

อายุการใช้งานของต้นแก้วในสภาพน้ำท่วมขัง

Utilization of *Murraya paniculata* L. in Waterlogged Conditions

ธีรนาถ กาลปักษ์^{1*}, ประพุดิ พรหมสมบูรณ์² และ สัจจา ก้อนพรหม²

Teeranat Kalpax^{1*}, Prapurt Promsomboon² and Sajja Konphrom²

บทคัดย่อ: ต้นแก้วเป็นไม้ประดับที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในงานภูมิทัศน์เพราะสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีแต่ยังไม่มีการศึกษาอายุการใช้งานและความมีชีวิตรอดของต้นแก้วเมื่อต้องอยู่ในสภาวะน้ำท่วมขัง ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาความมีชีวิตรอดและอายุการใช้งานของต้นแก้วที่ยังคงความสวยงาม ในสภาวะน้ำท่วมขังหรือปลูกอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) มี 6 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีควบคุม (ไม่มีน้ำท่วมขัง) และมีน้ำท่วมขัง (จากกันกระถาง) 5 ระดับ คือ 5, 10, 15, 20 และ 25 เซนติเมตร ขังน้ำนานต่อเนื่อง 35 วัน พบว่า ต้นแก้วสามารถทนน้ำท่วมขังระดับ 5 เซนติเมตรได้ดีและไม่แสดงอาการใดๆ อย่างไรก็ตามระดับน้ำและระยะเวลาที่น้ำท่วมขังนานขึ้น ต้นแก้วเริ่มแสดงอาการใบร่วง เปลี่ยนเป็นสีเหลืองและหลุดร่วง ระดับน้ำท่วมขัง 10 เซนติเมตร ต้นแก้วสามารถคงสภาพสวยงามได้ 21 วัน หลังจากนั้นสามารถมีชีวิตรอดแต่ขาดความสวยงาม ในขณะที่ระดับน้ำท่วมขัง 15 และ 25 เซนติเมตร ต้นแก้วคงสภาพสวยงามได้ประมาณ 7-14 วัน ผลการวิจัยทำให้ทราบอายุการใช้งานและลักษณะอาการที่บ่งชี้ความสามารถในการอยู่รอดของต้นแก้วเมื่อถูกน้ำท่วมขังระดับต่างๆ

คำสำคัญ: ไม้ประดับ, น้ำท่วมขัง, ต้นแก้ว, ภูมิทัศน์

ABSTRACT: *Murraya paniculata* L. is one of most popular plants employed in landscape due to last long carbon dioxide absorption. However, no research has investigated the tolerance and durability of *Murraya paniculata* L. in waterlog or high water table condition. Therefore, this research used RCBD with six treatments which combined one non-waterlog treatment, 0 (control); and five waterlog treatments: 5, 10, 15, 20 and 25 cm. The waterlog treatments were soaked in pot filled up with water for 35 days. Results revealed that plants could be tolerant at 5 cm-water level without any abnormal sign. However, the higher water level and longer waterlogs duration, the more abnormal signs. Leaves were gradually wilted, turned yellow, and fell down, respectively. Even plants were soaked in the pot with 10 cm-water level, they were still beautiful and lasted for 21 days. Then after that period, the plants still survived but without any attractiveness. This study also found that at waterlog level up to 15-25 cm, the plants survived with beautiful pattern lasted for 7-14 days. These results could indicate that the ability of survival of *Murraya paniculata* L. was different depending on waterlog levels.

Keywords: ornamental plant, waterlogged, *Murraya paniculata* L., landscape

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen, Nakorn Pathom

² คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี

Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bang Pra campus, Chonburi

* Corresponding author: ji_61@hotmail.com

บทนำ

ต้นแก้ว (*Murraya paniculata* L.) หรือ Andaman satinwood, Chinese box tree หรือ Orange jessamine นิยมปลูกประดับทั่วไปในงานภูมิทัศน์เมืองและสวนในบ้าน สามารถจัดเข้ากับสวนสไตล์ต่างๆ ได้ดีด้วยใบเป็นสีเขียวเข้ม การปลูกเลี้ยงได้ทั้งกลางแจ้งในร่มและริมทะเลจากการศึกษาความสามารถการสังเคราะห์แสงระดับเรือนพุ่ม (Canopy Photosynthesis) ในรอบวัน (24 ชั่วโมง) กับต้นแก้วที่ปลูกในกระถางที่มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบต่อต้น 6,393-15,072 cm² (0.30-0.60 ตารางเมตร) พบว่าการดูดซับ CO₂ ของต้นแก้วเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีแสงเริ่มจากช่วงความเข้มแสงต่ำ (น้อยกว่า 300 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) และมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงความเข้มแสงประมาณ 300-1800 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (ธีรนาฏ, 2548) สำหรับการศึกษาถึงอิทธิพลของน้ำท่วมขัง พบบางวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ศึกษาถึงความสามารถทนต่อน้ำท่วมขังของพันธุ์ต้นตอส้ม (สุทธิพันธ์, 2548) และการตอบสนองเพื่อการมีชีวิตรอดในต้นชมพู (ศุภิกา, 2548; พัฒนิตา, 2548) พบว่าความเสียหายจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยด้าน ชนิด ความแข็งแรงของต้นไม้ สภาพของน้ำที่ท่วมขัง ชนิดของดินที่ปลูก แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้นและลม ตัวอย่างอาการที่เกิดกับต้นไม้ผลในสภาพน้ำท่วมขังเมื่อระบบรากขาดออกซิเจนในต้นตอส้ม เช่น อาการใบเหลือง อาการทิ้งใบ ดอกและผล การสร้างรูเปิดบริเวณระดับน้ำ อาการตอบสนองอื่นๆ ทางสรีรวิทยา เช่น การลดการคายน้ำ การปิดปากใบ เป็นผลสืบเนื่องให้การสร้างอาหารลดลง ชะงักการเจริญเติบโตของพืชและอาจตายในที่สุด ทั้งนี้ยังไม่มีการศึกษาถึงความทนทานและอายุการใช้งานของไม้ประดับหรือต้นแก้วเมื่อต้องปลูกในสภาพที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงหรืออยู่ในสภาพน้ำท่วมขังที่ทำให้ทราบถึงระดับความอ่อนแอหรือความทนทาน จำนวนวันที่สามารถคงสภาพความสวยงามและความมีชีวิตรอด รวมถึงระดับน้ำท่วมขังที่ไม่ส่งผลให้ต้นแก้วแสดงอาการและยังคงความ

สวยงามในการปลูกประดับ เพื่อเป็นข้อมูลการเลือกใช้พืชพรรณเพื่อสภาพแวดล้อมต่อไป

วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาอายุการใช้งานของต้นแก้วในสภาพน้ำท่วมขัง ณ สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรีระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่ พฤษภาคม – สิงหาคม 2556 ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) 3 ซ้ำ มี 6 กรรมวิธี (Treatments) ได้แก่ กรรมวิธีควบคุมหรือน้ำไม่ท่วมขัง (กรรมวิธีควบคุม) และน้ำท่วมขัง (จากกันกระถางและเติมน้ำทุกวันให้ระดับน้ำคงที่) 5 ระดับคือ 5, 10, 15, 20 และ 25 เซนติเมตร เริ่มจากการปลูกต้นแก้วที่ขยายพันธุ์ด้วยกิ่งตอนลงในกระถางพลาสติกสีดำเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 นิ้ว ตัดแต่งให้มีขนาดใกล้เคียงกัน คือขนาดทรงพุ่ม 40 เซนติเมตรและความสูงต้น 60 เซนติเมตร นำไปเลี้ยงในสภาพกลางแจ้งเป็นเวลา 2 เดือน ก่อนทำการทดลองและใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ครั้งละ 1 ช้อนชา/ต้น สัปดาห์ละ 1 ครั้ง รดน้ำโดยใช้กระบอกตวงทุกวันวันละสองครั้ง ครั้งละ 3 ลิตรในตอนเช้า (9:00 น.) และบ่าย (16:00 น.) ดินปลูกที่ใช้เป็นดินร่วน (loam) มีสัดส่วนดินทราย 40% ดินตะกอน 41.67% ดินเหนียว 18.33% ค่าเฉลี่ยความชื้นดิน 13% ก่อนการท่วมขังน้ำได้ทำให้ดินปลูกอึดตัวด้วยน้ำโดยการรดน้ำ 3 ลิตร และตั้งทิ้งไว้จนน้ำไม่หยดลงจากกันกระถางเป็นเวลา 90 นาที (ความลึกดินปลูก 20 เซนติเมตร) ก่อนแช่ในกะละมังสีดำและขังน้ำตามกรรมวิธีที่กำหนด

หลังจากนั้นบันทึกข้อมูลทุกสัปดาห์เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทั่วไปที่แสดงถึงความสมบูรณ์สวยงามและอายุการใช้งานทางภูมิทัศน์ คือรูปถ่ายด้านข้าง (side view) เพื่อเปรียบเทียบความ

หนาแน่นทรงพุ่ม บันทึกความเขียวของใบโดยสุ่มวัดสีใบ 100 ใบต่อต้นและเทียบกับสมุดเทียบสี รุ่น R.H.S. COLOUR CHART บันทึกจำนวนใบร่วงต่อวัน (ใบ) และบันทึกอาการต่างๆ ที่เกิดขึ้นและหาค่าเฉลี่ยความยาวยอด (เซนติเมตร) จำนวน 3 ยอดต่อหน่วยทดลอง (ใช้การวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS) จำนวนรากพิเศษ (ราก) นับเป็น 1 รากเมื่อรากมีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ระยะเวลาที่เริ่มพบรอยแตกของลำต้น (วัน) ความยาวราก (เซนติเมตร) วัดความยาวรากรวมจากโคนถึงปลายรากจดบันทึกลักษณะและการเปลี่ยนแปลง บัญชีด้านสภาพแวดล้อมในแปลงทดลองด้วยชุดตรวจวัดสภาพอากาศ DL2e Data Logger โดยระหว่างการทำทดลองมีค่าความชื้นแสง 0.04 – 0.18 ตารางกิโลวัตต์ (27,320 – 122,940 ลักซ์) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 54-85 และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 26.59-31.00 องศาเซลเซียส

ผลการศึกษา

ลักษณะทั่วไปและความสมบูรณ์ของต้น

ต้นแก้วที่นำมาใช้ในการทดลองในสัปดาห์แรกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มเฉลี่ย 40 เซนติเมตร ความสูงต้นเฉลี่ย 60 เซนติเมตร พุ่มหนาที่บ ใบมีสีเขียวเข้มเป็นมัน เปลือกของลำต้นมีสีขาวเทาและมีการแตกร่องตามยาวของเปลือกลำต้นทรงพุ่มและความสมบูรณ์ของต้น ด้านความยาวยอดของต้นแก้วทั้ง 6 กรรมวิธี ที่น้ำท่วมขัง 21 วัน (สัปดาห์ที่ 3) ไม่มีความแตกต่างกันแต่ระดับน้ำท่วมขังส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความยาวยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ ($P < 0.01$) ในกรรมวิธีที่ 2-6 ในสัปดาห์ที่ 4 และ 5 ยอดอ่อนมีลักษณะงอและเหี่ยวลงไม่ยืดตรงเหมือนกับกรรมวิธีควบคุม และมีต้นตายในกรรมวิธีที่ 5 (น้ำท่วมขัง 25 ซม.) และกรรมวิธีที่ 6 (น้ำท่วมขัง 25 ซม.) (Table 1)

Table 1 Average Shoot Length of *Murraya paniculata* L. at the Period of Weeks 1-5 (35 days)

Water Levels	Average Shoot Length (cm.) (18 July – 21 August 2013)				
	Week1	Week2	Week3	Week4	Week5
Control (0 cm)	9.47	10.57	11.30	11.63 ^a	11.90 ^a
5 cm	8.60	10.63	10.97	11.20 ^{ab}	10.97 ^{ab}
10 cm	7.97	9.10	9.47	9.23 ^b	9.10 ^b
15 cm	8.67	9.03	9.50	8.93 ^b	3.17 ^c
20 cm	9.13	10.17	9.77	6.10 ^c	dead
25 cm	8.93	9.03	8.57	dead	dead
Average	8.79	9.76	9.93	7.85	5.86
F-test	ns	ns	ns	**	**
C.V.%	10.73	15.29	16.05	53.19	88.84

ns and ** indicate non-significant and significant at $P < 0.01$, respectively. Means in the same column with the different letters are significantly different at $P < 0.01$.

ผลการเปรียบเทียบจากรูปถ่ายด้านข้างเพื่อแสดงอิทธิพลของระดับน้ำท่วมขังประกอบกับจำนวนใบร่วงต่อวัน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสีใบซึ่งมีความสอดคล้องกัน ต้นแก้วในแต่ละกรรมวิธีตอบสนองต่อระดับน้ำแตกต่างกันเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ 1 (ไม่มีน้ำ

ท่วมขัง) ที่เจริญเติบโตตามปกติ ใบมีสีเขียวเข้ม ค่าเฉลี่ยใบร่วงตลอด 35 วันเท่ากับ 1.11 ใบต่อต้น สำหรับกรรมวิธีอื่นๆ ต้นแก้วแสดงอาการใบเหลือง เส้นใบเหลือง ใบร่วงและใบร่วงในที่สุด ในกรรมวิธีที่ 2-6 ผลมีดังนี้ กรรมวิธีที่ 2 (น้ำท่วมขัง 5 ซม.) ต้นแก้วมีทรงพุ่ม

สวยงามและสีใบไม่เปลี่ยนแปลง มีค่าเฉลี่ยใบร่วงตลอด 35 วัน 2.00 ใบต่อดัน สำหรับกรรมวิธีที่ 3 (น้ำท่วมขัง 10 ซม.) พบใบร่วงมากในสัปดาห์ที่ 4 เฉลี่ย 14.71 ใบต่อดัน กรรมวิธีที่ 4 (น้ำท่วมขัง 15 ซม.) ใบร่วงมากในสัปดาห์ที่ 4 เฉลี่ย 38.81 ใบต่อดัน ส่วนกรรมวิธีที่ 5 และ 6 (น้ำท่วมขัง 20 และ 25 ซม.) แสดงอาการใบร่วงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 และใบร่วงมากในสัปดาห์ที่ 3 โดยกรรมวิธีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยใบร่วง 6.57 และ 17.62 ใบต่อดัน และกรรมวิธีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยใบร่วง 23.38 และ 49.19 ใบต่อดัน ทั้งนี้สรุปค่าเฉลี่ยใบร่วงตลอด 35 วันของกรรมวิธีที่ 3,4,5,6 เท่ากับ 9.35, 14.05, 26.93 และ 40.01 ใบต่อดัน ดูจากภาพ Figure

1 และ Figure 2 ที่ระดับน้ำท่วมขัง 15-25 ซม. พบใบเหลืองและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลทำให้ต้นแก้วขาดความสวยงามโดยเฉพาะในสัปดาห์ที่ 3 ด้านความยาวรากทั้ง 6 กรรมวิธี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.33, 29.33, 31.67, 28.33, 25.00 และ 26.67 เซนติเมตร ซึ่งกรรมวิธีที่ 6 พบว่ารากมีความเสียหาย กลิ่นเหม็นฉุน และมีสีซีด (Figure 3) ในส่วนของ Table 2 อาการใบร่วงส่งผลให้พุ่มใบเปลี่ยนไปชัดเจนในสัปดาห์ที่ 4 สำหรับการวิจัยครั้งนี้ไม่พบการเกิดรากพิเศษ (adventitious root) และการเกิดรอยแตกของลำต้น (lenticels information) ของต้นแก้วที่น้ำท่วมขัง 35 วัน



Figure 1: Effects of waterlog levels of *Murraya paniculata* L., A=0 cm (control), B=5 cm, C=10 cm, D=15 cm, E=20 cm and F=25 cm. Treatments A, B, and C were survived with beautiful leaves but D,E, and F presented chlorosis symptom and fell down after flooding according to time duration.

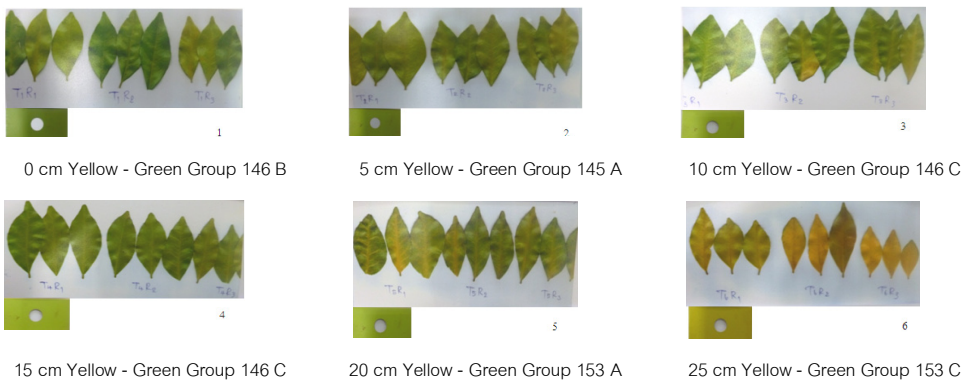
































Figure 2 Effects of waterlog levels on leaf color in week 2 (14 days). Results revealed yellow - Green leaf color grouped with R.H.S. COLOUR CHART.



Figure 3 Roots length of 5cm - water level (left), and 25 cm water level (right) at the period of 35 days

Table 2 Effects of water depth levels as 0 (control), 5, 10, 15, 20 and 25 cm for 35 days. The 5cm - water depth level with no abnormal sign. Then with the higher water levels (10-25 cm) and longer waterlog duration, leaves were gradually wilted, turned yellow. The plants survived without any beauty.

Water Dept Levels	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5
0 cm					
5 cm					
10 cm					
15 cm					
20 cm					
25 cm					

วิจารณ์

การแสดงอาการของต้นแก้วที่น้ำท่วมขัง 5 ระดับ ในระยะเวลา 5 สัปดาห์หรือ 35 วัน สามารถบ่งบอกถึงอายุการใช้งานเมื่อต้นแก้วปลูกอยู่ในพื้นที่ระดับน้ำใต้ดินสูงหรือมีน้ำท่วมขัง ลักษณะอาการที่เกิดขึ้นกับต้นแก้ว ได้แก่ อาการใบเหลือง (chlorosis) ซึ่งเกิดในสภาพน้ำท่วมขัง โดยเฉพาะในใบที่ยังไม่โตเต็มที่ เกิดอาการเสื่อมสภาพ (senescence) ซึ่งสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณไซโตไคนิน (cytokinin) และจิบเบอเรลลิน (gibberellin) และการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมน ABA หรือ abscisic acid และเอทิลีน (ethylene) (Huang, 2000) ทำให้ใบเหลืองและร่วงในที่สุด รวมถึงการชะงักการเจริญเติบโตของยอดอ่อนอีกด้วย สำหรับรากและการยึดยวของรากอ่อนในหวมมากในสภาพที่มีออกซิเจนจำกัด (Kramer, 1983) และมีผลกับการดูดซึมธาตุอาหารต่างๆ พืชจะชะงักการเจริญเติบโตของยอดและราก น้ำหนักแห้งและผลผลิต มีผลต่อกระบวนการสรีรวิทยาต่างๆ ประกอบด้วย ความสัมพันธ์ของน้ำ พืชดิน คาร์โบไฮเดรตแมธฮาโอลิซึม ธาตุอาหารและการสังเคราะห์ฮอร์โมน ซึ่งแตกต่างกันตามชนิดของพืช อายุ และลักษณะของสรีรวิทยา และยังขึ้นอยู่กับสภาพดินปลูกที่มีอุณหภูมิ สารละลายเกลือ และธาตุอาหารที่สามารถใช้ได้ (Huang, 2000) สำหรับต้นแก้วที่ยืนต้นตายนอกจากระดับน้ำที่สูงขึ้น และระยะเวลาที่น้ำท่วมขังนานขึ้น รวี (2540) กล่าวว่า ความสามารถในการอยู่รอดซึ่งมาจากความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขัง ความสมบูรณ์หรือความแข็งแรงของต้นและต้นไม้ผลที่มีใบเจริญเติบโตเต็มที่ จะมีการสร้างอาหารสะสมไว้ค่อนข้างมากกว่าต้นที่กำลังผลิใบอ่อน ทั้งนี้ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงชนิดและระดับน้ำท่วมขังที่สูงขึ้นในแต่ละฤดูกาล เพื่อทราบถึงศักยภาพของพืชในสภาพแวดล้อมต่างๆ

สรุป

ต้นแก้ว (*Murraya paniculata* L.) ที่น้ำท่วมขังต่อเนื่องนาน 35 วัน ทนต่อน้ำท่วมขังสูง 5 เซนติเมตรได้ดี ส่วนระดับน้ำท่วมขังสูง 10 เซนติเมตร สามารถคงสภาพสวยงามได้ 21 วัน และสามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ตลอดระยะเวลา 35 วันแต่ขาดความสวยงามระดับน้ำท่วมขังสูงตั้งแต่ระดับ 15 เซนติเมตรเป็นต้นไป ต้นแก้วสามารถคงสภาพสวยงามได้ประมาณ 7-14 วัน หากน้ำท่วมขังสูง 20 เซนติเมตร ต้นแก้วจะยืนต้นตายใน 26 วัน เช่นเดียวกันหากระดับน้ำท่วมขัง สูงขึ้นเป็น 25 เซนติเมตร ต้นแก้วจะยืนต้นตายเร็วขึ้นในเวลา 20 วัน

เอกสารอ้างอิง

- ธีรนาฏ กาลปักษ์. 2548. ผลของขนาดทรงพุ่มต่อความสามารถในการสังเคราะห์แสงระดับเรือนพุ่มของต้นโมกและแก้ว. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม.
- พัฒนิตา ยาอินทร์. 2548. ผลของ triodo และการขัดขวางการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านรอยแตกบริเวณโคนต้นต่อการเกิดรากพิเศษของชมพู่ในสภาพน้ำท่วม. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม.
- รวี เสธฐภักดี. 2540. กรณีศึกษา: สภาวะน้ำท่วมสวนของคุณพวงศุภีทรัพย์ในปี 2539 ในอุทกภัยผลกระทบต่อสวนผลไม้และแนวทางแก้ไข. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศุภิกา สุขแจ่มใส. 2548. ผลของ triodobenzoic acid และการขัดขวางการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านรอยแตกบริเวณโคนต้นต่อการเกิดรากพิเศษของชมพู่ในสภาพน้ำท่วม. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม.
- สุทธิพันธ์ รัตนสิงห์. 2548. ผลของสภาวะน้ำท่วมขังต่อลักษณะทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาของต้นต่อสัมพันธ์ต่างๆ และสัมพันธ์โชกุนที่ต่อบนต้นต่อ Troyer Citrange. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม.
- Huang, B. 2000. Waterlogging responses and interaction with temperature, salinity, and nutrients. Plant environment interaction. 2nd. New York, USA: 263:282.
- Kramer, P.J. 1983. Root growth and function. In P.J. Kramer, ed. Water relations of plants. San Diego, CA: Academic Press, pp 120-145.