลเซียม (Ca) สะสมอยู่ในท่อลำเลียงน้ำ (Roger, 1973) จึงทำให้ท่อลำเลียงน้ำอุดตันได้

ดังนั้นเมื่อนำสารที่มีผลยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอล และลิกนิน ได้แก่ สาร S-carvone, tropolone, 4-hexylresorcinol และ 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) มาเป็นสารละลายปักแจกัน เพื่อหาสาเหตุของการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกไม้ทั้งสามชนิด

จากการใช้สารละลาย S-carvone ที่มีผลยับยั้งเอนไซม์ PAL เป็นสารละลายปักแจกัน พบว่าสารละลาย S-carvone ไม่ช่วยทำให้ดอกไม้ทั้งสามชนิดมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกันกับการปักแจกันในน้ำกลั่น ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการใช้สารละลาย S-carvone กับดอก *Chrysanthemum* sp., *Acacia holosericea*, และ *Chamelaucium uncinatum* และดอกกุหลาบสายพันธุ์ ‘Avalanche’ และ ‘Fiesta’ (Damunupola *et al.*, 2010; Celikel *et al.*, 2011; Nazemi Rafi *et al.*, 2013) ในทางตรงกันข้ามการใช้สารละลาย S-carvone กับดอก *Grevillea* ‘Crimson Yul-lo’, *Baeckea frutescens* และ *Chamelaucium uncinatum* ช่วยให้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และช่วยยืดอายุการปักแจกันได้ (He *et al.*, 2006)

สำหรับการใช้สารละลาย tropolone และ 4-hexylresorcinol เป็นสารยับยั้งเอนไซม์ PPO เป็นสารละลายปักแจกัน พบว่าอัตราการดูดน้ำ และอายุปักแจกันของดอกไม้ทั้งสามชนิดที่ใช้สารละลาย tropolone ให้ผลไม่ต่างกันกับการปักแจกันในน้ำกลั่น ซึ่งตรงกันข้ามกับผลของการแช่ก้านดอกกุหลาบ, Astilbe และ Viburnum ในสารละลาย tropolone เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง (pulsing) ที่ช่วยลดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำได้ ทำให้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และมีอายุปักแจกันนานขึ้น (Loubaud and van Doorn, 2004) ส่วนการใช้สารละลาย 4-hexylresorcinol พบว่าทำให้ดอกกล้วยไม้มีการดูดน้ำ และอายุปักแจกันเพิ่มขึ้น และนานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น ซึ่งสอดคล้องกับการใช้สารละลาย 4-hexylresorcinol กับดอก *Bouvardia* ที่พบว่าช่วยชะลอการเหี่ยวของดอก และทำให้มีอายุปักแจกันนานขึ้น (Vaslier and van Doorn, 2003) ให้ผลเช่นเดียวกันกับ *Acacia holosericea* ที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol และช่วยทำให้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และช่วยยืดอายุปักแจกันให้นานขึ้น (Celikel *et al.*, 2011) แต่การใช้สารละลาย 4-hexylresorcinol ไม่มีผลต่อการดูดน้ำ และอายุปักแจกันของดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการใช้สารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitrole) ที่มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ POD เป็นสารละลายปักแจกัน พบว่า ดอกกล้วยไม้มีการดูดน้ำ และอายุปักแจกันเพิ่มขึ้นและนานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับการศึกษาผลของการใช้สารละลาย amitrole ที่ช่วยลดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ และช่วยยืดอายุปักแจกันของดอกเบญจมาศ (van Doorn and Vaslier, 2002) แต่การใช้สารละลาย amitrole ไม่มีผลต่อการดูดน้ำและอายุปักแจกันของดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา สอดคล้องกันกับการใช้สารละลาย amitrole ที่ไม่ช่วยเพิ่มการดูดน้ำ และอายุปักแจกันของ *Acacia holosericea* และ *Chamelaucium uncinatum* (Celikel *et al.*, 2011)

เนื่องจากพอจะทราบสาเหตุการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกไม้ทั้งสามชนิดดังการศึกษาข้างต้นแล้ว จึงทำการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของก้านดอก บริเวณเหนือรอยตัดก้านดอก (basal) บริเวณเหนือ (upper) และใต้ (lower) ระดับน้ำปักแจกัน ของดอกไม้ทั้งสามชนิดที่ปักแจกันในสารละลายที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (HQS หรือ DICA) หรือที่ปักแจกันในสารละลายที่มีผลยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอล และลิกนิน (S-carvone, tropolone, 4-hexylresorcinol หรือ amitrole) และที่ปักแจกันในน้ำกลั่นในวันหมดอายุการปักแจกันของดอกไม้ทั้งสามชนิด ด้วยการย้อมสี ruthenium red, toluidine blue, PAS reaction และ urea reaction เพื่อตรวจสอบการอุดตันของ xylem ของก้านดอก

ดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนานที่ปักแจกันในน้ำกลั่น พบการอุดตันของ xylem จากเพคติน ลิกนิน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบฟีนอล เป็นจำนวนมากในทุกบริเวณของก้านดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น แต่จากการรายงานของ Ketsa และ Nobuchi (1991) พบการอุดตันของ xylem จากเพคติน และคาร์โบไฮเดรตในบริเวณ basal ของก้านดอก และพบการอุดตันของสารประกอบฟีนอล ในบริเวณ upper ของก้านดอกกล้วยไม้หวายปอมปาดัวร์ที่ปักแจกันในน้ำประปา (tap water) ซึ่งสารต่างๆ เหล่านี้อาจเกิดขึ้นจากการตอบสนองต่อบาดแผลของพืช โดยดอกไม้อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางอย่าง (physiological disorders) เช่น เกิดการสลายตัวของผนังเซลล์ และเนื้อเยื่อต่างๆ ภายในเซลล์ และเมื่อปักแจกันนานขึ้น เชื้อจุลินทรีย์ ที่มีอยู่ในน้ำปักแจกันอาจเกิดการเจริญเติบโต เพิ่มจำนวน และแทรกเข้าไปภายในก้านดอกตามรอยตัดก้าน ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะสร้างเอนไซม์ cellulase ที่สามารถย่อย cellulose ของผนังเซลล์ได้เป็นเพคติน และคาร์โบไฮเดรต โดยสารเหล่านี้จะไปอุดตันท่อลำเลียงน้ำได้ และส่งผลให้ดอกกล้วยไม้ดูดน้ำได้ลดลง และเสื่อมสภาพในที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย HQS หรือ DICA พบการอุดตันของ xylem จาก เพคติน ลิกนิน และคาร์โบไฮเดรตเฉพาะบริเวณ basal ของก้านดอกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเนื่อง มาจาก HQS หรือ DICA เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกัน และสามารถลดการอุดตันของ xylem ที่เกิดจากสารประกอบบางอย่างของผนังเซลล์ด้วย (สายชล, 2531) แต่ที่ยังพบการอุดตันของ xylem ในบางเซลล์นั้นอาจเกิดจากการที่สารละลาย HQS และ DICA ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ 100% จึงทำให้ยังพบการอุดตันบางส่วน รวมทั้งเมื่อปักแจกันนานขึ้นประสิทธิภาพของสาร HQS และ DICA ลดลง เชื้อจุลินทรีย์จึงสามารถเจริญได้ในระยะหลังของการปักแจกัน

ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone และ tropolone พบการอุดตันของ xylem จากเพคติน ลิกนิน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบฟีนอลในทุกบริเวณของก้านดอกกล้วยไม้ ซึ่งไม่แตกต่างกับดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น อาจเป็นไปได้ว่าสาร S-carvone และ tropolone ไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PAL และ PPO ได้ จึงทำให้เกิดการสร้างสารประกอบฟีนอลขึ้นเพื่อตอบสนองต่อการเกิดบาดแผลจากก้านตัดก้านดอก ในขณะเดียวกันพบการอุดตันของ xylem เพียงเล็กน้อยจากเพคติน และคาร์โบไฮเดรตในบริเวณ basal ของก้านดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol และ amitrole ซึ่งเกิดการอุดตันของ xylem จากสารประกอบฟีนอล และลิกนินน้อยมากเมื่อเทียบกับดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น แสดงว่า 4-hexylresorcinol อาจจะสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO ที่เกิดขึ้นจากการเกิดบาดแผลจากการตัดก้านดอกได้ จึงไม่มีการสาร quinone หรือสร้างสารประกอบฟีนอลขึ้นที่ก้านดอก ทำให้ไม่พบการติดสีเหลืองของ urea reaction ส่วนสาร amitrole นั้น อาจจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ POD ได้ จึงทำให้ไม่เกิดการสร้างลิกนินที่ก้านดอกเช่นกัน จึงไม่พบการติดสีน้ำเงินอมเขียวของ toluidine blue แต่พบการอุดตันของเพคติน และคาร์โบไฮเดรตนั้น อาจเนื่องมาจากอาจมีการเกิดเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกัน เพราะในสารละลายปักแจกันไม่มีสารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ร่วมด้วย เมื่อปักแจกันนานขึ้นเชื้อจุลินทรีย์อาจเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนไปอุดตันท่อลำเลียงน้ำได้

จากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของ xylem ของดอกบัวหลวงในวันหมดอายุปักแจกันด้วยการย้อมสีต่างๆ เพื่อตรวจสอบการอุดตันของ xylem ของก้านดอกทั้งที่ปักแจกันในน้ำกลั่นและสารละลายทุกชนิด ไม่พบการอุดตันของ xylem จากเพคติน ลิกนิน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบฟีนอล ซึ่งบ่งชี้ว่าการอุดตันของ xylem ในดอกบัวหลวงไม่ได้เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์และการสร้างสารประกอบฟีนอล และลิกนิน แต่อาจเกิดจากการอุดตันจากสารบางอย่างแทน ซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คาดว่าน่าจะเป็นยางที่มาจากตัวดอกไม้เอง โดยอาจเป็นไปได้ว่าหลังจากที่ตัดก้านดอกบัวหลวงแล้ว จะมียางไหลออกมาอยู่ในน้ำปักแจกัน เมื่อดอกบัวหลวงมีการดูดน้ำ อาจมียางเข้าไปใน xylem ซึ่งอาจทำให้เกิดการอุดตันของ xylem ได้ ในพืชส่วนใหญ่น้ำยาง (latex) อยู่ภายใน laticifer โดยน้ำยางมีสารประกอบของสารหลายอย่าง ส่วนประกอบที่มีมากสุดคือ terpenoid ส่วนสารอื่นๆ เช่น น้ำตาล ขี้ผึ้ง โปรตีน แทนนิน และคาร์โบไฮเดรต (เทียมใจ, 2546) อาจเป็นไปได้ว่าน้ำยางของดอกบัวหลวงไม่ได้มีคาร์โบไฮเดรตเป็นสารประกอบเหมือนกันกับที่พบในพืชอื่น เนื่องจากไม่พบการติดสี เมื่อย้อมสีด้วย PAS reaction ที่ใช้ตรวจสอบการอุดตันของคาร์โบไฮเดรต

จากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของ xylem ของดอกพุทธรักษาในวันหมดอายุปักแจกัน ด้วยการย้อมสีต่างๆ เพื่อตรวจสอบการอุดตันของ xylem ของก้านดอก พบว่าไม่เกิดการอุดตันของ xylem จากเพคติน ลิกนิน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบฟีนอลทั้งดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่น และที่ปักแจกันในสารละลายทุกชนิด ซึ่งแตกต่างกับการพบการอุดตันของ xylem จาก
เพคตินใน *Adiantum raddianum* ที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (Fujino *et al*., 1983) จากการศึกษาไม่พบการติดสีของ PAS reaction ในบริเวณเหนือรอยตัดก้านดอก (basal) หรือบริเวณเหนือ (upper) และต่ำกว่า (lower) ระดับน้ำปักแจกันของก้านดอก แต่เมื่อตรวจสอบบริเวณรอยตัดก้านดอก พบสารเมือกไหลออกมาบริเวณรอยตัดก้านดอก โดยสารเมือกส่วนใหญ่เป็นพวก polysaccharide (เทียมใจ, 2546) ทำหน้าที่เก็บรักษาความชุ่มชื้นภายในพืช และจะปรากฏอยู่ทุกส่วนของดอกพุทธรักษา ไม่ว่าจะเป็น เหง้า ลำต้น และช่อดอก (Ciciarelli, 2012) หรือเมือกที่เกิดขึ้นอาจเป็นการตอบสนองต่อการเกิดบาดแผลของพืช ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืช (physiological disorders) ที่ทำให้เกิดการสลายของผนังเซลล์ และเนื้อเยื่อของเซลล์ (Esau, 1965; Ogura, 1972) จึงทำให้เกิดการอุดตันของ xylem ได้ ซึ่งสารเมือกนี้อาจไปขัดขวางการดูดน้ำ และทำให้ดอกพุทธรักษาเสื่อมสภาพในที่สุด แต่อย่างไรก็ตามต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันว่าเมือกเป็นสาเหตุของการอุดตันของ xylem ในดอกพุทธรักษาจริง ซึ่งจะต้องทำการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของ xylem บริเวณเหนือรอยตัดก้านดอกของดอกพุทธรักษาเพิ่มเติม โดยใช้สีย้อมเฉพาะเพื่อย้อมดูการอุดตันของเมือก

จากผลการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน เกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ ร่วมกับการสร้างสารประกอบฟีนอล และลิกนินในบริเวณรอยตัดก้านดอก โดยเมื่อพิจารณาอัตราการดูดน้ำในช่วงวันที่ 1-3 ของการปักแจกันในสารละลาย HQS และ DICA ที่มีอัตราการดูดน้ำไม่แตกต่างกันกับการปักแจกันในน้ำกลั่น เมื่อเปรียบเทียบกับการปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol และ amitrole ที่มีอัตราการดูดน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แตกต่างกันกับการปักแจกันในน้ำกลั่นในช่วงเวลาดังกล่าว และผลจากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของท่อลำเลียงน้ำของก้านดอก บ่งชี้ได้ว่าการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกกล้วยไม้ในช่วงแรก (ในวันที่ 7 ของการปักแจกัน) เกิดจากมีการสร้างเอนไซม์ POD ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ลิกนิน และซูเบอริน เพื่อมาสมานบาดแผล รวมถึงเอนไซม์ PPO ที่มีสารประกอบฟีนอลเป็นสารตั้งต้น โดยสารประกอบ ฟีนอลเหล่านี้จะถูกปล่อยออกจากบาดแผลเมื่อตัดก้านดอก ซึ่งเป็นการตอบสนองของพืชต่อการเกิดบาดแผล และสารประกอบฟีนอลเหล่านี้จะถูก oxidise โดยเอนไซม์ PPO แล้วเปลี่ยนเป็น quinone ซึ่งสารนี้จะเป็นพิษต่อพืช และทำให้ท่อลำเลียงเกิดการอุดตันได้ (สายชล, 2531) และหลังจากวันที่
3 ของการปักแจกัน ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลายที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (HQS และ DICA) มีอัตราการดูดน้ำมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น แสดงให้เห็นว่า เมื่อปักแจกันนานขึ้น เชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำปักแจกันอาจมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้น และแทรกเข้าไปทางรอยตัดก้านดอก มีการเจริญเติบโตภายในก้านดอก ส่งผลให้เกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในก้านดอกกล้วยไม้ได้ (สายชล, 2531)

ส่วนสาเหตุการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกบัวหลวงอาจไม่ได้เกิดจากฟองอากาศ เชื้อจุลินทรีย์ หรือการสร้างสารประกอบฟีนอล เช่นเดียวกับผลของการศึกษาอาการกลีบดำ และการขาดน้ำของดอกบัวหลวงที่รายงานว่าการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำอาจไม่ได้มาจากสาเหตุดังกล่าวเช่นกัน (Imsabai *et al*., 2013) แต่อาจมีสาเหตุมาจากการที่ดอกบัวหลวงมีการผลิตน้ำยางออกมา ซึ่งจะเห็นได้ที่บริเวณรอยตัดก้านดอก และในน้ำปักแจกัน ขณะที่ในดอกพุทธรักษานั้น การอุดตันของท่อลำเลียงน้ำอาจไม่ได้เกิดจากทั้งฟองอากาศ เชื้อจุลินทรีย์ หรือการสร้างสารประกอบฟีนอล แต่อาจเกิดจากโครงสร้างทางสรีรวิทยาของตัวดอกไม้เอง หรืออาจเกิดจากการที่ดอกพุทธรักษามีการปลดปล่อยสารเมือกบริเวณรอยตัดก้านดอก อาจด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้ดอกพุทธรักษาไม่สามารถเป็นไม้ตัดดอกทางการค้าได้ (van Doorn, 1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุป

จากการศึกษาความสัมพันธ์น้ำ และการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกกล้วยไม้สกุลหวายบัวหลวง และพุทธรักษา สรุปได้ดังนี้

1. ดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน สามารถดูดน้ำมาทดแทนการคายน้ำได้ดีกว่าดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกพุทธรักษา ดอกกล้วยไม้หวายจึงมีอายุปักแจกันนานกว่าดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา

2. ฟองอากาศ ไม่ได้เป็นสาเหตุของการอุดตันท่อเลียงน้ำของดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ และดอกพุทธรักษา

3. การอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน คาดว่าเกิดเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ ร่วมกันกับการเกิดการสร้างสารประกอบฟีนอลและลิกนิน

4. การอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์และดอกพุทธรักษาไม่ได้เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ และการสร้างสารประกอบฟีนอลและลิกนิน แต่อาจเกิดจากน้ำยางของดอกบัวหลวงเอง หรือเมือกบริเวณรอยตัดก้านดอกของดอกพุทธรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กสิน สุวตะพันธ์. 2500. **บัวนานาพันธุ์**. พฤกษชาติ 1(1): 40-49.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์การค้าในประเทศไทย.** เอกสารแนบ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 237 น.

จารีย์ หอยทอง. 2519. **การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบัวบางชนิดในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จิตราภรณ์ ธวัชพันธุ์ และอรพรรณ ศังขจันทรานนท์. 2548. **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของดอกพุทธรักษา**. สาขาพฤกษศาสตร์ คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2553. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยว และการวายของพืช.** โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำพงแสน นครปฐม. 453 น.

ทวีพงศ์ สุวรรณโร. 2551. **การปลูกเลี้ยงกล้วยไม้สกุลหวาย.** เอกสารวิชาการส่งเสริมการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร.

เทียมใจ คมกฤส. 2546. **กายวิภาคของพฤกษ์**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 308 น.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2537. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวดอกไม้.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 176 น.

บุญเกื้อ หาราชัย. 2537. **การเปรียบเทียบสูตรสารละลายปักแจกันเพื่อยืดอายุการใช้งานดอกบัว**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2551. **เทคนิคเนื้อเยื่อพืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 289 น.

ผานันท์ กลัดภายี และ สุธารัตน์ ประภารัตน์. 2540. **การใช้เทคนิคพิเศษลดน้ำยางที่ก้านดอกบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก (*Nelumbo nucifera* Gaerth.)**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สาขาวิชาพืชสวน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ไมตรี ปทุมวงษ์. 2541. **ไม้ดอกเศรษฐกิจ : กล้วยไม้.** อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 160 น.

ระพี สาคริก. 2516. **การเพาะปลูกกล้วยไม้ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย.** โรงพิมพ์ชวนพิมพ์. กรุงเทพฯ. 850 น.

_____. 2548. **กล้วยไม้**. สำนักพิมพ์ช่องนนทรี, กรุงเทพฯ. 222 น.

ศิริวรรณ คุณานพรัตน์. 2529. **ผลของการขาดน้ำหลังตัดช่อดอกที่มีผลต่ออายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้ *Dendrobium* 'Pompadour' และ *Dendrobium Jaquelyn* Thomas.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล. 2550. **ร้อยพรรณพฤกษา "กล้วยไม้"**. เศรษฐศิลป์ 2550, กรุงเทพฯ. 112 น.

สายชล เกตุษา. 2531. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้.** บริษัทสารมวลชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 291 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2556.** สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เสริมลาภ วสุวัต. 2538. **บัว : ไม้ดอกไม้ประดับ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. อมรินทร์ พริ้นติ้ง แอน พับลิชชิ่ง : กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุบล ชินวัง และสุนทรี สังกะเพศ. 2554. **อายุการปักแจกันและการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในก้านดอกกุหลาบพันธุ์เรดมาสเตอร์พีช.** ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 333-336.

Burkill, I.H. 1966. **A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula**. Vol. II. Kuala Lumpur : Art Printing Work.

Celikel, F.G., D.C. Joyce and J.D. Faragher. 2011. Inhibitors of oxidative enzymes affect water uptake and vase life of cut *Acacia holosericea* and *Chamelaucium uncinatum* stems. **Postharvest Biol. and Technol. 60: 149-157.**

Ciciarelli, M. M. 2012. Life cycle in natural populations of *Canna indica* L. from Argentina. **Phenoloogy and Climate Change**. Availiable source: http://www.intechopen.com/books/phenology-and-climate-change/life-cycle-in-natural-argentinian-populations-of-canna-indica-l, July 15 2014.

Damunupola, J.W., T. Quin, R. Muusers, D.C. Joyce, D.E. Irving and U.V. Meeteren. 2010. Effect of S-carvone on vase life parameters of selected cut flower and foliage species. **Postharvest Biol. and Technol.** 55: 66-69.

Der-Pijl, L.V. and C.H. Dodson. 1996. **Orchid Flowers; their Pollination and Evolution.** The University of Miami Press, Florida.

Evans, R. Y., J. Zheng and M. S. Reid. 1996. Structural and environmental factors affecting the postharvest life of cut roses. **Acta Hortic.** 424: 169-173.

Esau, K. 1965. **Plant Anatomy**. John wiley, New York, 767 p.

Fujino, D.W., M.S. Reid and G.E. Vandermoren. 1983. Identification of vascular blockages in rachides of cut Maidenhair (*Adiantum raddianum*) fronds. **Scientia Horticulturae.** 21: 381-388.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Halevy, A.H. and Mayak, S. 1981. Senescence and postharvets physiology of cut flowers, Part 2. **Hort. Rev.** 3:59-143.

He, S., D.C. Joyce, D.E. Irving and J.D. Faragher. 2006. Stem end blockage in cut *Grevillea* 'Crimson Yul-lo' inflorescences. **Postharvest Biol. and Technol.** 41: 78-84.

Hew, C.S., G.H. Lee. and S.C. Wong. 1980. The occurrence of nonfuctional stomata in tropical orchid flowers. **Ann. Bot**. 46: 190-201.

Imsabai, W., P. Leethiti, P. Netlak and W.G. van Doorn. 2013. Petal blackening and lack of bud opening in cut lotus flowers (*Nelumbo nutifera*): role of adverse water relations. **Postharvest Biol. and Technol.** 79: 32-38.

Jedrzejuk. A, J. Rochala, J. Zakrzewski and J. Rabiza-Swider. 2012. Identification of xylem occlusion in cut Clematis (Clematis L., fam. Ranunculaceae Juss.) stems during their vase life. **Scientific World Journal** Vol.2012. 12 p.

Jensen, W.A. 1962. Botanical Histochemistry. W.H. Freeman and Company, London. 408 p.

Jones R. B. and J. K. Truett. 1992. Postharvest handling of cut Gloriosa rothschildiana O' Brien (Liliaceae) flowers. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 117(3): 442-445.

Jones. R. B. and M. Hill. 1993. The effect of germicides on the longevity of cut flowers. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 118(3): 350-354.

Ketsa, S. and N. Kosonmethakul. 2001. Prolonging vase life of Dendrobium flowers: The substitution of aluminum sulfate and cobalt chloride for silver nitrate holding solution. **Acta Hortic.** : 43-48.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ketsa, S. and T. Nobuchi. 1991. Histochemical study of vascular blockage in flower stems of orchids in relation to vase life. **Kasetsart J. (Nat. Sci. Suppl.)** Vol. 25 : 111-118.

Lineberger, R.D. and P.L. Stepongus. 1976. Identification and localization of vascular occlusions in cut roses. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 101: 246-250.

Loubaud, M. and W.G. van Doorn. 2004. Wound-induced and bacteria-induced xylem blockage in roses, Astilbe and Viburnum. **Postharvest Biol. and Technol.** 34: 281-288.

Marousky, F.J. 1972. Water relation, effect of floral preservatives on bud opening and keeping quality of cut flowers. **Hort Sci.** 7: 114-116.

McCully, M.E. 1966. Histological studies on the genus Ficus. **Protoplasma** 62 : 287-305.

Nazemi Rafi, Z and A. Ramezanian. 2013. Vase life of cut rose cultivars 'Avalanche' and 'Fiesta' as affected by Nano-silver and S-carvone treatments. **South African Journal of Botany** 86: 68-72.

Ogura, Y. 1972. Comparative Anatomy of Vegetative Organs of the Pteridophytes. Gebruder Borntraeger, Berlin, 502 p.

Pinto, A.C.R., S.C. Mello, A.P. Jacomino and K. Minami. 2009. Postharvest characteristics and treatment to overcome latex exuded from cut flowers of lotus. Proc. VIth IS on New Floricultural Crops Ed(s).: M. Johnston *et al.* **Acta Hortic.** : 671-678.

Rittershausen, B. and W. Rittershausen. 2001. **Orchids : The Complete Grower's Guide.** Garden Art Press, Woodbridge.

Rodney B. Jones and Janyce K. Truett. 1992. Postharvest handling of cut Gloriosa rothschildiana O' Brien (Liliaceae) flowers. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 117(3): 442-445.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Rogers, M.N. 1973. An historical review of postharvest physiology research on cut flowers. **Hort Sci.** 8: 189-194.

Sattayawong N., A. Uthairatanakij, P. Jitareerat and K. Obsuwan. 2010. Responses of *Mokara* 'Nora Pink' inflorescence to biocide in vase solution. **Acta Hortic.** 875: 531-538.

van Doorn, W.G. 1997. Water relation of cut flowers. **Hort. Rev.** 18: 1-85.

_____. 1999. Water relations of cut flowers. II. Some species of tropical provenance. **Acta Hortic.** : 65-69.

van Doorn, W.G. and N. Vaslier. 2002. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut Chrysanthemum flowers: roles of peroxides and cathechol oxidase. **Postharvest Biol. and Technol.** 26: 275-284.

Vaslier, N. and W.G. van Doorn. 2003. Xylem occlusion in bouvardia flowers: evidence for a role of peroxidase and cathechol oxidase. **Postharvest Biol. and Technol.** 28: 231-237.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวปรียาภรณ์ ลี้ธิติ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2530
สถานที่เกิด	ภูเก็ต
ประวัติการศึกษา	วท.บ.(ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์