KHON KAEN AGR. J. 48 (6): 1230-1241 (2020)./doi:10.14456/kaj.2020.109.

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาในฝรั่งพันธุ์การค้าของประเทศไทยภายใต้สภาวะน้ำท่วมขัง

Changes in physiological and morphological characteristics of Thai commercial guava cultivars under flooding condition

เสาวณี คงศรี[1*], พงษ์นาถ นาถวรานันต์[1] และ อุณารุจ บุญประกอบ[2]

Saowanee Kongsri[1*], Pongnart Narttavaranut[1] and Unaroj Boonprakob[2]

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของสภาวะน้ำท่วมขังต่อลักษณะทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาของฝรั่งพันธุ์การค้าจำนวน 3 พันธุ์ คือ พันธุ์หวานพิรุณ พันธุ์แป้นสีทอง และพันธุ์กิมจู เมื่อต้นฝรั่งมีอายุ 4 เดือน จะได้รับสภาวะการท่วมน้ำเป็นเวลา 10 สัปดาห์ (ระดับน้ำสูงจากผิวดิน 10 เซนติเมตร) ทำการประเมินค่าอัตราการสังเคราะห์แสง ค่าความเขียวใบ และค่าความยาวยอดที่เพิ่มขึ้น ทุก ๆ 2 สัปดาห์ จนสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นทำการประเมินค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นและราก จำนวนใบ และค่าพื้นที่ใบ ในสัปดาห์ที่ 10 หลังการท่วมน้ำ พบว่าการท่วมน้ำมีอิทธิพลต่อค่าอัตราการสังเคราะห์แสงและความยาวยอดที่เพิ่มขึ้นของแต่ละพันธุ์ โดยในสภาวะปกติพบว่าฝรั่งพันธุ์กิมจูมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงและค่าความยาวยอดที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด แต่ในสภาวะน้ำท่วมขังพบว่าฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงและค่าความยาวยอดที่เพิ่มขึ้นลดลง โดยอัตราการสังเคราะห์แสงและความยาวยอดที่เพิ่มขึ้นมีค่าลดลง 79.3-93.0 เปอร์เซ็นต์ และ 51.1-77.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการเจริญเติบโตของต้นฝรั่ง พบว่าสภาวะการท่วมน้ำมีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก จำนวนใบ และพื้นที่ใบ ลดลงประมาณ 49.0-75.6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความเขียวใบที่มีค่าลดลงเพียง 9.2 เปอร์เซ็นต์ โดยฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณมีค่าความเขียวใบและค่าการเจริญเติบโตของต้นและรากน้อยที่สุด ในขณะที่พันธุ์แป้นสีทองและกิมจูมีค่าการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน การสร้างช่องเปิดพิเศษและรากพิเศษบนลำต้นตรงบริเวณระดับน้ำพบเฉพาะในพันธุ์แป้นสีทองและพันธุ์กิมจูเท่านั้น โดยพบในวันที่ 66-70 หลังจากที่ท่วมน้ำ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองและกิมจูมีความทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขังมากกว่าพันธุ์หวานพิรุณ

คำสำคัญ: *Psidium guajava*, สภาวะขาดออกซิเจน, การสร้างช่องเปิดและรากพิเศษ

ABSTRACT: The objective of this experiment was to study the effect of flooding on physiological and morphological characteristics of 3 commercial guava cultivars consisted “Wan Pirun”, “Pan Sritong” and “Kim Ju” cultivars. Four months old of guava trees were subjected to flooding

Received February 4, 2020

Accepted June 5, 2020

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม นครปฐม 73000
Crop production and technology division, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom, 73000

[2] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
Horticulture department, Agriculture faculty at Kampeang Sean, Kasetsart University, Kampeang Sean campus,Nakhon Pathom, 73140

* Corresponding author, e-mail: saowaneekongsri@gmail.com

แก่นเกษตร 48 ฉบับที่ 6: 1230-1241 (2563)./doi:10.14456/kaj.2020.109.

condition for 10 weeks (10 cm. above from soil surface). Photosynthesis rate, leaf greenness and shoot length extension were collected every 2 weeks until the end of the experiment. Shoot fresh and dry weights, root fresh and dry weights, leaf number and leaf area were collected at 10 weeks after flooding. The result showed that flooding had an effect on photosynthesis rate and shoot length extension of each cultivar. “Kim Ju” cultivar showed the highest value of photosynthesis rate and shoot length extension under no flooding condition but all cultivars showed photosynthesis rate and shoot length extension decreasing under flooding. The reduction of photosynthesis rate and shoot length extension were 79.3-93.0 % and 51.1-77.0 %, respectively, when compared to control. For guava plant growth, flooding had effect to decreased shoot fresh and dry weights, root fresh and dry weights, leaf numbers, and leaf area around 49.0-75.6 % when comparing with control. While, leaf greenness was decreased only 9.2 %. “Wan Pirun” cultivar had the lowest vales of leaf greenness and shoot and root growths while, “Pan Srithong” and “Kim Ju” cultivars presented similar value of shoot and root growths. Lenticel and adventitious root formation at stem closely above and below the water level were only found in “Pan Srithong” and “Kim Ju” cultivars after 66-70 days of flooding. Base on the data, there was concluded that “Pan Srithong” and “Kim Ju” cultivars had more tolerant than “Wan Pirun” cultivar under flooding condition.
Keywords: *Psidium guajava*, hypoxia condition, bark cracking and adventitious root formation

บทนำ

ปัญหาน้ำท่วม เป็นปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งทางด้านการเกษตรของประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยต้องประสบปัญหาน้ำท่วมขังเรื่อยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะในปีที่มีปัญหารุนแรงมาก เช่น ปี พ.ศ. 2538 และมหาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 ภาคการเกษตรของประเทศไทยได้รับผลกระทบต่อพื้นที่ปลูกพืชอย่างต่อเนื่อง และกระจายเป็นบริเวณกว้างในทั่วทุกภาคของประเทศไทย และในปี พ.ศ. 2562 เกิดวิกฤติน้ำท่วมในภาคอีสาน ส่งผลให้พื้นที่ทางภาคการเกษตรเสียหายกว่า 2 ล้านไร่ มูลค่ากว่า 1 พันล้านบาท (ประชาชาติธุรกิจ, 2562) เห็นได้ว่าปัญหาน้ำท่วมขังมีผลกระทบที่ก่อให้เกิดความสูญเสียอย่างมากต่อเกษตรกรผู้ปลูกพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้ผลและไม้ยืนต้น เนื่องจากต้องใช้เวลานานในการปลูก อีกทั้งยังใช้ต้นทุนที่สูงในการผลิต

ไม้ผลแต่ละชนิดจะมีความทนทานต่อสภาวะที่ถูกน้ำท่วมขังแตกต่างกัน โดยความสามารถในการทนต่อสภาพน้ำท่วมขังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของไม้ผล สภาพและความสะอาดของน้ำที่ท่วมขัง สภาพความสมบูรณ์ของต้นไม้ อายุหรือขนาดของต้นไม้ผล ระดับความสูงของน้ำที่ท่วมขัง ระยะเวลาและจำนวนครั้งที่น้ำท่วมขัง อุณหภูมิและสภาพแวดล้อม (รวี, 2540) กวิศร์ (2538) ได้ทำการลงพื้นที่เพื่อสำรวจความเสียหายของสวนไม้ผลอันเนื่องมาจากอุทกภัยในปี พ.ศ. 2538 พบว่าเขตที่มีความเสียหายเป็นบริเวณมากที่สุดคือ บริเวณที่มีการท่วมขังของน้ำเกินกว่า 2 เดือน และมีสภาพน้ำนิ่งหรือไหลช้า โดยไม้ผลส่วนใหญ่เป็นไม้ผลพันธุ์การค้าที่ไม่ทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขัง อายุประมาณ 1-3 ปี ที่ปลูกโดยใช้กิ่งตอน หรือกิ่งทาบ อีกทั้งกิ่งทาบที่ใช้มักจะไม่มีรายละเอียดเรื่องต้นตอ (Rootstock) อันได้แก่ ทุเรียน กล้วย มะละกอ ขนุน กระท้อน ส้ม มะนาว และฝรั่ง เป็นต้น

ฝรั่ง (*Psidium guajava* L.) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นพืชที่ปลูกและดูแลรักษาง่าย เจริญเติบโตและให้ผลผลิตเร็ว ถ้ามีการจัดการสวนที่ดีจะสามารถให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี ในปี พ.ศ. 2553 มีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 40,532 ไร่ ผลผลิตรวมเฉลี่ย 99,923 ตัน ซึ่งพื้นที่ปลูกหลักอยู่ในเขตภาคกลาง คือ จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร และราชบุรี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) จากเหตุการณ์มหาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 สวนฝรั่งในเขตจังหวัดนครปฐม และสมุทรสาคร ยืนต้นตายเป็นจำนวนมาก เนื่องจากฝรั่งเป็นไม้ผลที่อ่อนแอต่อสภาวะน้ำท่วมขัง

ต้นไม้ที่ได้รับสภาวะน้ำท่วมขังจะทำให้ระบบรากขาดอากาศ (hypoxia) ส่งผลกระทบต่อกระบวนการสรีรวิทยา ได้แก่ การดูดและลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร

ลดลง ดังนั้นปากใบของพืชจึงปิดเพื่อลดการคายน้ำ ส่งผลให้ค่าอัตราการสังเคราะห์แสง ค่า stomatal conductance และปริมาณคลอโรฟิลล์ของพืช ลดลง จึงทำให้การเจริญเติบโตของต้นไม้ลดลงตามไปด้วย (Vu and Yelenosky, 1991; Kozlowski 1997) จากนั้นต้นไม้จะเริ่มทิ้งใบ ดอก และผล พบอาการปลายยอดแห้ง (shoot dieback) ร่วมด้วย (Kozlowski, 1997) ในสภาวะที่ต้นไม้ถูกน้ำท่วมขัง ระบบรากขาดอากาศ ต้นไม้จะมีกลไกเพื่อความอยู่รอด คือ สร้างช่องเปิดและรากพิเศษ (Adventitious root) บริเวณลำต้นที่อยู่เหนือระดับผิวน้ำที่ท่วมขังขึ้นมาเล็กน้อย เพื่อให้อากาศหรือออกซิเจนให้เข้าสู่ระบบรากได้เร็วที่สุด นอกจากนี้ส่วนของเนื้อเยื่อภายในลำต้นจะมีการขยายขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อเพิ่มความสะดวกในการส่งผ่านอากาศไปตามช่องว่างไปสู่บริเวณราก (Angeles et al.,1986).

การศึกษาผลของสภาวะน้ำท่วมขังในไม้ผลหลายชนิด เช่น มะเฟือง (Joyner and Schaffer, 1989) มะม่วง (Larson et al., 1991) และชมพู่ (ไพศาล, 2548) สำหรับในฝรั่ง เกษม (2544) ทำการศึกษาผลของสภาวะน้ำท่วมขังต่อฝรั่ง 3 พันธุ์ คือ พันธุ์แป้นสีทอง พันธุ์ พจ.12-102 และพันธุ์แดง พบว่าฝรั่งพันธุ์แดงได้รับสภาวะน้ำท่วมขังประมาณ 21 วัน จะเริ่มเห็นช่องเปิดและรากพิเศษอย่างชัดเจนที่บริเวณโคนต้นที่ระดับน้ำท่วมขัง ส่วนในพันธุ์แป้นสีทองและ พจ. 12-102 จะเริ่มเกิดรากเล็กน้อยบริเวณโคนต้นหลังจากที่ถูกน้ำท่วมขังประมาณ 28 วัน การขังน้ำไม่มีผลต่อค่าน้ำหนักแห้งใบและลำต้น ค่าความเขียวใบ แต่ทำให้น้ำหนักแห้งรากลดลง จากผลการทดลองเห็นได้ว่าสภาวะน้ำท่วมขังยังมีผลต่อลักษณะด้านต่างๆ ของฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ ค่อนข้างน้อย อาจเป็นเพราะว่าระยะเวลาในการท่วมน้ำน้อยเกินไป อีกทั้งในปัจจุบันยังมีฝรั่งพันธุ์การค้าอีก 2 พันธุ์ คือ พันธุ์กิมจู และพันธุ์หวานพิรุณ ซึ่งยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับความทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขัง ดังนั้นทดลองในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความทนทานของฝรั่งพันธุ์การค้า ได้แก่ พันธุ์หวานพิรุณ พันธุ์แป้นสีทอง และพันธุ์กิมจู เพื่อนำข้อมูลมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการกำหนดแนวทางในการจัดการผลิตฝรั่งเชิงพาณิชย์ในสภาพพื้นที่ลุ่มในเขตภาคกลางที่ง่ายต่อการเกิดภาวะน้ำท่วมขังได้อย่างเหมาะสม

วิธีการศึกษา

การทดลองในครั้งนี้ดำเนินการภายใต้โรงเรือน ระหว่างเดือน พฤษภาคม ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2560 ณ ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นำกิ่งตอนฝรั่งพันธุ์การค้าจำนวน 3 สายพันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์หวานพิรุณ พันธุ์แป้นสีทอง และพันธุ์กิมจู ที่ปลูกอยู่ในถุงดำขนาด 4 นิ้ว อนุบาลไว้เป็นเวลา 2 เดือน จากนั้นย้ายลงกระถางปลูกขนาด 8 นิ้ว วัสดุเพาะที่ใช้คือ ดิน ขุยมะพร้าว ถ่านแกลบ ทราย และปุ๋ยคอก ในอัตราส่วน 1:1:1:1:0.5 ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนกระจกให้ได้รับแสงธรรมชาติเป็นเวลา 2 เดือน ในระหว่างการดูแลรักษาให้ปุ๋ยเม็ดสูตร 15-15-15 ปริมาณ 10 กรัมต่อต้น โดยความถี่ในการให้ปุ๋ย คือ 2 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง เมื่อต้นฝรั่งแข็งแรงและเจริญเติบโตดีแล้ว จึงนำไปทำการทดลองการให้น้ำท่วม วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) จัดสิ่งทดลองแบบ 2x3 แฟคทอเรียล ปัจจัยที่ 1 คือ สภาพน้ำท่วมขัง มี 2 ระดับ คือ น้ำไม่ท่วม และน้ำท่วมขัง ปัจจัยที่ 2 คือ ฝรั่งพันธุ์การค้าจำนวน 3 สายพันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์หวานพิรุณ แป้นสีทอง และพันธุ์กิมจู จำนวน 10 ซ้ำ โดยต้นตอฝรั่ง 1 ต้นคือ 1 ซ้ำ ในการทดลองจัดสภาพเลียนแบบสภาวะน้ำท่วมขัง ดังนี้ นำต้นฝรั่งแต่ละพันธุ์ไปขังน้ำไว้ในอ่างพลาสติกที่มีน้ำอยู่เต็มตลอดการทดลอง โดยกำหนดระดับน้ำให้สูงจากผิวดินประมาณ 10 เซนติเมตร เมื่อระดับน้ำลดลงจะทำการเติมน้ำจนมีระดับน้ำเท่าเดิม โดยทำการเติมน้ำอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ดำเนินการจนกระทั่งต้นพืชแสดงอาการเสียหายอย่างรุนแรงโดยมีอาการใบแห้งหรือใบร่วง

ลักษณะทางสรีรวิทยาของฝรั่ง

เลือกกิ่งฝรั่งจำนวน 1 กิ่งต่อต้น จากนั้นทำการวัดค่าอัตราการสังเคราะห์แสงจากใบในตำแหน่งคู่ใบที่ 3-4 ในช่วงเวลา 9.00 -12.00 น. ด้วยเครื่องวัดค่าอัตราการสังเคราะห์แสงของบริษัท BioScientific รุ่น LCi-SD (บริษัท ADC BioScience ประเทศอังกฤษ) และดำเนินการวัดค่าความเขียวใบในใบที่ตำแหน่งเดียวกัน ด้วยเครื่อง Chlorophyll meter รุ่น SPAD 502 (บริษัท Minolta Camera ประเทศญี่ปุ่น) ทุกๆ 14 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง

แก่นเกษตร 48 ฉบับที่ 6: 1230-1241 (2563)./doi:10.14456/kaj.2020.109.

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของฝรั่ง

เลือกกิ่งฝรั่งจำนวน 1 กิ่งต่อต้น จากนั้นใช้ไม้บรรทัดวัดจากปลายยอดลงมา 10 เซนติเมตร ทำเครื่องหมายไว้ เพื่อวัดค่าความยาวยอดที่เพิ่มขึ้น สังเกตการสร้างช่องเปิดพิเศษ (lenticel) และการสร้างรากพิเศษ (adventitious root) ทำการบันทึกจำนวนวันที่ต้นฝรั่งเริ่มสร้างช่องเปิดพิเศษและรากพิเศษ ทุกๆ 14 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะดำเนินการประเมินค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น และราก และประเมินจำนวนใบและค่าพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ (leaf area meter) รุ่น AM300 (บริษัท ADC BioScientific ประเทศอังกฤษ)

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science for Windows version 22 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การดำเนินการท่วมน้ำให้กับต้นฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ คือ พันธุ์แป้นสีทอง พันธุ์กิมจู และพันธุ์หวานพิรุณ ดำเนินการเป็นเวลา 10 สัปดาห์ เนื่องจากในสัปดาห์ที่ 10 นั้น ฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณแสดงอาการอ่อนแอต่อสภาวะท่วมอย่างมาก คือ บางต้นพบอาการเหี่ยวอย่างรุนแรง ใบเป็นสีเหลืองและทิ้งใบ

อัตราการสังเคราะห์แสง

การท่วมน้ำให้กับต้นฝรั่งจำนวน 3 พันธุ์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าการสังเคราะห์แสงของฝรั่งลดลงทุกพันธุ์ แต่พันธุ์หวานพิรุณยังคงมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่สูงในขณะที่พันธุ์แป้นสีทองและกิมจูลดลงอย่างมาก (Table 1) โดยการท่วมน้ำมีผลทำให้ค่าอัตราการสังเคราะห์แสงของฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ลดลงประมาณ 23.6-77.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ได้รับน้ำปกติ โดยต้นฝรั่งที่ได้รับน้ำปกติมีอัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับ 9.7 μmole $CO_2 m^2/s$ และต้นฝรั่งที่ได้รับการท่วมน้ำ ค่าอัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับ 4.4 μmole $CO_2 m^2/s$ เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยในเรื่องพันธุ์ฝรั่ง พบว่าฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงที่สุด (9.7 μmole $CO_2 m^2/s$) ในขณะที่พันธุ์แป้นสีทองและพันธุ์กิมจูมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงน้อยที่สุด คือ 6.5 และ 5.0 μmole $CO_2 m^2/s$ ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาในการท่วมน้ำยาวนานมากยิ่งขึ้น จะยิ่งส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลงมากยิ่งขึ้น โดยเมื่อท่วมน้ำเป็นระยะ 10 สัปดาห์ จะส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงของฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ลดลง ประมาณ 79.3-93.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ได้รับน้ำปกติ การลดลงของค่าอัตราการสังเคราะห์แสงเป็นผลเนื่องมาจากในสภาวะน้ำท่วมขัง รากพืชอยู่ในสภาพขาดออกซิเจนส่งผลให้การดูดน้ำของรากลดลง และชักนำให้ปากใบปิด ดังนั้นค่าอัตราการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์จึงลดลง (Herrera, 2013)

นอกจากนี้ยังพบว่าการปิดของปากใบเป็นผลมาจากฮอร์โมน ABA เนื่องจากในสภาวะน้ำท่วมขัง รากพืชจะมีการสร้างฮอร์โมน ABA มากขึ้นและขนส่งไปยังใบพืช เพื่อควบคุมให้ปากใบปิด (Kozlowski, 1997; Reid and Bradford, 1984; Zhang et al., 1987; Zhang and Davies, 1987). จากผลการทดลองพบว่าค่าอัตราการสังเคราะห์แสงเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นตัวบ่งชี้การตอบสนองของฝรั่งต่อสภาวะน้ำท่วมขัง เนื่องจากแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างต้นที่ได้รับปกติและต้นที่ทำการท่วมน้ำได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว ซึ่งการทดลองในครั้งนี้พบความแตกต่างหลังการท่วมน้ำที่ระยะเวลาเพียงแค่ 2 สัปดาห์ ซึ่ง Herrera (2013) รายงานว่าค่าอัตราการสังเคราะห์แสงและค่า stomatal conductance เป็นค่าที่ตอบสนองต่อสภาวะน้ำท่วมขังได้รวดเร็วที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชที่ไม่ทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขัง อีกทั้งพืชที่ต่างชนิดหรือสายพันธุ์กันจะมีการตอบสนองต่อสภาวะน้ำท่วมแตกต่างกัน เช่น ต้น Cherry bark oak มีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง 65-97 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้น Nuttall oak มีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง 35-68 เปอร์เซ็นต์ หลังจากได้รับสภาวะน้ำท่วมขัง 70 วัน (Pezeshki and Anderson, 1996)

การท่วมน้ำเป็นระยะเวลา 4-10 สัปดาห์ พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างระดับการท่วมน้ำและพันธุ์ของฝรั่ง โดยในสัปดาห์ที่ 10 ภายใต้สภาวะที่ต้นฝรั่งที่ได้รับน้ำปกติ ฝรั่งพันธุ์กิมจูมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสง

สูงที่สุด รองลงมา คือ พันธุ์แป้นสีทอง และพันธุ์หวานพิรุณ ในขณะที่เมื่อฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ ได้รับสภาวะน้ำท่วมขัง จะมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงน้อยที่สุด (**Table 1**) สอดคล้องกับที่ Vu and Yelenosky (1991) รายงานต้นไม้ที่อยู่ในสภาวะน้ำท่วมขังจะมีผลกระทบต่อทั้งการะบวนการสรีรวิทยาและการเจริญเติบโต ได้แก่ ค่าอัตราการสังเคราะห์แสง ค่า stomatal conductance และปริมาณคลอโรฟิลล์ของพืชลดลง

Table 1 The effect of flooding for 10 weeks on photosynthesis rate of commercial guava cultivars

Flooding	Cultivars	Photosynthesis rate (μmole $CO_2 m^2/s$)					
		Wk0	Wk2	Wk4	Wk6	Wk8	Wk10
No	W	6.5±1.1	11.0±5.8	7.6±2.2 b	7.5±3.2 a	6.4±2.9 c	5.7±2.5 b
No	P	7.9±1.1	10.6±7.4	10.6±2.1 a	7.1±2.5 a	8.3±2.7 b	5.8±2.3 b
No	K	7.1.±1.8	7.4±2.1	5.8±4.4 b	8.4±2.8 a	11.4±2.2 a	9.2±2.5 a
Yes	W	6.4±1.2	8.4±7.4	2.0±1.1 c	0.9±0.7 b	0.9±1.7 d	0.4±0.8 c
			(-23.6%)	(-73.7%)	(-88.0%)	(-85.9%)	(-93.0%)
Yes	P	8.1±1.2	2.4±2.7	1.6±1.5 c	1.5±1.1 b	1.3±0.6 d	1.2±1.8 c
			(-77.4%)	(-84.9%)	(-78.9%)	(-84.3%)	(-79.3%)
Yes	K	7.2±1.2	2.5±0.9	0.6±0.4 c	2.2±1.9 b	0.8±0.6 d	1.1±1.0 c
			(-66.2%)	(-89.7%)	(-73.8%)	(-93.0%)	(-88.0%)
P-value	Flooding	0.4075	0.0003	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Cultivars	0.1010	0.0193	0.0013	0.1789	0.0006	0.0098
	Interaction	0.3905	0.2386	0.0237	0.0301	0.0022	0.0189

When W = “Wan Pirun” cultivar, P = “Pan Srithong” cultivar and K = “Kim Ju” cultivar.
Means with different letters in the same column indicate a significant difference according to DMRT ($P \leq 0.05$).
The number in parenthesis is reduction percentage of guava tree under flooding when comparing with non-flooding condition

ค่าความเขียวใบ

สภาวะการท่วมน้ำส่งผลทำให้ค่าความเขียวใบของฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ลดลง โดยเมื่อดำเนินการท่วมน้ำเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าค่าความเขียวใบลดลง 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ได้รับน้ำปกติ (**Table 2**) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าต้นฝรั่งที่ได้รับน้ำปกติ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ยเท่ากับ 40.4 SPAD unit และต้นฝรั่งที่ได้รับน้ำท่วมมีค่าความเขียวใบเฉลี่ยเท่ากับ 36.7 SPAD unit แสดงให้เห็นว่าการท่วมน้ำมีผลทำให้ค่าความเขียวใบลดลง 9.2 เปอร์เซ็นต์ โดยฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณเป็นพันธุ์ฝรั่งที่มีค่าความเขียวใบน้อยที่สุด (37.5 SPAD unit) เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์อื่น (*P-value* < 0.0001) สำหรับสภาวะน้ำท่วมขังจะส่งผลให้พืชมีการสร้างฮอร์โมนไซโตไคนิน และจิบเบอเรลลิน น้อยลง แต่มีการสร้าง เอทิลีน IAA และ ABA มากขึ้น (Reid and Bradford, 1984) การสร้าง ABA และเอทิลีนที่เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้กระตุ้นการหลุดร่วงของใบ และการเสื่อมชราของเนื้อเยื่อ ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เนื่องจากเมื่อไซโตไคนินลดลง จะส่งผลให้คลอโรฟิลล์ถูกทำลาย เนื่องจากไซโตไคนินมีผลในการช่วยชะลอการเสื่อมชราของเนื้อเยื่อพืช (ไพศาล, 2548) อีกทั้งการลดลงของ

แก่นเกษตร 48 ฉบับที่ 6: 1230-1241 (2563)./doi:10.14456/kaj.2020.109.

คลอโรฟิลล์หลังจากเกิดการท่วมน้ำ อาจมีผลมาจากรากพืชไม่สามารถดูดธาตุไนโตรเจนได้ ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในใบพืชลดลง โดยจะพบอาการในใบแก่ก่อน (Wenkert et al, 1981) เกษม (2544) รายงานว่าฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองและฝรั่งพันธุ์แดงที่ทำการท่วมน้ำเป็นระยะเวลา 28 วัน ที่ระดับความสูงน้ำ 5 เซนติเมตร ไม่พบความแตกต่างของค่าความเขียวใบระหว่างต้นปกติกับต้นที่ได้รับน้ำท่วม ในขณะที่พันธุ์ พจ.12-102 พบว่าต้นที่ท่วมน้ำมีค่าความเขียวใบน้อยกว่าต้นปกติ สำหรับพันธุ์แป้นสีทองให้ผลการทดลองขัดแย้งกับการทดลองในครั้งนี้ ซึ่งอาจเป็นเพราะระยะเวลาในการดำเนินการทดลองเพียง 28 วัน เป็นระยะเวลาน้อยเกินไป จึงยังไม่เห็นความแตกต่าง

Table 2 The effect of flooding for 10 weeks on leaf greenness of commercial guava cultivars

Treatment	Leaf greenness (SPAD unit)					
	Wk0	Wk2	Wk4	Wk6	Wk8	Wk10
Flooding						
No	52.3±2.7	44.8±3.8	40.6±3.2	40.0±2.3 a	41.6±4.1 a	40.4±4.3 a
Yes	52.2±3.9	43.2±4.3	40.8±3.6	38.0±3.0 b	38.2±3.1 b	36.7±4.7 b
	(-0.1%)	(-3.6%)	(0.6%)	(-5.0%)	(-8.3%)	(-9.2%)
P-value	0.9611	0.1417	0.3267	0.0019	<0.0001	<0.0001
Cultivars						
W	51.4±2.3	43.1±4.1	39.1±4.0	38.5±3.4	38.1±3.7 b	37.5±5.6 b
P	53.2±2.7	44.1±4.5	41.7±3.0	39.2±2.9	40.7±2.3 a	39.5±4.3 a
K	52.2±4.5	44.9±3.5	41.4±2.4	39.2±2.2	41.0±5.1 a	39.0±2.9 a
P-value	0.2299	0.3730	0.0841	0.0911	<0.0001	<0.0001
Flooding x Cultivars	0.8892	0.9101	0.3343	0.2580	0.3501	1.000

When W = “Wan Pirun” cultivar, P = “Pan Srithong” cultivar and K = “Kim Ju” cultivar.

Means with different letters in the same column indicate a significant difference according to DMRT ($P \leq 0.05$).

The number in parenthesis is reduction percentage of guava tree under flooding when comparing with non-flooding condition

ความยาวยอดที่เพิ่มขึ้น

การท่วมน้ำเป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีผลทำให้ความยาวยอดของฝรั่งทุกสายพันธุ์ลดลง ประมาณ 20.2-35.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ได้รับน้ำตามปกติ (**Table 3**) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 หลังการท่วมน้ำเป็นต้นไป พบว่ามีอิทธิพลร่วมของการท่วมน้ำและพันธุ์ฝรั่งต่อการเจริญเติบโต โดยฝรั่งพันธุ์กิมจูมีค่าความยาวยอดที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดในสภาวะที่ได้รับน้ำปกติ แต่เมื่อฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ ได้รับน้ำท่วมขัง พบว่ามีค่าความยาวยอดที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีค่าน้อยกว่าต้นปกติ 51.1 – 77.0 เปอร์เซ็นต์ ใน 10 สัปดาห์ ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของเกษม (2544) ที่ทำการศึกษาผลของการท่วมน้ำต่อการเจริญเติบโตของฝรั่ง 3 พันธุ์ คือ พันธุ์แป้นสีทอง พันธุ์ พจ.12-102 และพันธุ์ฝรั่งแดง ทำการท่วมน้ำเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าสภาพการท่วมน้ำไม่มีผลต่อความยาวยอดที่เพิ่มขึ้นของพันธุ์แป้นสีทอง แต่ในพันธุ์ฝรั่งแดงที่ได้รับการท่วมน้ำส่งผลให้ความยาวยอดลดลง (ระดับน้ำปกติ = 20 เซนติเมตร และการท่วมน้ำ = 2.5 เซนติเมตร) ในขณะที่การท่วมน้ำในพันธุ์ พจ.12-102 ทำให้ความ

ยาวยอดเพิ่มขึ้น (ระดับน้ำปกติ = 5 เซนติเมตร และการท่วมน้ำ = 17 เซนติเมตร) สำหรับสาเหตุที่ฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ ตอบสนองต่อสภาวะน้ำท่วมขังแตกต่างกัน น่าจะเป็นผลมาจากพันธุกรรมและวัยของต้น เนื่องจากฝรั่งพันธุ์แดงขยายพันธุ์จากการเพาะเมล็ดอยู่ในช่วง juvenile phase ส่วนพันธุ์แป้นสีทองและพันธุ์ พจ.12-102 ขยายพันธุ์จากการตอนกิ่งและตัดชำ อยู่ในช่วง mature phase ซึ่งพืชที่อยู่ในช่วง mature phase จะมีความแข็งแรงมากกว่า juvenile phase (Hartmann et al., 2002) สำหรับพันธุ์แป้นสีทองให้ผลการทดลองที่ต่างจากการทดลองในครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการท่วมน้ำที่แตกต่างกัน (ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการตอนกิ่งเหมือนกัน) สภาวะน้ำท่วมขังพืชจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่น้อยลง เนื่องมาจากพืชมีการสร้างฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและไซโตไคนิน น้อยลง ส่งผลให้การสร้างใบ การยืดตัวของยอดและข้อปล้อง และการขยายขนาดของใบ น้อยลงตามไปด้วย (Kozlowski and Pallardy, 1997)

Table 3 The effect of flooding for 10 weeks on shoot length extension of commercial guava cultivars

Flooding	Cultivars	Shoot length extension (cm)				
		Wk2	Wk4	Wk6	Wk8	Wk10
No	W	11.9±4.9	17.1±8.0	19.9±9.4 b	27.3±11.1 b	39.1±12.0 a
No	P	12.2±2.2	16.4±3.0	19.0±4.8 b	23.5±6.9 b	23.5±10.4 b
No	K	13.8±2.3	21.5±3.6	28.2±6.2 a	37.3±6.6 a	42.2±6.3 a
Yes	W	9.5±2.4	10.6±2.6	10.7±2.7 c	10.7±2.7 c	10.9±2.8 c
		(-20.2%)	(-38.0%)	(-46.2%)	(-60.8%)	(-72.1%)
Yes	P	9.5±4.1	11.0±4.0	11.3±4.1 c	11.5±4.3 c	11.5±4.1 c
		(-22.1%)	(-32.9%)	(-40.5%)	(-51.1%)	(-51.1%)
Yes	K	8.9±2.9	9.4±3.4	8.4±2.5 c	9.6±3.8 c	9.7±4.0 c
		(-35.5%)	(-56.3%)	(-70.2%)	(-74.3%)	(-77.0%)
P-value	Flooding	0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Cultivars	0.8281	0.4017	0.1257	0.0088	0.0003
	Interaction	0.4729	0.0875	0.0026	0.0041	0.0003

When W = “Wan Pirun” cultivar, P = “Pan Srithong” cultivar and K = “Kim Ju” cultivar.

Means with different letters in the same column indicate a significant difference according to DMRT ($P \leq 0.05$).

The number in parenthesis is reduction percentage of guava tree under flooding when comparing with non-flooding condition

แก่นเกษตร 48 ฉบับที่ 6: 1230-1241 (2563)./doi:10.14456/kaj.2020.109.

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง คือ ที่ระยะเวลาการท่วมน้ำเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าไม่มีปฏิกิริยาร่วมระหว่างการท่วมน้ำและพันธุ์ฝรั่งต่อค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก (**Table 4**) เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของการท่วมน้ำ พบว่าต้นฝรั่งที่ได้รับน้ำปกติ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากเท่ากับ 175.7 62.0 94.7 และ 22.7 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ต้นฝรั่งที่ได้รับการท่วมน้ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากเท่ากับ 68.3 31.6 27.5 และ 5.5 กรัม ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการท่วมน้ำมีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นและรากลดลงประมาณ 49.0-75.6 เปอร์เซ็นต์ (**Table 4 และ Figure 1**) สำหรับพันธุ์ฝรั่ง พบว่าฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณมีค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและรากน้อยที่สุด คือ 92.6 34.8 44.3 และ 10.5 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์แป้นสีทองและพันธุ์กิมจู มีค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและรากมากที่สุด เมื่อทำการเปรียบเทียบการลดลงของน้ำหนักต้นและน้ำหนักราก พบว่าส่วนของรากมีเปอร์เซ็นต์การลดลงมากกว่าส่วนของต้น เนื่องจากสภาพน้ำท่วมมีผลต่อการขัดขวางการลำเลียงคาร์โบไฮเดรตจากใบสู่ส่วนราก อีกทั้งกระบวนการเมทาบอลิซึมของรากยังลดลง เนื่องจากช่องว่างในดินถูกแทนที่ด้วยน้ำ ทำให้มีปริมาณออกซิเจนภายในดินต่ำ (Wample and Davis, 1983) ปริมาณของออกซิเจนในดินลดต่ำลง ส่งผลให้อัตราการหายใจของรากพืชเริ่มลดลง รากพืชไม่สามารถทำงานได้ดีในสภาพที่รากขาดออกซิเจน (Taiz and Zeiger, 2002) รากพืชจึงต้องใช้การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งให้ค่าพลังงานต่ำเพียงแค่ 2 ATP ส่งผลให้พลังงานไม่เพียงพอต่อการเติบโตและกระบวนการเมตาบอลิซึมต่าง ๆ นอกจากนี้ในสภาวะน้ำท่วมขัง ยังส่งผลให้ระบบรากเสียหาย ซึ่งในการทดลองนี้พบรากฝรั่งที่มีสีดำ ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการขาดออกซิเจน

จำนวนใบและพื้นที่ใบ

การท่วมน้ำเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าไม่มีปฏิกิริยาร่วมระหว่างการท่วมน้ำและพันธุ์ฝรั่งต่อค่าจำนวนใบและพื้นที่ใบ (**Table 4**) ต้นฝรั่งที่ได้รับน้ำปกติมีค่าเฉลี่ยจำนวนใบเท่ากับ 75.9 ใบ และพื้นที่ใบเท่ากับ 3,633 ตารางเซนติเมตร ในขณะที่ต้นฝรั่งที่ได้รับการท่วมน้ำมีค่าเฉลี่ยจำนวนใบเท่ากับ 31.9 ใบ และพื้นที่ใบเท่ากับ 1,564.9 ตารางเซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าการท่วมน้ำมีผลทำให้จำนวนใบและพื้นที่ใบลดลง 57.9 และ 56.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับพันธุ์ฝรั่ง พบว่าฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณมีจำนวนใบและพื้นที่ใบน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์แป้นสีทองและพันธุ์กิมจู (**Figure 1**) ต้นฝรั่งที่ได้รับสภาวะน้ำท่วมมีการสร้างใบน้อยลง เกิดอาการใบเหลือง และทิ้งใบ เนื่องมาจากเมื่อรากต้นไม้ถูกน้ำท่วมขังจะเกิดสภาวะเครียด ความเครียดนี้จะกระตุ้นให้พืชมีการสร้างฮอร์โมน ethylene ในปริมาณที่สูงกว่าปกติ โดย ethylene จะกระตุ้นให้พืชทิ้งส่วนของดอก และผลก่อน และจึงเกิดการทิ้งใบตามมา สำหรับการทิ้งใบนั้นมักพบในใบแก่มากกว่าใบอ่อน อีกทั้งยังอาจพบอาการปลายยอดแห้ง (shoot dieback) ร่วมด้วย (Kozlowski, 1997; Kozlowski and Pallardy, 1997) สอดคล้องกับ Tang and Kozlowski (1982) ทำการศึกษาผลของสภาวะน้ำท่วมขังของต้น *Betula papyrifera* ที่ได้จากการเพาะเมล็ด พบว่าเมื่อต้น *Betula papyrifera* ได้รับสภาวะน้ำท่วมขังประมาณ 60 วัน จะมีผลไปยับยั้งการสร้างใบใหม่ ทำให้อัตราการขยายขนาดของใบใหม่มีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับต้นปกติ ต้นที่ได้รับสภาวะน้ำท่วมมีจำนวนใบเฉลี่ยประมาณ 3.4-8.7 ใบ ในขณะที่ต้นปกติมีจำนวนใบเฉลี่ยประมาณ 8.7-17.9 ใบ โดย Rood et al. (2010) รายงานว่าในต้น Narrowleaf cottonwood (ชื่อวิทยาศาสตร์: *Populus angustifoli*) ที่ได้รับสภาวะน้ำท่วมเป็นเวลา 5 สัปดาห์ มีผลทำให้จำนวนใบลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ ขนาดของใบลดลง 21 เปอร์เซ็นต์

Table 4 The effect of flooding for 10 weeks on shoot fresh weight (SFW), shoot dry weight (SDW), root fresh weight (RFW), root dry weight (RDW), number of leaf (NL) and leaf area (LA) of commercial guava cultivars

Treatment	SFW (g.)	SDW (g.)	RFW (g.)	RDW (g.)	NL	LA (cm^2)
Flooding						
No	175.7±32.2 a	62.0±15.5 a	94.7±22.0 a	22.7±5.2 a	75.9±14.7 a	3,633.0±500.6 a
Yes	68.3±22.6 b	31.6±8.3 b	27.5±9.6 b	5.5±1.7 b	31.9±11.0 b	1,564.9±436.2 b
	(-61.1%)	(-49.0%)	(-70.9%)	(-75.6%)	(-57.9%)	(-56.9%)
P-value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Cultivars						
W	92.6±55.4 b	34.8±16.9 b	44.3±30.3 b	10.5±7.4 b	39.2±20.2 b	2,123.6±1,034.3 b
P	136.2±54.4 a	54.7±16.2 a	69.8±41.5 a	16.4±10.2 a	60.1±22.3 a	2,973.9±1,003.2 a
K	137.3±63.8 a	50.9±20.5 a	69.3±36.9 a	15.4±9.9 a	62.4±28.2 a	2,699.4±1,255.8 a
P-value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001
Flooding x Cultivars	0.4430	0.2442	0.3437	0.1633	0.0746	0.1115

When W = "Wan Pirun" cultivar, P = "Pan Srithong" cultivar and K = "Kim Ju" cultivar.

Means with different letters in the same column indicate a significant difference according to DMRT ($P \leq 0.05$).

The number in parenthesis is reduction percentage of guava tree under flooding when comparing with non-flooding condition

การเกิดช่องเปิดพิเศษ (Lenticel) และการเกิดรากพิเศษ (Adventitious root)

สำหรับการสร้างช่องเปิดพิเศษบริเวณลำต้นเริ่มพบการสร้างช่องเปิดพิเศษในวันที่ 66-67 หลังจากที่ท่วมน้ำ โดยพบเฉพาะในพันธุ์แป้นสีทองและพันธุ์กิมจูเท่านั้น พบช่องเปิดพิเศษตรงลำต้นที่อยู่บริเวณเหนือน้ำขึ้นมาเล็กน้อย จากนั้นในวันที่ 70 หรือในสัปดาห์ที่ 10 ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองพันธุ์กิมจูจะเริ่มสร้างปุ่มรากมากขึ้น แต่การสร้างปุ่มรากมีการเกิดน้อย ในพันธุ์กิมจูพบเพียง 1 ต้น จากต้นทั้งหมดที่ทำการท่วมน้ำจำนวน 10 ต้น ส่วนพันธุ์แป้นสีทองพบจำนวน 3 ต้น จากต้นทั้งหมดที่ทำการท่วมน้ำจำนวน 10 ต้น (Figure 2) ซึ่งการสร้างช่องเปิดพิเศษในสภาวะที่ต้นไม้ถูกน้ำท่วมขังนั้น ถือเป็นกลไกอย่างหนึ่งที่ต้นไม้ใช้เพื่อความอยู่รอด คือ การสร้างช่องเปิดพิเศษบริเวณลำต้นที่ถูกน้ำท่วม จะช่วยทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซ เพื่อให้อากาศหรือออกซิเจนเข้าสู่ระบบรากได้เร็วที่สุด หลังจากนั้นพืชจะเริ่มสร้างรากพิเศษ ซึ่งการสร้างรากพิเศษสามารถช่วยให้ต้นพืชสามารถดูดซับน้ำได้มากขึ้น (Tsukahara and Kozlowski, 1985) นอกจากนี้รากพิเศษ ยังทำหน้าสร้างฮอร์โมนพืชบางชนิด เช่น จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน เพื่อขนส่งไปยังใบ (Reid and Bradford, 1984) นอกจากนี้สารพิษที่เกิดขึ้นในพืชที่ถูกน้ำท่วม ได้แก่ acetaldehyde ethanol และ ethylene จะถูกขับออกจากพืชตามช่องเปิดเหล่านี้ (Kozlowski, 1997) ดังนั้นถ้าต้นไม้สร้างช่องเปิดพิเศษบริเวณลำต้นได้เร็วก็จะมีโอกาสในการอยู่รอดเพิ่มสูงขึ้น สำหรับการสร้างช่องเปิดพิเศษและการเกิดรากพิเศษของกิ่งตอนฝรั่งพบได้น้อย อาจเป็นผลมาจากกิ่งพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองมาจากการตอนกิ่ง ทำให้ไม่สามารถกำหนดอายุของกิ่งได้ บางต้นอาจมาจากกิ่งเก่าทำให้เปลือกของลำต้นเหนียว ทำให้ความสามารถในสร้างช่องเปิดพิเศษของลำต้นน้อยลง สอดคล้องกับรายงานของ Hart-

แก่นเกษตร 48 ฉบับที่ 6: 1230-1241 (2563)./doi:10.14456/kaj.2020.109.

mann et al. (2002) ที่ว่าต้นพืชที่อยู่ในระยะโตเต็มที่ (mature phase) จะมีความแข็งแรงมากกว่าและมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้ช้ากว่าในต้นพืชที่อยู่ในระยะเจริญเติบโต (juvenile phase)

สำหรับพันธุ์หวานพิรุณซึ่งถือว่าเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อสภาวะการท่วมน้ำมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่น ๆ เมื่อพิจารณาจากค่าความเขียวใบ ความยาวยอดที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก พื้นที่ใบ จำนวนใบ และไม่พบการสร้างช่องเปิดพิเศษและรากพิเศษ สองคล้องกับในการทดลองของ Larson et al. (1991) พบว่าในต้นมะม่วงที่รอดจากน้ำท่วมจะพบอาการโคนต้นโป่งและมีการสร้างช่องเปิดพิเศษ (hypertrophied lenticels) บริเวณลำต้น ในขณะที่พันธุ์ที่ตายจะไม่พบการสร้างช่องเปิดพิเศษ Kozlowski (1997) รายงานว่าการทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขังของพืช ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ พันธุ์พืช อายุพืช เวลา และช่วงเวลาในการถูกน้ำท่วมขัง

Figure 1 Effects of flooding stress on shoot growth of 3 commercial guava cultivars after 10 weeks of flooded,when W = “Wan Pirun” cultivar, P = “Pan Srithong” cultivar and K = “Kim Ju” cultivar.

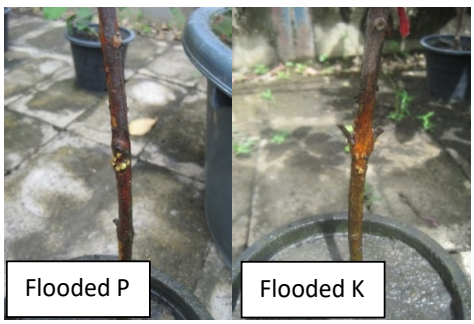

Figure 2 Lenticel and adventitious root of guava commercial cultivars under flooded condition after 10 weeks when P = “Pan Srithong” cultivar and K = “Kim Ju” cultivar

สรุป

การน้ำท่วมในฝรั่งพันธุ์การค้าจำนวน 3 พันธุ์ คือ พันธุ์หวานพิรุณ พันธุ์แป้นสีทอง และพันธุ์กิมจู เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าสภาวะการท่วมน้ำและพันธุ์ฝรั่งมีอิทธิพลร่วมต่อค่าอัตราการสังเคราะห์แสงและค่าความยาวยอดที่เพิ่มขึ้น โดยในสภาวะปกติพบว่าฝรั่งพันธุ์กิมจูมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงและค่าความยาวยอดที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด แต่ในสภาวะน้ำท่วมขังพบว่าฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงและค่าความยาวยอดที่เพิ่มขึ้นลดลง โดยค่าอัตราการสังเคราะห์แสงและความยาวยอดที่เพิ่มขึ้นมีค่าลดลง 79.3-93.0 เปอร์เซ็นต์ และ 51.1-77.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นปกติ สำหรับการเจริญเติบโตของต้นฝรั่ง พบว่าสภาวะการท่วมน้ำมีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก จำนวนใบ และพื้นที่ใบ ลดลงประมาณ 49.0-75.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นปกติ ในขณะที่ความเขียวใบที่มีค่าลดลงเพียง 9.2 เปอร์เซ็นต์ โดยฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณ มีค่าความเขียวใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก จำนวนใบ และพื้นที่ใบน้อยที่สุด ในขณะที่พันธุ์แป้นสีทองและพันธุ์กิมจูมีค่าการเจริญเติบโตของต้นและรากที่ใกล้เคียงกัน สำหรับการสร้างช่องเปิดพิเศษ เริ่มพบในวันที่ 66-67 หลังจากที่ท่วมน้ำ โดยพบเฉพาะในพันธุ์แป้นสีทองและพันธุ์กิมจูเท่านั้น จากนั้นในวันที่ 70 ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองและพันธุ์กิมจูจะเริ่มสร้างปุ่มราก แต่การสร้างปุ่มรากมีการเกิดน้อย โดยในพันธุ์กิมจูพบการเกิดรากพิเศษเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์แป้นสีทอง พบการเกิดรากพิเศษเพียง 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาของฝรั่งทั้ง 3 สายพันธุ์ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองและกิมจูมีความทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขังมากกว่าพันธุ์หวานพิรุณ เมื่อดำเนินการท่วมน้ำเป็นเวลา 10 สัปดาห์

คำขอบคุณ

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ผ่านทางงบประมาณแผ่นดินของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

เอกสารอ้างอิง

กวิศร์ วานิชกุล. 2538. การรวบรวมและใช้ประโยชน์มะม่วงที่อยู่รอดในพื้นที่น้ำท่วม. แหล่งข้อมูล: https://www.ku.ac.th/flood/chap4.html. ค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2558.

เกษม พริกคง. 2544. ผลของสภาวะน้ำท่วมขังต่อการเจริญเติบโต พลังงานศักย์ของน้ำในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ ลักษณะทางกายวิภาค และสัณฐานวิทยาบางประการของฝรั่ง 3 พันธุ์. ปัญหาพิเศษปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประชาชาติธุรกิจ. 2562. วิกฤตน้ำท่วมอีสานเสียหาย 8 พันล้าน กระทบพื้นที่ ศก.-เกษตร 2 ล้านไร่ – 4 จังหวัดยังอ่วม. แหล่งข้อมูล: https://www.prachachat.net/local-economy/news-371872. ค้นเมื่อ 16 ธันวาคม 2562.

ไพศาล ตันไชย. 2548. ลักษณะทางสรีระบางประการของต้นชมพู่ระยะอ่อนวัยในสภาพน้ำท่วมขัง. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รวี เสรฐภักดี. 2540. ต้นไม้ผลในสภาวะถูกน้ำท่วมขังและแนวทางการแก้ไข. แหล่งข้อมูล: https://www.ku.ac.th/flood/chap2.html. ค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2558.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2552. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th. ค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2558.

Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies, and R.L. Geneve. 2002. Plant Propagation Principles and Practices. 7th Edition. Prentice Hall, NJ.

Herrera, A. 2013. Responses to flooding of plant water relations and leaf gas exchange in tropical tolerant trees of a black-water wetland. Front. Plant Sci. 4: 1-12.

Joyner, M.E.B., and B. Schaffer. 1989. Flooding tolerance of 'Golden Star' carambola trees. Proc. Fla. State Hort. Soc. 102: 236-239.

Kozlowski, T.T. 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. Heron Publishing, VIC.

Kozlowski, T.T., and S.G. Pallardy. 1997. Physiology of woody plants. 2nd Edition. Academic Press, CA.

Larson, K.D., B. Schaffer, and F.S. Davies. 1991. Flooding, leaf gas exchange, and growth of mango in containers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 156-160.

Pezeshki, S.R., and P.H. Anderson. 1996. Responses of three bottomland species with different flood tolerance capabilities to various flooding regimes. Wetl. Ecol Manag. 4: 245–256.

Reid, D.M., and K.J. Bradford. 1984. Effects of flooding on hormone relations. P.195-219. In: T.T. Kozlowski. Flooding and plant growth. Academic Press, FL.

Rood, S.B., J.L. Nielsen, L. Shenton, K.M. Gill, and M.G. Letts. 2010. Effects of flooding on leaf development, transpiration, and photosynthesis in narrowleaf cottonwood, a willow-like poplar. Photosynth Res. 104: 31-39.

Taiz, L., and E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. 3rd Edition. Sinauer Associates Inc., CA.

Tang, Z.C., and T.T. Kozlowski. 1982. Some physiological and growth responses of *Betula papyrifera* seedlings to flooding. Physiol. Plant. 55: 415-420.

Tsukuhara, H., and T.T. Kozlowski. 1985. Importance of adventitious roots to growth of flooded *Platanus occidentalis* seedlings. Plant Soil 88: 123-132.

Vu, J.C.V., and G. Yelenosky. 1991. Photosynthetic responses of citrus trees to soil flooding. Physiol. Plant. 81: 7-14.

Wample, R.L., and R.W. Davis. 1983. Effect of flooding on starch accumulation in chloroplasts of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Plant Physiol. 73: 195-198.

Wenkert, W., N. R. Fausey, and H.D. Watters. 1981. Flooding responses in *Zea mays* L. Plant Soil. 62: 351-366.

Zhang, J., and W.J. Davies. 1987. ABA in roots and leaves of flooded pea plants. J. Expt. Bot. 38: 649-659

Zhang, J., U. Schurr, and W.J. Davies. 1987. Control of stomatal behaviour by abscisic acid which apparently originates in the roots. J. Exp. Bot. 38: 1174-1181.